

Navegando por las comunidades energéticas: la articulación del diseño y la ingeniería por la democratización de la energía *

Navigating by Energy Communities: Articulating Design and Engineering for the Democratization of Energy

Navegando pelas comunidades energéticas: a articulação do design e da engenharia pela democratização da energia

Marisol Orozco-Álvarez

Universidad del Cauca, Colombia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9163-4700>

DOI: <https://doi.org/10.11144/Javeriana.syp44.ncea>

Maximiliano Bueno-López ^a

Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia

m.bueno3@utp.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7959-9962>

Recibido: 22 febrero 2025

Aceptado: 05 septiembre 2025

Publicado: 30 diciembre 2025

Milena Calpa Yepes

Universidad del Cauca, Colombia

Julián Andrés Andela

Universidad del Cauca, Colombia

Resumen:

La transición energética justa (TEJ) que se viene dando en Colombia, la cual ha estado soportada por nueva regulación para generar una ruta que permita la descarbonización del sistema energético y el acceso universal a la energía, ofrece a las comunidades rurales la oportunidad de convertirse en comunidades energéticas, lo cual facilita el acceso a la energía eléctrica y la llegada de sistemas basados en fuentes no convencionales de energías renovables (FNCER) y las transforma incluso en productoras de energía. Este texto reflexiona desde el diseño gráfico y la ingeniería sobre algunos de los resultados del Plan de Energización Rural Sostenible (PERS Cauca) —que identificó necesidades energéticas en zonas rurales del Cauca y formuló proyectos sostenibles— y el proyecto financiado por la Universidad del Cauca: Estrategia de Apropiación Social del Conocimiento para el Impulso de las Comunidades Energéticas en el departamento del Cauca. En particular, se destaca la comunidad de El Rosario, Guapi, como un caso viable para ser una comunidad energética, implementando estrategias de diseño basadas en métodos cualitativos y de investigación-creación. Los resultados evidencian cómo el diseño es clave para comunicar el concepto de *comunidades energéticas* a los actores rurales, para así empoderarlos con el fin de generar energía eléctrica a partir de energías renovables y permitirles tener sistemas sostenibles desde un enfoque técnico, ambiental y social. La ingeniería se articula con el uso de recursos gráficos que facilitan la apropiación del conocimiento y promueven la sostenibilidad de las comunidades energéticas en Colombia.

Palabras clave: comunidad energética, energías renovables, diseño gráfico, biodiversidad, transición energética justa.

Abstract:

The Just Energy Transition (JET) currently occurring in Colombia, which has been supported by new regulations to create a path toward decarbonization of the energy system and universal access to energy, offers rural communities the opportunity to become energy communities, facilitating access to electricity and the arrival of systems based on non-conventional renewable energy sources, even transforming them into energy producers. This text reflects on some of the results of the Sustainable Rural Energy Plan (PERS Cauca) from a graphic design and engineering perspective, which identified energy needs in rural areas of Cauca and formulated sustainable projects, and the project funded by the University of Cauca: Strategy for Social Appropriation of Knowledge to Promote Energy Communities in the Department of Cauca. It highlights the community of El Rosario, Guapi, as a viable case for becoming an energy community, implementing design strategies based on qualitative and research-creation methods. The results show how design is key to communicating the concept of energy communities to rural actors, empowering them to generate electricity from renewable energies and enabling them to have sustainable systems from a technical, environmental, and social perspective. Engineering is articulated with the use of graphic resources that facilitate the appropriation of knowledge and promote the sustainability of energy communities in Colombia.

Keywords: Energy Community, Renewable Energy, Graphic Design, Biodiversity, Just Energy Transition.

Notas de autor

^a Autor(a) de correspondencia. Correo electrónico: m.bueno3@utp.edu.co

Resumo:

A transição energética justa (TEJ) que está a ocorrer na Colômbia, apoiada por uma nova regulamentação para criar um caminho que permita a descarbonização do sistema energético e o acesso universal à energia, oferece às comunidades rurais a oportunidade de se tornarem comunidades energéticas, facilitando o acesso à energia elétrica e a chegada de sistemas baseados em fontes não convencionais de energias renováveis (FNCER), transformando-as até mesmo em produtoras de energia. Este texto reflete, a partir do design gráfico e da engenharia, sobre alguns dos resultados do Plano de Energização Rural Sustentável (PERS Cauca), que identificou as necessidades energéticas nas zonas rurais de Cauca e formulou projetos sustentáveis; e o projeto financiado pela Universidade de Cauca: Estratégia de apropriação social do conhecimento para o impulso das comunidades energéticas no Departamento de Cauca. Em particular, destaca-se a Comunidade de El Rosario, Guapi, como um caso viável para ser uma comunidade energética, implementando estratégias de design baseadas em métodos qualitativos e de investigação-criação. Os resultados evidenciam como o design é fundamental para comunicar o conceito de *comunidades energéticas* aos atores rurais, capacitando-os para gerar energia elétrica a partir de energias renováveis e permitindo-lhes ter sistemas sustentáveis a partir de uma abordagem técnica, ambiental e social. A engenharia articula-se com o uso de recursos gráficos que facilitam a apropriação do conhecimento e promovem a sustentabilidade das comunidades energéticas na Colômbia.

