



Interfaz

Hoja de Ruta para la vinculación del sector financiero en las Comunidades Energéticas en Colombia

Noviembre 29 de 2024

Contrato No: 83476730

Creado por: Juan David Grillo Rios

Contenido

Índice de tablas.....	3
Índice de gráficas.....	3
Siglas y abreviaturas.....	4
1. Introducción	5
2. Visión General sobre las Comunidades Energéticas.....	8
2.1. ¿Que se ha avanzado en materia legal?	8
2.2. ¿Qué tipos de comunidades energéticas puede haber en Colombia?	10
2.3. ¿Aspectos importantes a saber sobre las Comunidades Energéticas?	11
3. Limitaciones y oportunidades en la promoción del sistema financiero en proyectos de energía renovable.....	14
4. La ruta hacia la vinculación del sector financiero en las Comunidades Energéticas en Colombia	17
4.1. Ejercicio de los roles participativos en las CE.....	28
4.2. Integración de los actores en el desarrollo de los proyectos de las CE	31
4.3. El rol del sector financiero en el desarrollo de los proyectos de las CE	36
5. Lecciones de Sinergias en Comunidades Energéticas.....	42
6. Bibliografía.....	44

Índice de tablas

Tabla 1. Análisis transversal de las comunidades a partir de los desafíos	18
Tabla 2. Tipos de Esquemas Asociativos de Comunidades Energéticas.....	21
Tabla 3. Caracterización de los esquemas asociativos de Comunidades Energéticas.....	23
Tabla 4. Aspectos considerados para la caracterización.....	24
Tabla 5. Roles clave de los participantes en los modelos de comunidades energéticas idóneos	29
Tabla 6. Roles de los actores en las fases del ciclo de vida de los proyectos de comunidades energéticas por cada esquema.....	32
Tabla 7. Rol del sector financiero en las CE	37
Tabla 8. Participación del sistema y productos financieros en el ciclo de vida de proyectos de energías renovables	38
Tabla 9. Intervención de los vacíos y participación de los roles estratégicos	40

Índice de gráficas

Gráfico 1. Desafíos de las CE.....	18
Gráfico 2. Idoneidad de los esquemas de CE	25

Siglas y abreviaturas

AGRC	Autogeneración Colectiva
APP	Asociaciones Público-Privadas
APPo	Asociaciones Público-Populares
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BM	Banco Mundial
CE	Comunidad Energética
CREG	Comisión de Regulación de Energía y Gas
COP29	29ª Conferencia de las Partes, en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
DNP	Departamento Nacional de Planeación
ESAL	Empresas Sin Ánimo de Lucro
FENOGE	Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía
FNCER	Fuentes No Convencionales de Energía Renovable
GDC	Generación Distribuida Colectiva
IPSE	Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para Zonas No Interconectadas
MME	Ministerio de Minas y Energía
MGA	Metodología General Ajustada
MRV	Análisis del Monitoreo, Reporte y Verificación del Financiamiento Climático
NDC	Contribución Determinada a Nivel Nacional
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PLC	Project Life Cycle
RSE	Responsabilidad Social Empresarial
RUCE	Registro Único de Comunidades Energéticas
SDL	Sistema de Distribución Local
SEN	Sistema Energético Nacional
TEJ	Transición Energética Justa
UPME	Unidad de Planeación Minero-Energética
ZNI	Zonas No Interconectadas

1. Introducción

La transición energética en Colombia es una estrategia clave para avanzar hacia un modelo sostenible, resiliente y justo, en respuesta a los desafíos del cambio climático y la dependencia de energías fósiles. Es además un marco conceptual y práctico que espera poder garantizar que el cambio hacia fuentes de energía más limpias y sostenibles se realice de manera equitativa, considerando tanto la sostenibilidad ambiental como los derechos e intereses de las comunidades afectadas por este proceso. En el contexto de Colombia, la TEJ no solo implica la adopción de energías renovables como la solar, eólica y biomasa, sino también el establecimiento de políticas inclusivas que integren a comunidades vulnerables y trabajadoras de sectores energéticos tradicionales, como el carbón y el petróleo. Este enfoque está alineado con la promoción de justicia climática, el acceso universal a la energía, y la participación activa de las comunidades locales en la toma de decisiones relacionadas con el cambio energético, lo que lo configura como un proceso dispendioso.

Las comunidades energéticas son una pieza clave dentro de este marco, pues representan modelos de organización donde los ciudadanos, empresas locales y entidades públicas participan en la generación, distribución y gestión de energía de manera descentralizada y colaborativa. En Colombia, este modelo atraviesa varias etapas: partiendo por la concertación con las comunidades, identificación de oportunidades, diseño del esquema organizacional, implementación de infraestructura energética y consolidación de capacidades técnicas y sociales. Cada etapa debe considerar factores específicos del contexto colombiano, como la diversidad cultural, la conectividad rural y las condiciones socioeconómicas de las comunidades. En este sentido, la TEJ en Colombia busca no solo avanzar en la descarbonización del sector energético, sino también cerrar brechas de inequidad y potenciar el desarrollo económico local.

En este contexto, las comunidades energéticas representan una herramienta fundamental para democratizar el acceso a fuentes de energía renovable, empoderando tanto a comunidades rurales como urbanas. Estas comunidades, al adoptar tecnologías limpias como la energía solar y eólica, pueden autogenerar electricidad, reducir costos y minimizar su huella ambiental. Además, esta transición energética justa (TEJ) está alineada con las metas nacionales de reducción de emisiones y diversificación económica, siendo un pilar en la política pública actual del país, así como se suma a los compromisos que se han realizado de cara a la agenda de 2030.

Las comunidades energéticas no solo aportan a la sostenibilidad ambiental, sino también a la equidad y el desarrollo social. En áreas rurales, donde el acceso a servicios energéticos es limitado, costoso o incluso inexistente, estas iniciativas pueden transformar la vida de los habitantes, garantizando un suministro continuo y asequible. En zonas urbanas, las comunidades energéticas promueven la conciencia ambiental y la eficiencia energética, generando un modelo que podría ser replicable para otras regiones. La participación de los ciudadanos en la generación de su propia energía fomenta la inclusión social, empodera a las comunidades y crea resiliencia ante crisis energéticas.

El sector financiero juega un papel central en el desarrollo y sostenibilidad de estas comunidades energéticas, pues puede proporcionar los recursos necesarios para la estructuración, implementación y mantenimiento de estos proyectos. Sin acceso a financiamiento adecuado, muchas comunidades no podrían costear los altos costos iniciales de las instalaciones energéticas. El financiamiento puede facilitar el acceso a tecnologías avanzadas, reducir los riesgos y hacer posibles modelos económicos que beneficien a las comunidades y al ambiente.

Actualmente en la COP29 celebrada en Azerbaiyán, los aspectos financieros y de financiamiento tienen un enfoque central y esencial para que los países en desarrollo puedan implementar medidas de mitigación y adaptación. En estas discusiones se han centrado en establecer un nuevo objetivo de financiamiento que supere los 100.000 millones de dólares anuales comprometidos previamente, buscando movilizar recursos suficientes para limitar el calentamiento global a 1,5 °C y apoyar a las naciones más vulnerables en su transición hacia energías limpias. La necesidad de nuevos recursos en la COP29 surge por el aumento de los costos derivados de eventos climáticos extremos, la transición energética y la creciente deuda climática. Los compromisos actuales, como los 100.000 millones de dólares anuales prometidos en 2009, resultan insuficientes ante la aceleración de la crisis climática y las demandas de justicia climática. Además, la falta de movilización de recursos privados agrava la situación, impulsando la creación de un nuevo objetivo financiero que atienda las necesidades de adaptación, mitigación y compensación de pérdidas y daños en los países más vulnerables.

El involucramiento del sector financiero no solo responde a necesidades económicas, sino que también contribuye a la equidad energética y al desarrollo sostenible. Al facilitar el acceso a fondos, créditos y otras herramientas financieras, el sector contribuye a que estas iniciativas sean viables y sostenibles a largo plazo. Además, al reducir las barreras actuales (se explicarán más adelante en el documento), permite que comunidades de bajos ingresos o vulnerables también puedan beneficiarse de la transición energética, promoviendo una sociedad más justa y equitativa.

Las fuentes de financiamiento disponibles en el mercado abarcan desde subvenciones gubernamentales hasta créditos de impacto social y fondos internacionales para proyectos sostenibles. Estas opciones de financiamiento, alineadas con los objetivos de desarrollo sostenible, son cada vez más accesibles para proyectos comunitarios, facilitando el acceso a energías limpias y mejorando la calidad de vida de los ciudadanos. Es fundamental que estas comunidades conozcan y accedan a los fondos y subsidios disponibles para el desarrollo energético, en el marco del cumplimiento de los requisitos necesarios para acceder a ellos.

La creación de comunidades energéticas requiere de un marco de gobernanza robusto, en el que se defina claramente la participación de los miembros de la comunidad, las entidades financieras, los gobiernos locales y las empresas tecnológicas. Una estructura organizativa sólida permite la transparencia en la administración de los fondos, la gestión de los riesgos y la toma de decisiones participativas. Además, un modelo de gobernanza que priorice el

bienestar de la comunidad asegura que los beneficios económicos y sociales se distribuyan equitativamente.

Para garantizar la sostenibilidad de las comunidades energéticas, es esencial contar con un plan de mantenimiento a largo plazo y una estrategia de generación de ingresos que aseguren la viabilidad del proyecto en el tiempo. Entre las opciones de financiamiento, se pueden considerar la venta de excedentes energéticos y la reinversión de beneficios en mejoras de infraestructura. De esta manera, el proyecto no solo es sostenible en términos energéticos, sino también financieramente.

La implementación de programas de capacitación y educación es fundamental para que los miembros de la comunidad puedan asumir roles en la operación y mantenimiento de las instalaciones energéticas. Esto no solo fomenta la autosuficiencia y el desarrollo de capacidades locales, sino que también asegura que las comunidades estén preparadas para enfrentar los desafíos técnicos que puedan surgir. Al integrar la capacitación en el modelo de las comunidades energéticas, se contribuye a la creación de empleo y al fortalecimiento de las habilidades en las áreas rurales y urbanas.

La colaboración entre el sector financiero y los gobiernos locales es vital para superar las barreras iniciales y facilitar el acceso a recursos financieros. Los incentivos fiscales, como la reducción de impuestos para entidades financieras que inviertan en energía renovable, pueden estimular la inversión y hacer más atractivo el financiamiento de estos proyectos. Esta colaboración es crucial para alinear los objetivos financieros con los de sostenibilidad, logrando un impacto positivo en las comunidades.

A pesar de los avances en la transición energética en Colombia y el creciente interés por las comunidades energéticas, aún persisten importantes desafíos que limitan su implementación efectiva. Uno de los principales obstáculos es la falta de mecanismos habilitantes, tanto normativos como financieros, que permitan estructurar y consolidar estos proyectos de manera sostenible y escalable. La gran mayoría de comunidades energéticas en el país se encuentran en etapas iniciales, con modelos organizativos y operativos poco desarrollados, lo que dificulta su capacidad para acceder a recursos financieros, adoptar tecnologías adecuadas y garantizar una gobernanza eficiente. Es fundamental fortalecer el marco regulatorio y promover políticas públicas que faciliten el acceso a financiamiento y recursos técnicos, permitiendo que estas iniciativas se conviertan en motores reales de desarrollo social, económico y ambiental.

En resumen, la transición hacia comunidades energéticas en Colombia no solo requiere la participación de las comunidades, sino también el compromiso del sector financiero y el apoyo de políticas gubernamentales. Al impulsar estos proyectos, Colombia avanza hacia una transición energética que prioriza la equidad y el bienestar social, mientras se reduce la dependencia de combustibles fósiles y se promueve un desarrollo sostenible que incluye a todos los sectores de la sociedad.

2. Visión General sobre las Comunidades Energéticas

Para el (MME, 2024) las comunidades energéticas en Colombia tienen como objetivo el lograr una transición energética justa, en la cual los ciudadanos no solo sean consumidores de energía, sino también generadores y administradores de fuentes de energía renovable. Esto permite que las comunidades participen activamente en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y en la descentralización del suministro energético. Las normas vigentes (se describirán en más detalle en las siguientes secciones), se concentran en el impulso a la inclusión de diversas comunidades, incluyendo pueblos indígenas, grupos afrocolombianos, entre otros, en el desarrollo y gestión de sus propios recursos energéticos. De este modo, la visión va más allá del acceso a energía limpia y se enfoca en promover la equidad, reducir la pobreza energética y fomentar una economía local adaptativa a través de modelos sostenibles y descentralizados.

2.1. ¿Que se ha avanzado en materia legal?

Los avances en el desarrollo de la política económica, que se articulan bajo el gran marco de la TEJ y de la normativa para el desarrollo de comunidades energéticas reflejan el compromiso del país en esta materia, especialmente a través de la Ley 2294 de 2023, que establece el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 "Colombia Potencia Mundial de la Vida" y el Decreto 2236 de 2023, que reglamenta lo relacionado con las comunidades energéticas.

En particular, en el artículo 235 de la Ley 2294 de 2023, se definen y promueven las comunidades energéticas como actores clave para la democratización de la generación de energía en zonas vulnerables. Esta legislación permite que tanto personas naturales como jurídicas se organicen para generar, comercializar y usar eficientemente energía a partir de fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER) y recursos energéticos distribuidos, con un énfasis en beneficiar a comunidades marginadas y áreas rurales.

El Decreto 2236 de 2023, por su parte, reglamenta parcialmente el artículo 235 de la Ley 2294, proporcionando un marco normativo detallado para la creación y operación de comunidades energéticas. Este decreto permite que comunidades organizadas puedan gestionar proyectos de energía renovable, regulando aspectos como la autogeneración y la generación distribuida colectiva. Además, establece la posibilidad de que estos proyectos reciban recursos públicos para su inversión, operación y mantenimiento, fortaleciendo el acceso de las comunidades vulnerables a fuentes de energía limpia y promoviendo la participación de poblaciones indígenas, afrocolombianas y campesinas en la cadena de valor energética.

Otro avance clave es la creación del Registro Único de Comunidades Energéticas (RUCE), regulado por la Resolución 40136 de 2024, la cual permite identificar y monitorear a todas las comunidades energéticas en el país. Este registro facilita el seguimiento de cada proyecto, asegurando que se cumplan los estándares de eficiencia y sostenibilidad definidos por el Ministerio de Minas y Energía. Al centralizar esta información, el RUCE también permite que las políticas públicas se ajusten a las necesidades reales de cada

comunidad, optimizando los recursos y facilitando el acceso a incentivos financieros y asistencia técnica que aseguren la viabilidad y expansión de estos proyectos.

Sumado a esta, con la Resolución 40137 de 2024, emitida por el Ministerio de Minas y Energía, se establecen criterios de focalización para orientar recursos públicos hacia las comunidades energéticas. Esta normativa prioriza la asignación de recursos a comunidades en condiciones de vulnerabilidad, incluyendo aquellas afectadas por el conflicto armado, con altos niveles de pobreza o necesidades básicas insatisfechas, y con presencia de poblaciones étnicamente diferenciadas. Al focalizar los recursos en estas áreas, la resolución busca promover la equidad en el acceso a la energía y contribuir al desarrollo sostenible de las regiones más necesitadas del país.

Además, la resolución define los criterios para la identificación y priorización de las comunidades energéticas que recibirán apoyo estatal. Estos criterios incluyen la evaluación de la capacidad organizativa de la comunidad, su compromiso con la sostenibilidad ambiental y su potencial para generar impactos sociales y económicos positivos. Al establecer estos lineamientos, la normativa asegura que los recursos públicos se destinen a proyectos viables y alineados con los objetivos de la TEJ.

Por su parte, la Unidad de Planeación Minero Energética, UPME, con la expedición de la Resolución 501 de 2024, establece límites máximos de potencia para los autogeneradores y generadores distribuidos colectivos, un aspecto técnico crucial para evitar sobrecargas en el sistema de distribución. Esta medida permite regular el crecimiento de las comunidades energéticas de acuerdo con la capacidad de la infraestructura de cada zona, especialmente en áreas rurales y urbanas de alta demanda.

Juntas, estas normativas van en la línea de conformar un marco integral que facilite la creación, operación y sostenibilidad de las comunidades energéticas en el país, promoviendo la participación de las comunidades en la generación y uso de energía renovable. Sin embargo, aún existen aspectos legales y reglamentarios críticos que necesitan desarrollarse para garantizar que estas comunidades sean sostenibles y efectivas en el marco de la transición energética. Uno de los desafíos más urgentes es la reglamentación por parte de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), que debe definir con claridad las condiciones operativas, los esquemas de remuneración por excedentes de energía y los parámetros de calidad del servicio. Sin estas disposiciones, las Comunidades Energéticas carecen de la certeza regulatoria necesaria para operar plenamente.

Además, es esencial centralizar y someter bajo un órgano de decisión, el establecimiento de mecanismos claros de financiamiento y sostenibilidad que incluyan incentivos fiscales, acceso a recursos de inversión y esquemas de apoyo económico para zonas rurales y comunidades vulnerables. Estos instrumentos no solo permitirían una mayor inclusión, sino que también asegurarían la viabilidad a largo plazo de las iniciativas comunitarias. De igual manera, se requiere que desde el MME se den lineamientos específicos para la autogeneración colectiva y la generación distribuida, definiendo las condiciones de acceso y conexión a las redes eléctricas. Así se garantizará que la energía generada sea

reconocida y compensada de manera justa, promoviendo la adopción de tecnologías limpias a nivel local.

Por último, un marco legal robusto debe contemplar procedimientos de consulta previa en proyectos que involucren a comunidades étnicas, respetando sus derechos territoriales y culturales, así como la definición de condiciones para la propiedad y gestión de infraestructuras financiadas con recursos públicos. De la misma manera, se deben definir las condiciones bajo las cuales la infraestructura desarrollada con recursos públicos puede ser cedida a las CE, asegurando su adecuada gestión y mantenimiento a largo plazo. Abordar estos desafíos permitirá consolidar un entorno regulatorio que impulse a las Comunidades Energéticas como motores de desarrollo sostenible, duraderas y de una transición energética equitativa.

2.2. ¿Qué tipos de comunidades energéticas puede haber en Colombia?

Estos avances normativos van en la línea de ir cimentando un marco cada vez más claro para la creación y desarrollo de comunidades energéticas, definiendo no solo sus objetivos, sino también los modelos de operación que pueden adoptar y en especial su interacción dentro del Sistema Energético Nacional (SEN). Este marco permite que las comunidades se organicen de forma autónoma y elijan las tipologías que mejor se adapten a sus necesidades energéticas y a los recursos disponibles en sus territorios.

Las comunidades energéticas pueden adoptar tipologías según su propósito y la tecnología empleada. Entre ellas, se encuentran la Autogeneración Colectiva (AGRC) y la Generación Distribuida Colectiva (GDC). Estas tipologías están diseñadas para permitir a las comunidades energéticas generar, consumir y gestionar energía renovable de manera local, descentralizada y participativa, integrándose al sistema eléctrico nacional en condiciones reguladas y sostenibles.

El modelo de AGRC permite a los miembros de una comunidad energética producir energía principalmente para su propio consumo. Este modelo es especialmente útil en zonas donde el acceso a energía confiable es inexistente, limitado o costoso, pues ofrece una alternativa económica y ambientalmente responsable. En este esquema, la comunidad instala y opera infraestructuras de generación de energía renovable, como paneles solares o pequeños aerogeneradores, que suplen total o parcialmente la demanda interna de sus miembros.

Si bien la principal función de la AGRC es satisfacer las necesidades energéticas de la comunidad, en caso de generar excedentes, estos pueden ser vertidos a la red pública bajo los términos definidos por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), claro está que la reglamentación de este asunto se encuentra aún en proceso. La AGRC permite así una doble función, autogeneración para el autoconsumo y comercialización de los excedentes, lo cual generaría ingresos adicionales para la comunidad. Este modelo promueve la autosuficiencia y reduciría la dependencia a los operadores tradicionales, al mismo tiempo que contribuye a la sostenibilidad del sistema eléctrico colombiano mediante la integración de fuentes de energía renovable.

En cuanto a la Generación Distribuida Colectiva (GDC), este es un modelo en el cual una comunidad energética genera energía renovable cerca de los puntos de consumo y la conecta a un sistema de distribución local (SDL) o una microrred. A diferencia de la AGRC, que se enfoca en el autoconsumo de los miembros de la comunidad, la GDC puede abastecer a una mayor variedad de usuarios en el área local, aprovechando los recursos energéticos disponibles de manera más eficiente y minimizando las pérdidas de energía por transmisión.

En el modelo GDC, la energía generada se distribuye a través de una red local, facilitando el acceso directo a la electricidad para los usuarios cercanos y contribuyendo a reducir la carga en la infraestructura de transmisión nacional. De expedirse las normas pendientes, en particular las que competen a la CREG, estas comunidades energéticas podrían tener la capacidad de conectar sus sistemas al SDL de acuerdo con los lineamientos técnicos que se establezcan, promoviendo una generación distribuida y adaptada a las capacidades de cada territorio. La GDC es especialmente adecuada para áreas urbanas, rurales o zonas con infraestructura eléctrica limitada, donde este modelo puede mejorar la confiabilidad y continuidad del suministro eléctrico.

Ambos modelos —AGRC y GDC— funcionan mediante la gestión de infraestructuras de generación de energía renovable por parte de las comunidades. Estas infraestructuras pueden incluir paneles solares, turbinas eólicas y sistemas de almacenamiento de energía, y están diseñadas para funcionar en conjunto con la red eléctrica nacional o local. La elección entre AGRC y GDC depende de las necesidades específicas de la comunidad, la ubicación y la infraestructura existente, aunque ambos modelos buscan maximizar el uso de recursos locales y reducir la dependencia de energías fósiles y operadores centralizados.

El funcionamiento de la AGRC y la GDC permite a las comunidades no solo satisfacer sus propias necesidades energéticas, sino también contribuir a la red nacional, generando ingresos y optimizando el uso de la infraestructura existente. Estos modelos representan un paso adelante hacia la democratización de la energía, pues permiten a las comunidades tener un papel activo en la generación y distribución de electricidad, promoviendo un desarrollo energético inclusivo y sostenible.

2.3. ¿Aspectos importantes a saber sobre las Comunidades Energéticas?

Creación

La creación de comunidades energéticas está respaldada por las normas citadas en la [sección 1](#) que regulan su organización y operación. Se establece que las comunidades energéticas deben constituirse mediante acuerdos formales entre sus miembros, quienes pueden ser personas naturales o jurídicas, tanto de carácter público como privado. Estos acuerdos deben especificar los objetivos de la comunidad, los derechos y responsabilidades de cada miembro, y los mecanismos de gobernanza para asegurar la transparencia y la participación equitativa.

Registro y Supervisión

El RUCE como herramienta fundamental para la supervisión y el desarrollo de las comunidades energéticas, busca integrar a todas las comunidades energéticas que cumplan con la normativa vigente, y permite al Estado monitorear su funcionamiento, identificar áreas de mejora y diseñar políticas públicas que favorezcan su implementación. Las comunidades deben presentar información detallada sobre su estructura, objetivos y beneficiarios para ser incluidas en el registro. El RUCE facilita así la planificación nacional de la transición energética, que además abre la puerta para el potencial acceso a incentivos y recursos públicos para estas comunidades.

Ahora, a pesar de que su creación y marco normativo están reglamentados por la Resolución 40136 de 2024, su estado de implementación y alcance aún se encuentran en desarrollo, lo que implica retos para garantizar su efectividad en el corto plazo.

Límites y Restricciones

La UPME define los límites de capacidad instalada y los requisitos de dispersión para las comunidades energéticas, tanto en áreas urbanas como rurales (ver [sección 2.1](#)). Estos límites son necesarios para asegurar que el sistema eléctrico nacional funcione de manera estable y que la infraestructura de transmisión no se sobrecargue eventualmente cuando los diferentes sistemas de autogeneración estén integrados a la red nacional. Además, los límites de capacidad ayudan a evitar un crecimiento descontrolado en áreas donde las redes eléctricas aún no cuentan con suficiente capacidad para manejar grandes volúmenes de generación distribuida. Estas restricciones no solo aseguran la estabilidad del sistema, sino que también incentivan la expansión planificada y la incorporación de tecnologías de almacenamiento.

Aspectos Sociales y Económicos

Las comunidades energéticas son una herramienta poderosa para promover el desarrollo social y económico en sus zonas de influencia, especialmente en áreas rurales y comunidades vulnerables. Estas comunidades tienen el potencial de generar empleo local, reducir los costos energéticos y fomentar la autosuficiencia económica mediante el acceso a la energía eléctrica a través de fuentes no convencionales de energía renovable (FN CER). Esto significa que el impacto de las comunidades energéticas trasciende el acceso básico a la energía, permitiendo conectar a las comunidades al aparato productivo y, de esta forma, generar encadenamientos productivos sostenibles en el mediano y largo plazo.

Al fomentar el uso de recursos energéticos locales, las comunidades energéticas contribuyen a dinamizar las economías territoriales y a reducir las desigualdades en el acceso a la energía. Este enfoque no solo garantiza una mayor equidad en términos de oportunidades económicas, sino que también impulsa el desarrollo sostenible mediante el aprovechamiento de recursos renovables que respetan el medio ambiente.

Inclusión de Comunidades Vulnerables

La inclusión es un componente esencial en el desarrollo de las comunidades energéticas, ya que busca corregir desigualdades históricas en el acceso a recursos y servicios básicos, como la electricidad. Estas comunidades representan una oportunidad para empoderar a grupos vulnerables, como los pueblos indígenas, afrocolombianos y campesinos, al brindarles acceso directo y asequible a fuentes de energía renovable. La normativa vigente prioriza a estos grupos en la asignación de recursos públicos, promoviendo su participación en la transición energética y facilitando su integración en un modelo energético más equitativo.

Si bien aún no se han definido las líneas específicas de aplicación para los recursos, los apoyos previstos tienen el potencial de financiar infraestructura, asistencia técnica y programas de capacitación que fortalezcan la capacidad de estas comunidades para gestionar y mantener sus sistemas energéticos. Este enfoque no solo busca mejorar la calidad de vida en los territorios vulnerables, sino también respetar y reforzar las identidades culturales, promoviendo un desarrollo inclusivo y sostenible. Al garantizar que las comunidades sean protagonistas de su transición energética, se fomenta un progreso colectivo que valora la diversidad como un recurso estratégico.

Descentralización y Democratización Energética

La descentralización de la generación de energía es una característica fundamental en el modelo en desarrollo, esta permite a las comunidades locales gestionar su propia producción energética, reducir la dependencia de grandes operadores y promover una mayor eficiencia en el uso de los recursos. Además, al descentralizar la producción de energía, se fomenta una cultura de responsabilidad y conciencia ambiental entre los usuarios, quienes pueden ver de manera tangible los beneficios de un sistema energético gestionado localmente. La democratización energética implica que los ciudadanos puedan participar activamente en la toma de decisiones relacionadas con la producción y el consumo de energía, lo cual fortalece el tejido social y mejora la resiliencia de las comunidades ante crisis energéticas. Este modelo es especialmente relevante en zonas rurales, donde el acceso a la red eléctrica centralizada es limitado y los costos de suministro suelen ser elevados.

Mecanismos de Participación y Gobernanza

La gobernanza de las comunidades energéticas se fundamenta en un enfoque participativo, donde los miembros de la comunidad tienen voz y voto en decisiones clave sobre el funcionamiento y la administración de los recursos energéticos. A través de estructuras organizativas como cooperativas, empresas sin ánimo de lucro (ESAL) u otras asociaciones derivadas de juntas o consejos comunales, se fomenta la inclusión y la colaboración, permitiendo que todos los miembros contribuyan al desarrollo del proyecto. Las decisiones sobre financiamiento, expansión de infraestructura, mantenimiento y venta de excedentes energéticos se toman de manera conjunta, asegurando una distribución justa de los beneficios y promoviendo la transparencia y la confianza entre los participantes. Este modelo es esencial para la sostenibilidad a largo plazo, ya que fortalece el sentido de pertenencia y garantiza el respeto por los intereses de todos los involucrados. Asimismo,

en proyectos que involucren a comunidades étnicas, es imprescindible incluir procedimientos de consulta previa para respetar sus derechos territoriales y culturales, consolidando un enfoque verdaderamente participativo e inclusivo.

Impacto Ambiental y Contribución a la Descarbonización

Las comunidades energéticas contribuyen a los esfuerzos de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo parcialmente con los compromisos adquiridos en el Acuerdo de París y con las metas de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC). Al usar fuentes de energía renovable, como la solar o la eólica, estas comunidades disminuyen su dependencia de combustibles fósiles, lo cual ayuda a descarbonizar la matriz energética del país. Además, el enfoque en la eficiencia energética y en la reducción de pérdidas por transmisión hace que estas comunidades sean un modelo sostenible de producción energética. Este impacto ambiental positivo no solo beneficia al país en términos de reducción de emisiones, sino que también contribuye a la calidad de vida de los habitantes al mejorar la calidad del aire y reducir la exposición a combustibles contaminantes.

Rol del Estado y Entidades de Regulación

La participación del sector público es fundamental para el desarrollo de las comunidades energéticas. A través de entidades como la CREG y la UPME por ejemplo, el Estado establece los lineamientos técnicos, económicos y de seguridad que deben regir la operación de estas comunidades. Además, el Estado puede facilitar y dinamizar el proceso de la transición energética mediante herramientas que están a su alcance como incentivos fiscales, subsidios, capacitaciones y programas de financiamiento o de donación dirigidos a proyectos de energía renovable. Las políticas públicas y los marcos regulatorios implementados hasta el momento han contribuido a construir las bases gubernamentales que se espera permitan que las comunidades energéticas en el corto o mediano puedan acceder a la infraestructura, financiación y operación necesaria para la generación y distribución de energía. La participación de las entidades reguladoras garantizará que las comunidades energéticas operen dentro de un marco de sostenibilidad, eficiencia y equidad, y que se protejan los derechos de los consumidores en términos de calidad y continuidad del servicio.

3. Limitaciones y oportunidades en la promoción del sistema financiero en proyectos de energía renovable

Como se ha destacado en diferentes medios (documentos, foros, estudios, paneles, etc.), como en este documento, la transición hacia fuentes de energía alternativa representa una estrategia fundamental para diversificar la matriz energética del país, reducir las emisiones de carbono y mejorar la seguridad energética. De acuerdo con la (UPME, 2015), Colombia tiene un potencial técnico para instalar más de 6 GW de capacidad solar fotovoltaica, aprovechando las altas tasas de radiación que predominan en gran parte del territorio.

Según (Ortega Arango, y otros, 2024) en regiones costeras como Santa Marta y Riohacha, las tasas internas de retorno (TIR) de los proyectos solares superan el 50%, una cifra que refleja su atractivo financiero y capacidad para atraer inversiones privadas. Incluso en zonas menos favorables, como Bogotá y Manizales, las TIR oscilan entre el 10% y el 30%, superando el rendimiento de inversiones tradicionales como la renta fija, que ronda el 8% anual. Además de su viabilidad económica, los proyectos de energía solar pueden tener un impacto directo en la generación de empleo. Por cada MW instalado, se estima que se generan entre 20 y 30 empleos directos e indirectos durante la fase de construcción y otros 5 empleos permanentes para mantenimiento y operación.

En Colombia, donde la tasa de desempleo urbano alcanzó el 10,9% en 2023, estos proyectos podrían representar una oportunidad para fortalecer el mercado laboral, especialmente en regiones con altas tasas de informalidad. Asimismo, en sectores productivos como la industria y la agricultura, el uso de sistemas solares puede reducir los costos energéticos hasta en un 30%, mejorando significativamente la competitividad de las empresas.

Los beneficios económicos de estos proyectos van acompañados de importantes efectos sociales y ambientales. Para (Ortega Arango, y otros, 2024) en comunidades rurales, la electrificación mediante energía solar permite acceder a servicios básicos como agua potable mediante bombas eléctricas y una iluminación adecuada para la educación, mejorando la calidad de vida de aproximadamente 1,5 millones de personas en Colombia que aún no tienen acceso a la electricidad. Además, la reducción de la dependencia de combustibles fósiles evita la emisión de aproximadamente 1 tonelada de CO₂ por cada 1.000 kWh generados con energía solar. Esto no solo contribuye al cumplimiento de los compromisos internacionales de Colombia en el marco del Acuerdo de París, sino que también posiciona al país como un líder regional en la lucha contra el cambio climático.

Sin embargo, a pesar de sus ventajas, los proyectos solares enfrentan barreras significativas y diversas. **El alto costo inicial**, mejor denominada en el rigor financiero como CAPEX, sigue siendo una de las principales limitaciones, con un sistema residencial básico de 3 kWh que puede costar entre 16 y 80 millones de pesos. Este desafío se agrava por la **falta de acceso a esquemas de financiación** adecuados. Según (PNUMA & SER Colombia, 2021), el 70% de los usuarios residenciales interesados en instalar paneles solares o esquemas de energía renovable **no cuentan con opciones de crédito accesibles**. Esto limita la adopción de tecnologías limpias, especialmente en comunidades rurales y sectores de ingresos bajos.

Otra de las principales barreras para una mayor inserción de la banca privada en la financiación de proyectos de energía renovable es la **alta percepción de riesgo asociada a usuarios residenciales de bajos ingresos y pequeños negocios**. La falta de historial crediticio en estos segmentos, combinada con la informalidad laboral y la gestión financiera fuera del sistema bancario por parte de personas naturales y microempresas, dificulta la evaluación de su capacidad para respaldar obligaciones crediticias. Esta situación no solo desincentiva a las entidades financieras a desarrollar productos adaptados a sus necesidades, sino que también limita su acceso a esquemas de garantías que mitiguen los

riesgos percibidos. Además, aunque existen líneas de crédito diseñadas para grandes empresas, la oferta específica para usuarios residenciales y pequeños negocios sigue siendo insuficiente, lo que genera un vacío en el mercado y obstaculiza la masificación de los proyectos de energía renovable, como los sistemas solares distribuidos.

Para superar estas barreras, la participación del sistema financiero y la atracción de capital privado son esenciales. La creación de **esquemas de crédito adaptados**, como créditos de libranza solar con tasas competitivas y períodos de gracia, permitiría que más hogares y empresas accedan a esta tecnología. Adicionalmente, el **fomento de alianzas público-privadas o público-populares** puede garantizar un financiamiento más amplio y sostenible, compartiendo riesgos y maximizando beneficios. Según estimaciones del (BID, 2023), cada dólar invertido en energías renovables en América Latina genera entre 3 y 4 dólares en beneficios económicos, lo que resalta la importancia de dirigir recursos hacia este sector. Los proyectos de energía alternativa no solo ofrecen soluciones energéticas limpias y rentables, sino que también actúan como motores de desarrollo multisectorial. Con tasas de retorno competitivas, generación de empleos y beneficios ambientales, estas iniciativas tienen el potencial de transformar el panorama energético y económico del país. Focalizar el financiamiento en proyectos de alto impacto no solo garantizará su sostenibilidad, sino que también contribuirá al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible, atrayendo inversiones y promoviendo una economía más inclusiva y resiliente.

Una de las principales limitaciones para la financiación de proyectos de energía solar es la **falta de garantías adecuadas**, ya que los equipos solares no son considerados activos líquidos debido a la inexistencia de un mercado secundario desarrollado, lo que dificulta su uso como respaldo para créditos. Esto afecta especialmente a los usuarios residenciales que no poseen otros bienes utilizables como colateral. Sin embargo, **establecer alianzas estratégicas con comercializadores de energía** puede ser una solución efectiva para gestionar el recaudo y monitorear los proyectos, reduciendo riesgos operativos. Complementariamente, integrar la energía solar en esquemas de **créditos de reforma habitacional y fortalecer alianzas con aseguradoras** permitiría mitigar riesgos técnicos y financieros, aumentando la confianza de las entidades financieras. Estas medidas no solo fomentarían la adopción de tecnologías limpias, sino que también harían las soluciones energéticas más accesibles, beneficiando a un segmento más amplio de la población y acelerando la transición hacia un modelo energético sostenible.

Enfrentar las barreras que limitan la participación del sistema financiero en proyectos de energía alternativa requiere estrategias innovadoras que fortalezcan la confianza en este sector. Quizás uno de los puntos de inicio más efectivos es **la capacitación de ejecutivos bancarios en temas relacionados con la energía renovable**, lo que no solo mejora su capacidad para evaluar proyectos, sino que también optimiza la asesoría a los clientes, incrementando las tasas de aprobación de créditos. Además, la digitalización de procesos financieros ha facilitado el acceso al financiamiento, especialmente en regiones rurales donde las barreras logísticas limitan el alcance de los servicios tradicionales. Plataformas en línea para la solicitud y aprobación de créditos reducen significativamente los tiempos

de espera y mejoran la experiencia del usuario, generando un entorno más favorable para los interesados en proyectos solares.

Las **alianzas estratégicas entre bancos y desarrolladores de proyectos de energía renovable** también es un aspecto a ser claves para mitigar riesgos técnicos y financieros, al combinar la calidad técnica asegurada por los desarrolladores con la evaluación crediticia por parte de los bancos. Otras prácticas, como la **inclusión de períodos de gracia en los créditos**, permiten aliviar la carga financiera inicial de los usuarios durante la etapa de instalación, cuando los sistemas aún no generan beneficios tangibles. Asimismo, la **flexibilización de garantías**, como el uso de pagarés y seguros sobre activos, ha ampliado el acceso al financiamiento para usuarios sin colateral tradicional, fomentando una mayor adopción de tecnologías limpias y sostenibles.

Otra cara de la moneda, es el hecho que los proyectos de FNCER en Zonas No Interconectadas (ZNI) enfrentan desafíos más que significativos para garantizar su sostenibilidad a largo plazo. Aunque estas iniciativas buscan mejorar el acceso a la energía y reducir la dependencia de combustibles fósiles en regiones aisladas, su éxito depende de factores como la capacitación técnica de las comunidades locales, **el mantenimiento adecuado de los sistemas instalados y la disponibilidad de financiamiento continuo**. A pesar de los esfuerzos del Estado para implementar soluciones energéticas renovables en estas áreas, muchas de estas iniciativas no logran consolidarse debido a problemas en la sostenibilidad operativa y financiera, principalmente afectada por no estar articulada a procesos productivos que desarrollen capacidades que le permitan a las poblaciones garantizar su continuidad y a la falta de otros servicios públicos que faciliten el acceso de estas comunidades al tejido empresarial y de consumo del país.

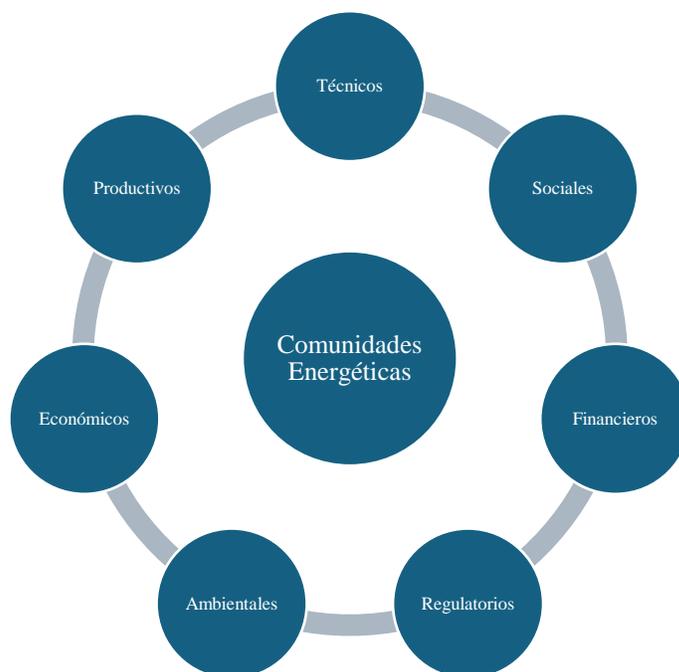
Además, la posibilidad de conectar proyectos en ZNI al SIN y comercializar excedentes de energía es prácticamente nula. La infraestructura necesaria para interconectar estas regiones con el SIN suele ser costosa y compleja de desarrollar, lo que restringe la viabilidad del proceso. Además, la normativa establece que las ZNI pierden su estatus una vez que logran conectarse al SIN bajo condiciones sostenibles, lo que puede limitar incentivos adicionales. En este contexto, lograr una integración efectiva de estas zonas al SIN y maximizar el aprovechamiento de sus recursos renovables **requiere de políticas públicas robustas, inversiones estratégicas y modelos de negocio adaptados a las condiciones locales que trascienden la capacidad del rol del sistema financiero**.

4. La ruta hacia la vinculación del sector financiero en las Comunidades Energéticas en Colombia

El proceso de las comunidades energéticas en Colombia ha estado marcado por diversas ambigüedades y objetivos múltiples que se buscan alcanzar con este tipo de proyectos. Sin embargo, esta problemática no puede entenderse como un solo problema con una única solución, como en las matemáticas. Es, en realidad, un conjunto de desafíos con múltiples orígenes y soluciones posibles. Para simplificar esta complejidad, se busca condensar los

principales retos de las comunidades energéticas en siete grandes desafíos o ejes de desarrollo.

Gráfico 1. Desafíos de las CE



Fuente: Elaboración propia

Estos desafíos se organizan ahora con el fin de identificar los objetivos que las comunidades energéticas buscan alcanzar, así como las principales problemáticas que enfrentan en cada uno de los ejes. Finalmente, se incluirá un ejemplo que facilite la comprensión de los ejes de análisis.

Tabla 1. Análisis transversal de las comunidades a partir de los desafíos

Tipo de Desafío	Objetivos Comunes para Superar Desafíos	Problemas Principales	Ejemplo Contextual
Técnicos	- Acceso a tecnologías accesibles y eficientes	- Falta de infraestructura adecuada	Microrredes no funcionales por falta de mantenimiento
	- Capacitación técnica comunitaria	- Limitado acceso a tecnologías modernas y sostenibles	
	- Implementación de microrredes y almacenamiento	- Falta de capacitación para operar y mantener sistemas energéticos	

Sociales	- Inclusión comunitaria en la planificación y ejecución	- Baja participación de la comunidad en los proyectos	Resistencia de comunidades debido a experiencias negativas previas
	- Sensibilización sobre los beneficios de la energía sostenible	- Conflictos internos en la gestión de recursos energéticos	
	- Creación de cooperativas o estructuras participativas	- Desconfianza hacia entidades públicas o privadas	
Financieros	- Acceso a financiamiento público y privado a tasas preferenciales	- Dificultad para acceder a financiamiento, especialmente en comunidades vulnerables	Incapacidad de adquirir tecnología renovable por falta de recursos (créditos, inversiones, etc.)
	- Esquemas de financiamiento colectivo o mixto	- Falta de recursos iniciales para inversión en infraestructura	
	- Generación de ingresos sostenibles mediante venta de excedentes de energía	- Altos costos de operación y mantenimiento	
Regulatorios	- Simplificación de trámites y permisos	- Marco legal complejo o inadecuado para comunidades energéticas	Retrasos en permisos para proyectos de generación distribuida
	- Creación de políticas específicas para comunidades energéticas	- Limitaciones para vender excedentes al sistema nacional	
	- Establecimiento de tarifas justas para la venta de energía	- Falta de claridad en las responsabilidades institucionales	
Ambientales	- Soluciones basadas en la naturaleza para proteger infraestructura	- Vulnerabilidad al cambio climático (sequías, inundaciones)	Reducción de eficiencia en paneles solares por condiciones climáticas adversas
	- Proyectos resilientes al cambio climático	- Impactos ambientales de proyectos mal planificados	

		(deforestación, daño a ecosistemas)	
	- Monitoreo ambiental continuo para minimizar impactos negativos	- Pérdida de biodiversidad por proyectos energéticos no sostenibles	
Económicos	- Generación de empleos directos e indirectos mediante proyectos energéticos	- Falta de oportunidades de empleo relacionadas con los proyectos energéticos	Ingresos comunitarios limitados pese a la disponibilidad de energía solar o eólica. No se desarrollan cadenas de valor en áreas agrícolas con electrificación.
	- Estimulación de industrias locales que aprovechen la energía generada	- Falta de encadenamientos productivos derivados de la energía	
	- Diversificación de actividades económicas aprovechando la energía	- Dependencia económica de una sola fuente de ingreso o actividad	
Productivos	- Integración de la energía renovable con actividades productivas (agricultura, manufactura, comercio)	- Desconexión entre los sistemas energéticos y las actividades productivas locales	Procesamientos productivos (agrícola o comercial) limitados por falta de equipamiento eléctrico
	- Capacitación en tecnologías y procesos productivos asociados al uso de energía sostenible	- Falta de capacitación para transformar energía en valor agregado productivo	
	- Desarrollo de mercados locales y regionales para productos derivados del uso de energía sostenible	- Escasa comercialización de productos energéticamente transformados	

Fuente: Elaboración propia

Una vez identificados y clasificados los objetivos y problemas que las comunidades energéticas buscan atender por cada eje de desarrollo, se debe ahora categorizar los esquemas asociativos de Comunidades Energéticas que pueden resultar más idóneos para atender los desafíos y solventar la mayor parte de los problemas identificados. Como se mencionó en la [sección 2](#), estas comunidades estarán conformadas por agrupaciones poblacionales que incluyen hogares, empresas y actores públicos, los cuales podrán interoperar en el funcionar de las CE conforme a sus capacidades y misionalidades, así

como podrán participar o no entre los diferentes esquemas asociativos, según sea el caso. A continuación, se destacan algunos esquemas asociativos que podrían adoptarse para abordar los diferentes ejes de desafío (**Gráfico 1**) y dar cumplimiento y solución a sus objetivos y problemáticas particulares (**Tabla 1**):

Tabla 2. Tipos de Esquemas Asociativos de Comunidades Energéticas

Asociaciones o Cooperativas*	Entidades sin Ánimo de Lucro	APP-APPo	Consortio o Unión Temporal	Sociedad Comercial
Son estructuras democráticas en las que los miembros son propietarios y gestores. Se organizan para satisfacer necesidades comunes relacionadas con energía, como la generación y distribución de fuentes renovables.	Organizaciones orientadas a objetivos sociales o ambientales, como promover la sostenibilidad energética o electrificar áreas vulnerables, sin buscar ganancias económicas.	Acuerdos formales entre gobiernos y actores privados y comunitarios para desarrollar proyectos de infraestructura energética sostenible. Con la integración/participación de organizaciones comunitarias y populares.	Acuerdos entre varias entidades (privadas, públicas o mixtas) para colaborar en un proyecto energético específico, con un enfoque temporal.	Empresas con fines de lucro que operan en el mercado energético, generando y comercializando energía renovable.

Fuente: Elaboración propia

** Es importante señalar que las asociaciones y/o cooperativas pueden participar como actores dentro de las estructuras de otras alternativas organizativas, fortaleciendo el componente social y asegurando un impacto directo en las comunidades, sin que esto implique necesariamente un respaldo financiero o técnico, sino aportando desde sus capacidades.*

La participación de estas asociaciones y cooperativas en otras estructuras de comunidades energéticas es clave para su éxito, ofreciendo ventajas significativas, tales como: i) el empoderamiento local, asegurando que los proyectos respondan a las necesidades específicas de la comunidad y no se desvíen de los objetivos sociales; ii) la maximización de recursos, integrando el capital social y comunitario con recursos técnicos y financieros de otros actores; y iii) la promoción de encadenamientos productivos, facilitando la conexión entre los proyectos energéticos y las actividades productivas locales, lo que contribuye al desarrollo integral de las comunidades. Sin embargo, deben superarse desafíos como el equilibrio de intereses, asegurando que los objetivos comunitarios no se vean subordinados a prioridades comerciales, así como el fortalecimiento de capacidades técnicas para garantizar la durabilidad de la infraestructura. Además, es necesario contar con un marco legal sólido que defina de manera clara y equitativa los roles, beneficios y responsabilidades de todas las partes dentro de las estructuras organizativas.

Esto da lugar a la búsqueda de sinergias entre los actores involucrados, lo que facilita el logro de los objetivos de las Comunidades Energéticas y permite superar las barreras que limitan la sostenibilidad y productividad de las soluciones energéticas. Las soluciones energéticas deben abordar los siete ejes de desarrollo planteados, y a continuación se analiza de forma integral las diferentes dimensiones que pueden orientar a las comunidades hacia el esquema asociativo más adecuado para garantizar los objetivos planteados.

Tabla 3. Caracterización de los esquemas asociativos de Comunidades Energéticas

#	Aspecto	Asociaciones o Cooperativas	Entidades sin Ánimo de Lucro	APP-APPo	Consortio o Unión Temporal	Sociedad Comercial
1	Objetivo Principal	Beneficiar a sus miembros	Beneficio comunitario general	Desarrollo público-privado-Popular	Proyecto específico temporal	Rentabilidad económica
2	Duración	Permanente	Permanente	Mediano a largo plazo	Temporal	Permanente
3	Estructura	Democrática, "un miembro, un voto"	Junta directiva sin propietarios	Contrato formal	Acuerdo de colaboración	Nueva entidad jurídica con estatutos
4	Participación	Miembros comprometidos	Comunidad o beneficiarios	Público – privado - comunitario	Público, privado o ambos	Generalmente privado
5	Beneficio Principal	Distribución o reinversión en los miembros	Reinversión en objetivos sociales o ambientales	Sinergia de recursos	Flexibilidad	Atrae inversión y escalabilidad
6	Modelo de Financiación	Aportes de miembros, ingresos por servicios	Donaciones, subvenciones, financiación mixta	Fondos públicos y privados	Recursos compartidos entre partes	Capital privado
7	Nivel de Participación de los Beneficiarios	Alta (gestión directa)	Moderada (beneficiarios pasivos)	Moderada-Alta (colaborativa)	Moderada (colaborativa)	Moderada-Baja (accionistas o clientes)
8	Riesgo Asumido	Compartido entre los miembros	Bajo (riesgo asumido por donantes)	Compartido entre las partes	Compartido según el acuerdo	Alto (propietarios privados)
9	Flexibilidad en Implementación	Media, adaptable a las necesidades locales	Alta, orientada a objetivos sociales	Media/Alta, sujeta a contratos	Alta, enfocada en proyectos específicos	Media, con enfoque regulado
10	Sostenibilidad Económica	Baja, depende de los ingresos recurrentes	Media, depende de financiamiento	Alta, con respaldo público-privado	Media, limitada a la duración del proyecto	Alta, depende de la rentabilidad
11	Enfoque Normativo	Reglamentado por leyes cooperativas o asociativas	Normativa para entidades sin fines de lucro	Regulación específica para APP y APPo	No requiere marco normativo específico	Reglamentado por leyes corporativas

Fuente: Elaboración propia

Para un mejor entendimiento de la [Tabla 3](#), a continuación, se explican los aspectos considerados en cada categoría, que contribuirán a la categorización de las alternativas más viables para el desarrollo de comunidades energéticas sostenibles y productivas:

Tabla 4. Aspectos considerados para la caracterización

Objetivo Principal	Define el propósito fundamental de cada modelo, ya sea beneficiar a los miembros, generar rentabilidad, cumplir objetivos sociales o desarrollar proyectos específicos.
Duración	Se refiere al tiempo de operación esperado para el modelo. Puede ser permanente (enfoque a largo plazo) o temporal (limitado a un proyecto).
Estructura	Describe cómo se organiza y toma decisiones el modelo, desde estructuras democráticas (cooperativas) hasta formales y contractuales (APP, sociedades comerciales).
Participación	Evalúa el nivel de involucramiento de los beneficiarios en la gestión. Algunos modelos son altamente participativos (cooperativas), mientras que otros limitan la participación (sociedades comerciales).
Beneficio Principal	Identifica quién recibe las ganancias o beneficios del modelo: los miembros, la comunidad general, los accionistas o una combinación de estos.
Modelo de Financiación	Define cómo se obtienen los recursos para operar, ya sea aportes directos, donaciones, fondos públicos, ingresos comerciales o créditos.
Nivel de Participación de los Beneficiarios	Indica el grado de influencia de los beneficiarios en las decisiones y operaciones, desde roles activos hasta meramente receptores de beneficios.
Riesgo Asumido	Representa quién carga con los riesgos financieros u operativos del proyecto, desde un reparto equitativo (cooperativas, APP) hasta un único actor (sociedades comerciales).
Flexibilidad en Implementación	Evalúa qué tan adaptable es el modelo a diferentes contextos o necesidades, importante para proyectos en comunidades diversas.
Sostenibilidad Económica	Analiza la capacidad del modelo para generar recursos que aseguren su operación en el largo plazo, considerando su dependencia de ingresos o financiamiento.
Enfoque Normativo	Expone el marco legal que regula cada modelo, asegurando su funcionamiento según las leyes aplicables y su compatibilidad con los objetivos planteados.

Fuente: Elaboración propia

La caracterización de los esquemas asociativos de comunidades energéticas en Colombia debe tener en cuenta, además de los aspectos específicos mencionados en la [Tabla 3](#), los desafíos transversales que enfrentan, especialmente en regiones rurales con problemas de acceso a infraestructura, zonas afectadas por el conflicto armado, donde la baja confianza en proyectos externos y las dificultades sociales son predominantes, y comunidades indígenas y afrodescendientes, donde es esencial garantizar la protección de sus territorios frente a proyectos energéticos que puedan vulnerar sus derechos.

Por lo tanto, la solución integral para elegir el modelo adecuado radica en esquemas híbridos que combinen la participación comunitaria, el apoyo institucional y la colaboración con actores privados, fortaleciendo las capacidades locales y garantizando la sostenibilidad social, económica y ambiental de las comunidades energéticas.

Las alternativas más idóneas son aquellas que permiten combinar participación, sostenibilidad económica y la capacidad de atraer inversión, lo cual fomenta el desarrollo local.

Gráfico 2. Idoneidad de los esquemas de CE



Fuente: Elaboración propia

La idoneidad de los esquemas asociativos se concentra en aquellos que permiten la participación de actores estratégicos, como el gobierno nacional, local o las empresas regionales y locales. Sin embargo, el espíritu de las asociaciones o cooperativas sigue siendo un elemento fundamental para el desarrollo de las comunidades energéticas. Estas pueden participar como actores dentro de estructuras de Alianzas Público-Privadas (APP), Consortios o Uniones Temporales, y Sociedades Comerciales. Esta integración permite

combinar las ventajas de los modelos comunitarios con las estructuras más grandes y robustas, maximizando el impacto de las comunidades energéticas.

La experiencia en Colombia con las Alianzas Público-Populares (APPo) refuerza cómo las organizaciones comunitarias pueden desempeñar un rol clave en estas estructuras. A continuación, se explican cómo pueden interactuar y complementarse estas alternativas:

En Alianzas Público-Privadas (APP) – Público-Populares (APPo)

Las cooperativas pueden desempeñar un papel fundamental como socios locales, aportando conocimiento del contexto, infraestructura inicial o recursos humanos. Al igual que en el modelo de las APPo, en las APP las entidades comunitarias tienen la capacidad de facilitar la implementación de proyectos energéticos en sus territorios, asegurando que estos respondan a las necesidades locales.

Por ejemplo, una cooperativa local podría asociarse con un gobierno municipal y una empresa privada para instalar una planta solar. Esta colaboración podría incluir la subcontratación de servicios por parte de las empresas privadas a la cooperativa, promoviendo el desarrollo económico local y fortaleciendo las capacidades dentro de la comunidad. Además, la inclusión de cláusulas sociales en los contratos de las APP puede garantizar que los beneficios lleguen directamente a la comunidad, reforzando el componente social de estas alianzas. Esto asegura que las APP no solo se enfoquen en la eficiencia y rentabilidad, sino también en el desarrollo inclusivo y sostenible.

En Consorcios o Uniones Temporales

Las asociaciones o cooperativas también pueden integrarse en consorcios, aportando capital, experiencia local o capacidad de gestión comunitaria. Como miembros temporales, pueden participar en proyectos específicos, como la construcción de microrredes energéticas o sistemas de energía compartida. En este contexto, las cooperativas actúan como actores fundamentales para facilitar el éxito del proyecto, aportando conocimientos del territorio y movilizándolo recursos locales.

Un ejemplo sería una cooperativa de agricultores que se una a un consorcio temporal para desarrollar una planta de biogás utilizando desechos agrícolas. Este modelo es compatible con las prácticas promovidas en las APPo, donde las comunidades son parte activa en la ejecución de proyectos, beneficiándose directamente del uso de la energía generada y fortaleciendo la cadena de valor local.

En Sociedades Comerciales

Las cooperativas pueden ser accionistas o inversores minoritarios en sociedades comerciales, garantizando su participación en la toma de decisiones estratégicas y asegurando beneficios económicos sostenibles para sus miembros. Además, estas organizaciones comunitarias pueden ser subcontratadas como proveedores de

servicios locales, generando empleo y promoviendo el desarrollo económico de la región.

Por ejemplo, una cooperativa energética podría invertir en una sociedad comercial dedicada a construir plantas eólicas. Similar al enfoque de las APPo, esta relación permite que las comunidades participen activamente en los proyectos, generando ingresos mientras fortalecen su autonomía y representación en iniciativas de mayor escala. Otro ejemplo relevante son las comunidades de Cabo de la Vela (La Guajira), que han trabajado con empresas como Celsia para desarrollar proyectos de energía solar. En un modelo similar, una asociación comunal podría liderar la gestión local de un proyecto, con el respaldo técnico y financiero de una distribuidora como Enel o EPM.

Lo anterior demuestra que experiencias como las APPo deja en evidencia cómo las organizaciones comunitarias tienen el potencial de desempeñar un papel central en proyectos energéticos de mayor escala, siempre que se les otorgue un espacio dentro de las estructuras organizativas. Esta integración, ya sea como socios locales, subcontratistas o beneficiarios de cláusulas sociales, asegura que las comunidades no solo reciban acceso a la energía, sino que también se conviertan en participantes activos en el desarrollo económico y social derivado de estos proyectos.

De esta forma, las asociaciones o cooperativas no solo se integran efectivamente en las estructuras de APP, Consorcios o Sociedades Comerciales, sino que también fortalecen el impacto de estos modelos al alinearse con prácticas inclusivas y sostenibles que promueven el bienestar comunitario y el desarrollo estratégico.

El caso especial de las ESAL

Las entidades sin ánimo de lucro (ESAL) tienen la capacidad de articular recursos del sector privado e incluso acceder a financiamiento de bancos y otras instituciones financieras, siempre que estos mecanismos estén alineados con su misión y objetivos. A través de donaciones y patrocinios, muchas empresas privadas apoyan financieramente a las ESAL como parte de sus estrategias de responsabilidad social empresarial (RSE). Además, estas entidades pueden establecer alianzas estratégicas con empresas privadas para desarrollar proyectos conjuntos, donde las compañías aportan recursos, tecnología o experiencia. En varios países, las empresas que realizan donaciones a ESAL también reciben beneficios fiscales, incentivando estas contribuciones.

El acceso al financiamiento con bancos es otra vía clave para las ESAL. Algunas instituciones financieras ofrecen líneas de crédito diseñadas específicamente para proyectos con impacto social o ambiental, y las ESAL pueden acceder a ellas si cumplen con los criterios establecidos. También pueden recurrir a garantías o avales, respaldados por socios o donantes, para asegurar préstamos. Organismos internacionales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) o el Banco Mundial brindan financiamiento a

proyectos liderados por ESAL, especialmente aquellos relacionados con sostenibilidad energética o desarrollo comunitario. Además, el crowdfunding financiero representa una herramienta efectiva para movilizar recursos directamente desde individuos y empresas privadas.

Un ejemplo práctico de articulación y financiamiento podría ser una ESAL enfocada en energía sostenible. Esta organización podría establecer alianzas con empresas tecnológicas para recibir paneles solares donados, presentar un proyecto de electrificación rural a un banco de desarrollo asegurando el repago con ingresos futuros generados por tarifas comunitarias, y buscar fondos internacionales como el Fondo Verde del Clima para apalancar recursos adicionales. Estas estrategias diversifican las fuentes de financiamiento, fortaleciendo la capacidad de la ESAL para implementar proyectos de alto impacto.

Para garantizar el éxito de estas iniciativas, es crucial que las ESAL prioricen la sostenibilidad de sus proyectos y demuestren cómo los fondos serán utilizados para maximizar el impacto social. Además, deben asegurar una gobernanza sólida, manteniendo transparencia en el uso de los recursos y en los resultados obtenidos. Aunque no persiguen lucro, las ESAL tienen acceso a una variedad de herramientas y recursos financieros que les permiten movilizar capital privado e institucional, logrando cumplir sus objetivos sociales o ambientales de manera efectiva.

A pesar de estar orientadas principalmente a objetivos sociales o ambientales, las entidades sin ánimo de lucro (ESAL) cuentan con una estructura que permite la participación activa de comunidades, actores públicos y privados, e incluso de un cuarto actor clave: los benefactores y donantes. Estos últimos no solo aportan recursos financieros o en especie, sino que también pueden influir en la orientación estratégica de los proyectos, condicionando los objetivos a la alineación con sus intereses o prioridades filantrópicas. Este componente puede fortalecer la capacidad de las ESAL para movilizar recursos, pero también introduce una dependencia que podría limitar su autonomía y sostenibilidad a largo plazo. Aunque las ESAL son una alternativa viable para implementar proyectos de alto impacto social, su capacidad de generar encadenamientos económicos y productivos sostenibles tiende a ser menor en comparación con modelos como las Alianzas Público-Privadas (APP) o las Sociedades Comerciales. Estas últimas tienen estructuras diseñadas para atraer inversión significativa y garantizar escalabilidad, características que posicionan a las ESAL como un complemento necesario, pero no como la solución más favorable en todos los contextos.

4.1. Ejercicio de los roles participativos en las CE

Para abordar las necesidades de las comunidades energéticas, es indispensable identificar y organizar los roles específicos que los diferentes actores pueden desempeñar dentro de los modelos de esquemas idóneos. Estos esquemas, diseñados para ir más allá del simple acceso a la energía, buscan fomentar encadenamientos económicos, laborales y

estratégicos. En este sentido, la colaboración entre comunidades locales, gobiernos (nacionales o locales) y empresas regionales o locales se convierte en un pilar fundamental para garantizar el éxito de estas iniciativas.

En primer lugar, las comunidades representan el corazón de los proyectos energéticos, desempeñando un rol esencial al aportar recursos locales como mano de obra, conocimiento del territorio y una conexión directa con las necesidades y prioridades específicas del área. Su participación asegura que los proyectos sean relevantes y sostenibles, al integrarse a las características sociales, culturales y económicas del entorno. Además, las comunidades se convierten en protagonistas al apropiarse de los proyectos, ya sea como usuarios finales, gestores o incluso copropietarios mediante esquemas como asociaciones o cooperativas. Este protagonismo no solo fortalece la cohesión social, sino que también permite que los proyectos generen beneficios tangibles, como la creación de empleo local y el impulso al desarrollo comunitario.

Por otro lado, el gobierno desempeña un papel crucial en el desarrollo de comunidades energéticas, actuando como regulador, facilitador y co-financiador. En su rol de regulador, asegura que los proyectos cumplan con las normativas vigentes y se alineen con las políticas públicas de sostenibilidad social y ambiental. Como facilitador, promueve alianzas estratégicas entre actores públicos, privados y comunitarios, creando un entorno propicio para la inversión y la cooperación. Asimismo, como cofinanciador, el gobierno contribuye con subsidios, incentivos fiscales y fondos públicos que permiten viabilizar proyectos en comunidades vulnerables, maximizando así su impacto social.

Finalmente, las empresas locales o regionales se consolidan como actores clave al aportar recursos técnicos, financieros y operativos que garantizan la viabilidad y eficiencia de los proyectos. Su experiencia en la implementación de infraestructura energética, el acceso a tecnologías avanzadas y su capacidad para movilizar capital las posicionan como el motor técnico de las comunidades energéticas. Además, estas empresas juegan un papel estratégico al fomentar la escalabilidad y sostenibilidad de los proyectos, identificando oportunidades de expansión y promoviendo la integración de las comunidades energéticas en cadenas productivas más amplias. Este enfoque empresarial no solo asegura la rentabilidad de las iniciativas, sino que también maximiza su impacto económico y social, alineándolas con las necesidades locales y los objetivos de desarrollo sostenible.

La [Tabla 5](#) presenta una visión clara y estructurada de cómo cada participante puede contribuir desde sus capacidades y recursos específicos, asegurando el dominio y la sostenibilidad de los proyectos. Esta organización busca resaltar la importancia de la integración de estos actores, alineando objetivos sociales, ambientales y económicos para maximizar el impacto de las CE.

Tabla 5. Roles clave de los participantes en los modelos de comunidades energéticas idóneos

Modelo de Esquema	Participante	Roles
-------------------	--------------	-------



Sociedades Comerciales	Comunidades	Consumidores de energía generada
		Proveedores locales de recursos o servicios
		Accionistas minoritarios en proyectos
	Gobierno	Regulador del sector energético
		Apoyo técnico transversal al proyecto
		Ofrecimiento de incentivos fiscales o financieros para inversión en energía renovable
Empresas	Desarrollo, operación y mantenimiento de infraestructura energética	
	Captación de inversión privada y expansión de mercados	
APP - APPo	Comunidades	Representantes locales aportando conocimiento del contexto y necesidades específicas
		Proveedores locales de recursos o servicios
		Beneficiarios directos de los proyectos
	Gobierno	Facilitador de alianzas entre sectores privados y comunidades
		Apoyo técnico transversal al proyecto
		Cofinanciamiento y regulación de los proyectos
Empresas	Promoción de políticas públicas integradoras	
	Proveedora de experiencia técnica, tecnología y recursos financieros	
	Desarrollo, operación y mantenimiento de infraestructura energética	
Consortios o Uniones Temporales	Comunidades	Garantía de eficiencia en la ejecución de proyectos
		Aportación de recursos locales y mano de obra
		Consumidores de energía generada
	Gobierno	Participación en decisiones específicas del proyecto
		Regulación y supervisión del cumplimiento normativo
		Apoyo técnico transversal al proyecto
Empresas	Apoyo financiero para proyectos estratégicos	
	Ofrecimiento de incentivos fiscales o financieros para inversión en energía renovable	
	Colaboración en proyectos conjuntos con experiencia técnica	
		Desarrollo, operación y mantenimiento de infraestructura energética

Entidades Sin Ánimo de Lucro (ESAL)	Comunidades	Desarrollo de infraestructura enfocada en necesidades apremiantes
		Beneficiarios directos de proyectos enfocados en sostenibilidad y equidad
		Inversores iniciales mediante aportes colectivos
		Aportación de mano de obra local y conocimiento territorial
	Gobierno	Proveedor de subsidios o fondos públicos para proyectos sociales
		Apoyo técnico transversal al proyecto
		Apoyo financiero para proyectos estratégicos
	Empresas	Intermediario con organismos internacionales de financiamiento
		Donantes o patrocinadores en el marco de responsabilidad social empresarial
		Proveedores de recursos tecnológicos y capacitación técnica

Fuente: Elaboración propia

4.2. Integración de los actores en el desarrollo de los proyectos de las CE

La integración de los actores es uno de los aspectos más importantes en el proceso de desarrollo de proyectos de comunidades energéticas, ya que cada participante desempeña un rol crucial en las diferentes etapas del ciclo de vida del proyecto. Desde la identificación inicial de necesidades hasta la operación y mantenimiento del sistema energético, es esencial coordinar la participación de las comunidades locales, la gestión estratégica del gobierno y el aporte técnico y financiero de las empresas y sistema financiero privado. Este enfoque colaborativo asegura que los proyectos sean sostenibles, inclusivos y alineados con los objetivos sociales, ambientales y económicos de las comunidades.

Para alcanzar esta integración, es necesario partir de un aspecto básico que, una vez definido y aclarado, permitirá avanzar hacia los temas realmente estratégicos para las comunidades energéticas, evitando centrarse únicamente en aspectos estrictamente técnicos. En este contexto, la metodología de proyectos de ciclo de vida (Project Life Cycle, PLC) se posiciona como la más adecuada para proyectos de comunidades energéticas, gracias a su enfoque estructurado y secuencial, que garantiza un abordaje integral en cada etapa del desarrollo. Este modelo facilita la planificación, ejecución y evaluación de proyectos de manera sistemática, abarcando dimensiones técnicas, económicas, sociales y ambientales. Dado que la sostenibilidad y la participación comunitaria son fundamentales en este tipo de iniciativas, el PLC asegura que cada paso esté alineado con los objetivos estratégicos y adaptado a las necesidades locales.

El ciclo de vida de los proyectos se desarrolla en siete etapas clave. La primera es la iniciación, donde se identifica la necesidad del proyecto y se definen sus objetivos generales. En esta etapa, se realiza una evaluación inicial para determinar si la idea es viable y se establece un marco preliminar que guíe las siguientes fases. Esto incluye la identificación de actores clave, la recopilación de datos iniciales y la determinación de los recursos necesarios para avanzar a la siguiente etapa.

La segunda etapa, la planificación, implica un análisis detallado de viabilidad técnica, económica, social y ambiental. Se establecen metas específicas, estrategias y un cronograma detallado que guíe el desarrollo del proyecto. Esta fase también incluye la definición de roles, la asignación de recursos y la preparación de una hoja de ruta que alinee los esfuerzos de todos los actores involucrados. La planificación garantiza que el proyecto tenga una base sólida antes de pasar al diseño detallado y la ejecución.

La tercera y cuarta etapas son el diseño y la implementación. Durante el diseño, se desarrollan especificaciones técnicas detalladas, planos y procesos que guiarán la construcción o instalación de la infraestructura. En la etapa de implementación, se lleva a cabo la ejecución física del proyecto, que incluye la construcción, instalación de equipos, pruebas de funcionamiento y puesta en marcha. Ambas fases son fundamentales para traducir los planes en acciones concretas, asegurando que los sistemas energéticos cumplan con los estándares de calidad y sean funcionales para la comunidad.

Finalmente, las últimas tres etapas del ciclo de vida son la operación, el mantenimiento y el cierre del proyecto. La operación y el mantenimiento aseguran que el sistema funcione de manera eficiente durante su vida útil, mediante actividades como el monitoreo continuo, ajustes operativos y mantenimiento preventivo. En la etapa de cierre, se evalúa el cumplimiento de los objetivos iniciales, se documentan las lecciones aprendidas y se gestionan los procedimientos finales, como auditorías o desmantelamiento, si es necesario. Estas fases garantizan que el proyecto no solo sea sostenible, sino que también genere un impacto positivo duradero en la comunidad energética.

Tabla 6. Roles de los actores en las fases del ciclo de vida de los proyectos de comunidades energéticas por cada esquema

Fase del Ciclo de Vida	Esquema de Comunidad Energética	Rol de las Comunidades	Rol del Gobierno	Rol de las Empresas
Iniciación	Sociedades Comerciales	Identificar necesidades locales y proponer proyectos energéticos.	Brindar lineamientos normativos y promover la participación comunitaria.	Evaluar la viabilidad inicial del proyecto y los beneficios económicos potenciales.

	APP	Aportar conocimiento territorial y priorizar necesidades comunitarias.	Promover alianzas entre sectores público, privado y comunitario; ofrecer incentivos para el proyecto.	Identificar oportunidades para la implementación de tecnologías FNCER.
	Consortios/Uniones Temporales	Participar en la definición del alcance del proyecto y necesidades específicas.	Proporcionar apoyo inicial, como financiamiento parcial o asistencia técnica.	Analizar la viabilidad del proyecto en función de las capacidades locales.
	ESAL	Definir prioridades sociales y ambientales del proyecto desde la perspectiva comunitaria.	Brindar apoyo normativo y acceso a fondos para proyectos con alto impacto social.	Apoyar en la provisión de servicios técnicos complementarios.
Planificación (prefactibilidad)	Sociedades Comerciales	Colaborar en el diseño del proyecto, asegurando que las soluciones sean socialmente aceptables.	Facilitar permisos y asegurar la coherencia con las políticas públicas.	Elaborar el plan estratégico y realizar estudios de viabilidad técnica y económica.
	APP	Asegurar la representatividad de la comunidad en los procesos de planificación.	Financiar parcialmente el proyecto y establecer metas de sostenibilidad.	Diseñar el proyecto técnico en colaboración con actores públicos y comunitarios.
	Consortios/Uniones Temporales	Aportar datos locales y participar en consultas para garantizar la alineación del proyecto con sus objetivos.	Supervisar la planificación y apoyar la coordinación entre los actores.	Desarrollar planes específicos de acuerdo con las capacidades locales y los objetivos comunitarios.
	ESAL	Contribuir con información local y asegurar la alineación con los objetivos	Facilitar recursos o incentivos para iniciativas con impacto en la comunidad.	Apoyar en la validación de estudios de viabilidad.

sociales y ambientales.

Diseño (factibilidad)	Sociedades Comerciales	Aportar retroalimentación sobre el diseño técnico para garantizar la aceptación comunitaria.	Revisar y aprobar el diseño final en cumplimiento con los marcos regulatorios.	Realizar el diseño detallado del sistema energético, incluyendo la selección de tecnologías.
	APP	Validar el diseño propuesto para asegurar que refleje las prioridades de la comunidad.	Coordinar revisiones técnicas y regulatorias.	Elaborar el diseño técnico con foco en eficiencia, sostenibilidad y viabilidad financiera.
	Consortios/Uniones Temporales	Participar en reuniones de validación del diseño.	Asegurar el cumplimiento normativo y facilitar conexiones interinstitucionales.	Crear diseños modulares y flexibles adaptados a las capacidades locales.
	ESAL	Validar el diseño con las comunidades para garantizar que sus necesidades estén contempladas.	Asegurar el cumplimiento de regulaciones aplicables.	Ofrecer soporte técnico complementario si es necesario.
Implementación	Sociedades Comerciales	Apojar con mano de obra local y supervisión comunitaria.	Monitorear el cumplimiento de estándares de calidad y regulaciones.	Construir e instalar las infraestructuras energéticas.
	APP	Supervisar el desarrollo del proyecto para asegurar beneficios comunitarios. Apoyar con mano de obra local	Proveer apoyo técnico y supervisión regulatoria.	Ejecutar la construcción y proveer tecnología adecuada para FNCER.

	Consorcios/Uniones Temporales	Facilitar el acceso a recursos locales, como terrenos y personal.	Garantizar la integración con políticas locales y apoyo técnico.	Implementar el proyecto con aportes de todos los socios involucrados.
	ESAL	Asegurar que la comunidad participe activamente en la implementación.	Facilitar recursos o programas de apoyo social durante la ejecución.	Ofrecer servicios adicionales relacionados con el bienestar social.
Operación y Mantenimiento	Sociedades Comerciales	Participar en actividades de monitoreo y mantenimiento básico.	Garantizar la continuidad del marco regulatorio favorable.	Gestionar la operación y realizar mantenimientos preventivos y correctivos. c
	APP	Formar comités locales para supervisar la operación del sistema. Participar en el mantenimiento.	Establecer sistemas de monitoreo y evaluar el cumplimiento de los objetivos del proyecto.	Asegurar el mantenimiento de equipos y entrenar personal local.
	Consorcios/Uniones Temporales	Supervisar el funcionamiento del sistema para garantizar los beneficios esperados. Participar en el mantenimiento.	Facilitar inspecciones periódicas y evaluar indicadores de impacto.	Gestionar la operación del sistema hasta el final del periodo establecido por el consorcio. Entrenar personal local.
	ESAL	Monitorear el impacto social y ambiental en la comunidad. Participar en el mantenimiento.	Promover la sostenibilidad regulatoria y garantizar la participación continua de la comunidad.	Proveer soporte técnico si es necesario.
Cierre y Evaluación	Sociedades Comerciales	Documentar la percepción de la comunidad sobre el impacto del proyecto.	Realizar auditorías finales y asegurar el cumplimiento de los compromisos sociales y ambientales.	Generar reportes de desempeño y realizar ajustes necesarios para futuros proyectos.

APP	Participar en consultas sobre la evaluación del impacto y el cierre del proyecto.	Coordinar la evaluación final y recopilar lecciones aprendidas.	Preparar reportes finales y evaluar la posibilidad de replicar el proyecto en otras comunidades.
Consorcios/Uniones Temporales	Evaluar los beneficios obtenidos y proporcionar retroalimentación para futuros proyectos.	Garantizar que los objetivos iniciales hayan sido alcanzados y documentar los resultados.	Presentar un informe final que resuma logros, desafíos y recomendaciones futuras.
ESAL	Participar en las evaluaciones finales para validar el cumplimiento de objetivos sociales y ambientales.	Revisar las conclusiones del proyecto y proponer mejoras en políticas públicas.	Apoyar con análisis complementarios si es necesario.

Fuente: Elaboración propia

4.3. El rol del sector financiero en el desarrollo de los proyectos de las CE

El sistema financiero se posiciona como un actor esencial en el desarrollo de las comunidades energéticas, al proporcionar los recursos monetarios necesarios para apalancar las inversiones en cada fase del ciclo de vida de los proyectos. Desde la iniciación y planificación, el financiamiento para estudios de preinversión y viabilidad es clave para establecer la factibilidad técnica, económica y social del proyecto. En la fase de diseño e implementación, los créditos permiten adquirir equipos y construir la infraestructura necesaria, garantizando que los sistemas energéticos sean funcionales y sostenibles. Durante la operación y mantenimiento, el sistema financiero puede asegurar la continuidad del proyecto mediante recursos para monitoreo, mantenimiento preventivo y actualización tecnológica. Finalmente, en la etapa de cierre y evaluación, respalda auditorías finales, estudios de impacto y la documentación de lecciones aprendidas, esenciales para mejorar la replicabilidad y sostenibilidad de futuros proyectos. Este acompañamiento transversal permite que actores clave como empresas, gobiernos y comunidades trabajen de manera coordinada, asegurando que los proyectos de CE sean técnica, económica y socialmente viables. Además, al generar encadenamientos económicos y laborales, las CE no solo cubren necesidades energéticas, sino que también dinamizan la economía local, fortaleciendo su impacto positivo a largo plazo.

Pero no se puede dejar de lado que, el sistema financiero responde principalmente a intereses particulares, como la rentabilidad y la masificación de sus servicios o la expansión

de sus servicios dentro de nuevas poblaciones, lo que lo motiva a involucrarse en proyectos de alto impacto como las CE. Estas iniciativas tienen el potencial de lograr promover la bancarización de comunidades tradicionalmente excluidas, integrándolas al sistema financiero formal y ampliando su alcance. Aquí se evidencia el principio de sinergia, ya que la participación del sector privado en esquemas de CE sugeridos, como las APP-APPo, consorcios, sociedades comerciales o ESAL, maximiza las capacidades del proyecto al apalancar recursos significativos y respaldar su desarrollo con la solidez financiera y operativa de las empresas. Esta participación no solo facilita el acceso al financiamiento, sino que también incrementa la confianza de los inversionistas, especialmente cuando los proyectos se diseñan con enfoques productivos. Como se recalcó en la [sección 3](#), los proyectos de FNCER con componentes productivos pueden generar rendimientos atractivos, tanto para las empresas como para las comunidades, al integrarse en cadenas de valor locales. Así, el sistema financiero se convierte en un catalizador que conecta los intereses privados con los beneficios comunitarios, impulsando la sostenibilidad, la inclusión financiera y el desarrollo económico regional, alineado con los objetivos estratégicos y ambientales de los esquemas de CE trabajados en este espacio.

Tabla 7. Rol del sector financiero en las CE

Fase del Ciclo de Vida	Rol del Sector Financiero	Actor Participante para la Gestión del Financiamiento
Iniciación	Financiar estudios de preinversión mediante líneas de crédito o fondos para análisis de viabilidad técnica y económica.	Principal: Empresas o ESAL Suplente: Gobiernos
Planificación	Ofrecer líneas de crédito y recursos para planificación estratégica, estudios de impacto y acceso a capital semilla.	Principal: Empresas Suplente: Gobiernos
Diseño	Financiar diseño técnico y adquisición preliminar de equipos necesarios para garantizar la viabilidad técnica.	Principal: Empresas Suplente: Gobiernos
Implementación	Proveer créditos específicos para adquisición de equipos, costos de construcción y flujo financiero durante la ejecución.	Principal: Empresas, Consorcios/Uniones Temporales y APP
Operación y Mantenimiento	Financiar programas de mantenimiento preventivo, monitoreo continuo y actualización de componentes tecnológicos.	Principal: Empresas y Comunidades Suplente: Gobiernos

Cierre y Evaluación	Financiar auditorías finales, estudios de impacto post-implementación y documentación de lecciones aprendidas.	Principal: Empresas, Consorcios/Uniones Temporales y APP Suplente: Gobiernos
----------------------------	--	---

Fuente: Elaboración propia

Conocer preliminarmente el tipo de entidad financiera dentro del sistema financiero que puede participar en cada etapa de un proyecto de generación de energía renovable es determinante para garantizar una planificación eficiente y la disponibilidad de recursos adecuados en el momento indicado. Cada etapa del proyecto —desde la iniciación y planificación, pasando por el diseño técnico, implementación, operación, mantenimiento y hasta el cierre y evaluación— tiene necesidades financieras específicas que pueden ser mejor atendidas por ciertos actores del sistema financiero. Por ejemplo, los bancos de desarrollo y las cooperativas financieras son adecuadas en las fases iniciales, donde la flexibilidad y el acceso a créditos concesionales o microcréditos facilitan estudios de viabilidad y organización comunitaria. Por otro lado, los bancos comerciales suelen jugar un papel más importante en la implementación y operación, aportando financiamiento para la adquisición de equipos y la construcción de infraestructura. Esta segmentación no solo optimiza la asignación de recursos, sino que también facilita la inclusión de entidades locales que entienden las necesidades de las comunidades y las características del entorno.

Es importante aclarar que estas recomendaciones son orientativas y deben considerarse como un marco flexible sujeto a la evolución del sistema financiero y el desarrollo de nuevos productos financieros específicos para proyectos de energía renovable. La capacidad de las entidades financieras para diseñar productos innovadores, como líneas de crédito verde, financiamiento basado en resultados y esquemas híbridos (deuda-capital), será clave para responder a las demandas de proyectos de generación renovable, especialmente aquellos liderados por comunidades. Asimismo, el avance en la regulación y las políticas públicas puede influir significativamente en la participación de ciertos actores financieros, como los bancos de segundo piso o los fondos de inversión. Por tanto, los actores involucrados en la estructuración de estos proyectos deben mantenerse actualizados sobre las tendencias del sistema financiero y trabajar en colaboración con las entidades financieras para desarrollar soluciones adaptadas a las particularidades de cada etapa y región. Esto garantizará no solo la viabilidad financiera de los proyectos, sino también su sostenibilidad y replicabilidad en el tiempo.

Tabla 8. Participación del sistema y productos financieros en el ciclo de vida de proyectos de energías renovables

Etapa del Proyecto	Actores del Sistema Financiero	Rol en el Financiamiento	Producto Financiero
Iniciación y Planificación	- Cooperativas financieras	Proveer microcréditos para estudios de preinversión y organización comunitaria.	Microcréditos, líneas de crédito específicas para estudios iniciales.

	- Bancos de desarrollo (BID, CAF, BM)	Financiar estudios de factibilidad técnica y ambiental, y planificación estratégica.	Donaciones, créditos concesionales de bajo interés.
	- Bancos de segundo piso (Finagro, Findeter)	Canalizar recursos a través de instituciones locales para análisis preliminares.	Préstamos a tasas subsidiadas para intermediarios financieros locales.
Diseño Técnico	- Bancos comerciales	Ofrecer líneas de crédito para la adquisición inicial de equipos y desarrollo de planos técnicos detallados.	Líneas de crédito adaptadas, leasing para equipos tecnológicos, etc.
	- Fondos de inversión verde	Financiar el diseño técnico mediante recursos enfocados en sostenibilidad.	Inversiones directas o financiamiento híbrido (deuda más capital).
	- Bancos de segundo piso	Apoyar con esquemas de financiamiento concesional para adquisición de tecnologías específicas.	Créditos puente o de mediano plazo para financiar etapas iniciales.
Implementación	- Cooperativas financieras locales	Financiar parcialmente la construcción e instalación mediante créditos comunitarios.	Microcréditos productivos, financiamiento colaborativo.
	- Bancos de desarrollo	Proveer créditos de largo plazo para infraestructura energética sostenible.	Préstamos de infraestructura con plazos extendidos.
	- Bancos comerciales	Ofrecer financiamiento puente para cubrir costos de instalación y puesta en marcha.	Líneas de crédito a corto y mediano plazo adaptados.
Operación y Mantenimiento	- Bancos de segundo piso	Financiar esquemas de mantenimiento preventivo y correctivo.	Créditos a mediano plazo con tasas reducidas para mantenimiento.
	- Cooperativas de ahorro y crédito	Facilitar microfinanciamiento para reparaciones menores.	Microcréditos individuales o comunitarios.
	- Fondos de inversión verde	Apoyar proyectos de actualización tecnológica para extender la vida útil de los sistemas.	Financiamiento basado en resultados (Performance-based financing).

Cierre y Evaluación	- Bancos de desarrollo	Financiar auditorías de impacto y evaluaciones finales.	Donaciones condicionadas, líneas de financiamiento técnico.
	- Bancos de segundo piso	Apoyar con recursos para la sistematización de lecciones aprendidas y análisis post-implementación.	Créditos para análisis y monitoreo final.
	- Bancos comerciales	Ofrecer créditos para ajustes finales o expansiones basadas en resultados del proyecto.	Líneas de crédito para mejora continua y expansión.

Fuente: Elaboración propia

Gracias a la esquematización y al proceso recomendado para el desarrollo de comunidades energéticas productivas, descrito a lo largo del documento, se destaca la importancia de conectar, durante el ciclo de vida del proyecto, la solución e intervención a los vacíos identificados en áreas técnicas, sociales, financieras, regulatorias, ambientales, económicas y productivas. Estos vacíos, detallados en la Tabla 9, deben abordarse de manera integral a través de los roles de los actores durante las fases del ciclo de vida del proyecto en los distintos esquemas de CE, como APP-APPo, ESAL, consorcios o sociedades comerciales.

Cada actor —comunidades, gobiernos y empresas— tiene responsabilidades específicas que les permiten colaborar de manera efectiva en la superación de estos desafíos. Esta articulación de roles y recursos establece un marco sólido para enfrentar los vacíos existentes y lograr que las comunidades energéticas no solo sean viables, sino que se conviertan en motores de desarrollo productivo y sostenible a nivel local y regional.

Tabla 9. Intervención de los vacíos y participación de los roles estratégicos

Tipo de Desafío	Vacío Identificado	Actor Principal	Rol Estratégico
Técnico	Insuficiencia de conocimientos sobre tecnologías renovables y capacidades locales para operarlas.	Empresas privadas y académicas	Capacitación técnica, transferencia de tecnología, diseño de proyectos adaptados a condiciones locales.
	Falta de estudios de viabilidad y acceso a tecnologías adecuadas para contextos rurales.	Gobiernos y empresas privadas	Financiar estudios técnicos y asegurar la disponibilidad de equipos adecuados y sostenibles.

Social	Limitada participación de comunidades en la planificación y conflictos por autonomía territorial.	Comunidades locales	Fomentar la inclusión comunitaria en la toma de decisiones y generar espacios de diálogo para resolver conflictos.
	Baja comprensión del modelo de CE y resistencia al cambio.	Gobiernos locales	Implementar programas de sensibilización y educación sobre los beneficios de las CE.
Financiero	Dificultad para acceder a capital inicial y esquemas de financiamiento adaptados a las comunidades.	Sistema financiero y empresas	Crear esquemas de crédito blando, fondos de impacto social y programas de bancarización de comunidades.
	Dependencia de subsidios sin estrategias sostenibles de generación de ingresos.	Gobiernos y ESAL	Establecer mecanismos de cofinanciamiento público-privado con enfoque en sostenibilidad económica.
Regulatorio	Ausencia de normativas claras para la integración de CE en redes eléctricas y comercialización.	Gobierno y reguladores	Definir marcos regulatorios específicos, establecer tarifas justas y garantizar incentivos fiscales para las CE.
	Retrasos en la emisión de permisos y licencias ambientales.	Gobierno local y reguladores	Simplificar trámites y asegurar un marco claro que acelere los procesos administrativos.
Ambiental	Impactos en ecosistemas locales debido a la instalación de infraestructura energética.	Gobiernos locales	Implementar evaluaciones de impacto ambiental rigurosas y fomentar prácticas sostenibles.
	Falta de integración de soluciones basadas en la naturaleza en proyectos de CE.	Comunidades y empresas	Promover proyectos que incluyan estrategias de protección ambiental y regeneración de ecosistemas.

Económico	Limitada generación de empleo local y encadenamientos económicos derivados de los proyectos.	Empresas y comunidades	Desarrollar programas de formación laboral y promover cadenas de valor asociadas a la energía renovable.
	Débil acceso a mercados para productos o servicios derivados de la energía generada.	Gobiernos locales y empresas	Facilitar acceso a mercados y desarrollar infraestructuras logísticas para la comercialización de bienes y servicios.
Productivo	Falta de integración de la energía en actividades productivas locales, como agricultura o industria.	Empresas y comunidades	Diseñar proyectos que conecten la energía renovable con procesos productivos, generando valor agregado.
	Escasa diversificación de las actividades económicas impulsadas por la energía renovable.	Gobiernos y empresas privadas	Promover iniciativas que combinen energía con agricultura, manufactura y comercio local.

Fuente: Elaboración Propia

5. Lecciones de Sinergias en Comunidades Energéticas

Las experiencias de proyectos de comunidades energéticas demuestran la importancia de alinear esfuerzos y crear sinergias entre actores clave para garantizar el desarrollo sostenible de los proyectos. Estas iniciativas, materializadas en Colombia y en otros lugares del mundo, demuestran cómo integrar los roles estratégicos de comunidades, gobiernos, empresas privadas, entidades sin ánimo de lucro y el sistema financiero permite superar vacíos técnicos, sociales, financieros, regulatorios y ambientales, alineándose con la hoja de ruta estructurada en este documento.

En el caso de Respira Pacífico, se evidenció cómo una alianza entre el gobierno, comunidades locales y entidades privadas puede transformar el acceso a energía sostenible en el Chocó. Este proyecto no solo redujo el uso de combustibles contaminantes mediante la introducción de estufas ecoeficientes, sino que también mejoró la calidad de vida y fortaleció la sostenibilidad técnica y económica gracias al financiamiento del FENOG. Por su parte, Cacao Energía, liderado por el IPSE, vincula la provisión de energía renovable con actividades productivas como el procesamiento de cacao, promoviendo la autosuficiencia energética y económica de comunidades rurales. Este enfoque de integración productiva ejemplifica cómo las comunidades energéticas pueden generar valor económico adicional. Asimismo, en la región Caribe, la comunidad indígena Wayuu ha sido beneficiaria de sistemas de energía solar financiados por alianzas público-privadas,

abordando vacíos regulatorios y sociales al priorizar la inclusión cultural en la planificación y ejecución de los proyectos.

Cerca de la frontera con Perú, otro caso destacable es el proyecto Luz en Casa Amazonía, implementado, donde se instalaron sistemas fotovoltaicos en comunidades aisladas. Este proyecto, liderado por el gobierno peruano en colaboración con ONGs y el sector privado, resolvió desafíos técnicos y sociales al garantizar acceso a energía limpia y desarrollar capacidades locales para el mantenimiento del sistema.

A nivel internacional, países con contextos sociales y económicos similares al de Colombia también han implementado modelos exitosos de comunidades energéticas. En India, el proyecto Solar Microgrids for Rural Communities, en asociación con SELCO Foundation, ha llevado energía renovable a aldeas remotas, integrando soluciones productivas como sistemas de bombeo de agua y refrigeración agrícola. Este modelo, basado en la colaboración entre comunidades y el sector privado, ha mejorado las condiciones económicas y sociales en zonas vulnerables. En Kenia, el proyecto Strathmore Energy Research Centre, implementado en comunidades rurales, combina sistemas solares con estrategias de financiamiento comunitario para superar barreras financieras y garantizar la sostenibilidad de las soluciones energéticas.

En el caso latinoamericano también se han implementado modelos exitosos de comunidades energéticas. En la Amazonía ecuatoriana, la comunidad achuar de Sharamentsa ha instalado paneles solares que han transformado su vida cotidiana, sustituyendo combustibles fósiles por energía renovable para sus barcos y escuelas. Este proyecto ha mejorado la conectividad, la educación y la sostenibilidad cultural, evidenciando cómo las energías limpias pueden ser una herramienta para preservar el medio ambiente y empoderar a comunidades indígenas. Asimismo, en Guatemala, el modelo de Kingo ha llevado energía solar a comunidades remotas mediante un sistema prepago accesible, reemplazando el uso de velas y querosén, y promoviendo una mejora significativa en la calidad de vida de miles de personas.

Estas experiencias nacionales e internacionales confirman que la prioridad de crear sinergias entre actores —como se plantea en la hoja de ruta desarrollada— es fundamental para garantizar la sostenibilidad de los proyectos. El desarrollo de comunidades energéticas requiere la articulación de esfuerzos entre los sectores público y privado, la participación de las comunidades y el respaldo técnico y financiero. Este enfoque no solo puede ayudar a facilitar la resolución de vacíos críticos en los proyectos, sino que también contribuye a maximizar los impactos sociales, económicos y ambientales, alineándolos con los objetivos de desarrollo sostenible y fortaleciendo la resiliencia energética de las regiones involucradas.

6. Bibliografía

- ACCIONA, F. (s.f.). *Luz en Casa Amazonía: Energía limpia para comunidades aisladas*.
Obtenido de <https://www.acciona.org/proyectos/energia/americadel-sur/luz-en-casa-amazonia/>
- Anisie, A., Boshell, F., Kanani, H., & Singla, R. (2019). *Innovation landscape brief: Aggregators*. International Renewable Energy Agency (IRENA).
- Betancur González, E., Quiñones, S., Ramírez, M., Cuervo, L., Triana, M., Prieto, J., . . .
Novoa, A. (2023). *Mecanismos Innovadores de Financiación al Desarrollo en Colombia: Un estudio de cara al futuro*. Bogotá: Agencia Presidencial de Cooperación Internacional de Colombia (APC-Colombia), con el apoyo del Gobierno de Canadá.
- BID, B. (2023). Obtenido de Transición Energética en América Latina y el Caribe:
<https://www.iadb.org/es/noticias/transicion-energetica-en-america-latina-y-el-caribe>
- Decreto 2236. (2023). *Por el cual se adiciona al Decreto 1073 de 2015 con el fin de reglamentar parcialmente el artículo 235 de la Ley 2294 de 2023 del Plan Nacional de Desarrollo 2022 - 2026 en lo relacionado con las Comunidades Energéticas en el marco de la TEJ*. Bogotá: Diario Oficial.
- DNP, D. (2021). *Análisis del financiamiento climático movilizad desde la Banca Nacional de Desarrollo*. Bogotá: Equipo MRV de financiamiento climático, DNP.
- EIA, E. (2024). *La Comunidad Solar La Estrecha en Medellín se une a una iniciativa internacional de comunidades energéticas*. Obtenido de <https://www.eia.edu.co/noticia/noticias-eia-la-comunidad-solar-la-estrecha-el-salvador-en-medellin-se-une-a-una-iniciativa-internacional-de-comunidades-energeticas/>
- El País. (2024). *De Wall Street a las zonas más remotas de Guatemala: este hombre ilumina con energía solar su país*. Obtenido de <https://elpais.com/america-futura/2024-08-28/de-wall-street-a-las-zonas-mas-remotas-de-guatemala-este-hombre-ilumina-con-energia-solar-su-pais.html>
- El País. (2024). *El sol ilumina la lucha de los Achuar en la Amazonía ecuatoriana*. Obtenido de <https://elpais.com/planeta-futuro/2024-08-25/el-sol-ilumina-la-lucha-de-los-achuar-en-la-amazonia-ecuatoriana.html>
- Falcón-Pérez, C. (2023). *Las comunidades energéticas como iniciativas emergentes que luchan contra el cambio climático*. Actualidad Jurídica Ambiental, n.º 136.
- FENOGE. (2023). *Respira Pacífico: Un programa del FENOGE revoluciona el Pacífico con estufas ecoeficientes*. Obtenido de <https://fenoge.gov.co/un-aliento-de-vida-en->

el-choco-respira-pacifico-un-programa-del-fenoge-revoluciona-el-pacifico-con-estufas-ecoeficientes/

- Fundación Kara Solar. (2024). *Amazonía Ecuatoriana - Comunidad Achuar: Nuestra historia*. Obtenido de <https://karasolar.com/our-story-1>
- IPSE. (2024). *El Cacao: Tradición mágica que sobrevive con la llegada de la energía del cambio*. Obtenido de <https://ipse.gov.co/blog/2024/07/16/el-cacao-tradicion-magica-que-sobrevive-con-la-llegada-de-la-energia-del-cambio/>
- Jaramillo, M., Delgado, R., Talbot-Wright, H., Torres, D., Carrasco, L., Ruíz, U., . . . Hernández, Y. (2024). *Estrategias financieras climáticas: análisis de experiencias internacionales*. Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- Kerzner, H. (2017). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*. Wiley.
- Kingo Energy. (s.f.). *Kingo Energy*. Obtenido de <https://www.kingonet.com/>
- Ley 2294, art. 235. (2023). *Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2023-2026 "Colombia Potencia Mundial de la Vida"*. Bogotá: Diario Oficial.
- MEN, M. (2024). *Resolución 40136 de 2024. Por la cual se establecen los lineamientos para la transición energética en Colombia*. Bogotá: Diario Oficial.
- MEN, M. (2024). *Resolución 40137 de 2024. Por la cual se reglamenta el uso de energías renovables no convencionales*. Bogotá: Diario Oficial.
- Meredith, J., & Mantel Jr., S. (2011). *Project Management: A Managerial Approach*. Wiley.
- MME, M. (2023). *ABC de Comunidades Energéticas 2023*. Bogotá: Ministerio de Minas y Energía.
- MME, M. (2024). *ABC de Comunidades Energéticas 2024*. Bogotá: Ministerio de Minas y Energía.
- MME, M. (2024). *ABC de Territorios Energéticos*. Bogotá: Ministerio de Minas y Energía.
- Ortega Arango, S., Arango Aramburo, S., España Forero, J., Olaya Morales, Y., Giraldo Quiroz, J., Estrada Walker, J., . . . Diaz Guerra, J. (2024). *Aceleración de la energía foto voltaica distribuida en Colombia: Oportunidades y retos de financiación*. Medellín: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/86850>.
- PNUMA, P., & SER Colombia, A. (2021). Obtenido de La oportunidad de negocio de la Generación Solar Distribuida en Colombia: Mecanismos de financiamiento para la banca comercial: <https://ser-colombia.org/wp-content/uploads/2021/11/Generacio%CC%81n-Sole-Financiamiento-GDS-Col.pdf>
- SELCO, S. (2024). *Case Studies: Solar Microgrids for Rural Communities*. Obtenido de <https://selcofoundation.org/>

- SERC, S. (2024). *Energy Research Projects: Strathmore Energy Research Centre (SERC)*. Obtenido de <https://serc.strathmore.edu/research/>
- UPME, U. (2015). Obtenido de Atlas de Radiación Solar de Colombia:
www.upme.gov.co/Docs/Atlas_Radiacion_Solar/1-Atlas_Radiacion_Solar.pdf
- UPME, U. (2024). *Resolución 501 de 2024. Por la cual se actualiza el Plan Indicativo de Expansión de Cobertura Energética*. Bogota: Diario Oficial.
- Vergara Garavito, J. (2024). *Finanzas y Biodiversidad para Territorios Posibles*. Medellín: Universidad EAFIT, Fondo Acción.