Palavras-chave: comunidade energética, energias renováveis, design gráfico, biodiversidade, transição energética justa.

Introducción

Este artículo reflexiona sobre la dicotomía que se presenta en relación con la transición energética justa (TEJ) que se proyecta en el departamento del Cauca. Este departamento diverso, multicultural, pluriétnico y plurilingüe tiene un índice de cobertura de energía eléctrica (ICEE) muy bajo, de acuerdo con el marco muestral encontrado en el año 2022, por el Plan de Energización Rural Sostenible (PERS), realizado en el departamento del Cauca, a través del convenio interadministrativo entre la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), el Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para Zonas No Interconectadas (IPSE) y la Universidad del Cauca, en el que participaron diferentes disciplinas (diseño gráfico, ingeniería, economía y antropología).

En Colombia, la TEJ implica la migración planificada y equivalente de una matriz energética que está dominada por los combustibles fósiles hacia las fuentes de energías renovables y bajas en la emisión de carbono (Bueno-López *et al.*, 2024). Por ende, a diferencia de una simple transición tecnológica, la TEJ se enfoca en varios aspectos no solo técnicos, sino también sociales y económicos (Correa *et al.*, 2023), de los cuales vale la pena mencionar los siguientes elementos:

- Participación ciudadana: la TEJ involucra a las comunidades por medio de la toma de decisiones sobre la planificación y ejecución de proyectos energéticos. La toma de decisiones de manera colectiva es considerada una de las necesidades y preferencias más relevantes por parte de las comunidades.
- Equidad social: la TEJ busca garantizar los beneficios y las oportunidades que se pueden generar por medio de la nueva economía energética de manera equitativa por todos los sectores de la sociedad. Esto incluye asegurar que las comunidades más vulnerables no se sigan viendo perjudicadas y tengan acceso a una energía limpia, confiable y renovable.
- Desarrollo regional sostenible: la TEJ considera las características específicas de cada región y sus capacidades y potencial para generar electricidad a partir de fuentes no convencionales de energía renovables. Por medio del desarrollo, se busca fomentar proyectos que busquen el beneficio propio de las comunidades (energéticas) locales, con la finalidad de contribuir al desarrollo, la creación de empleo y una economía sostenible.
- Legitimidad de los trabajadores: por medio de la TEJ se busca un trato justo de los trabajadores de las industrias relacionadas con los combustibles fósiles que pueden verse afectados por la transición a energías limpias, ayudando a proyectar la promoción de empleos decentes y dignos en los sectores relacionados con las energías renovables.

La TEJ es un enfoque global para la transformación del sistema energético que va más allá de la tecnología y se centra en la equidad, la inclusión social, la protección laboral y el empoderamiento de las comunidades.

Los proyectos energéticos sostenibles en Colombia implementados en las zonas no interconectadas (ZNI), aquellas en las cuales la red eléctrica convencional no llega, son claves en el camino hacia el acceso universal a la energía, la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero y producción de una independencia energética impulsando el desarrollo local (Bueno-López y Garzón Lemos, 2017). Este tipo de iniciativas son esenciales para avanzar en el cambio hacia un futuro más sostenible y equitativo con el medio ambiente y el ámbito energético (Orozco-Álvarez *et al.*, 2023).

Algunos de los puntos más importantes que se abordan en proyectos energéticos en ZNI son:

- Independencia energética: la mayoría de los proyectos energéticos que son implementados en las ZNI permiten reducir la dependencia de fuentes convencionales de energía. Esto genera su propia energía renovable, con el fin de llegar a una autosuficiencia y de garantizar una menor vulnerabilidad a interrupciones en su suministro energético.
- Acceso energético: el acceso energético en estas zonas es muy limitado, la mayoría de los proyectos energéticos sostenibles se basan en fuentes como la energía solar, eólica, biomasa y térmica y pueden proporcionar una mayor calidad de vida, educación y salud.
- Educación y conciencia ambiental: mediante estos proyectos se brindan oportunidades para la educación de las comunidades y la conciencia ambiental. Este tipo de iniciativas permiten a las comunidades aprender sobre la importancia de las energías renovables, el uso de la eficiencia energética, el cambio climático y la protección del medio ambiente y sus costumbres. A través de estos pasos, se puede generar un cambio de mentalidad y empezar a promover la mayoría de prácticas sostenibles.

Cuando hablamos de las zonas no interconectadas (ZNI), el caso de las comunidades wayuu en La Guajira es especialmente ilustrativo. Allí se puede observar cómo las microrredes de energías renovables van mucho más allá de lo técnico: se entrelazan con la vida misma de la comunidad, con sus costumbres, su organización social y su forma de entender el mundo. Factores como el respeto por sus tradiciones, la fuerza de la solidaridad colectiva y el uso de sus propios canales de comunicación resultan determinantes para que estas tecnologías sean adoptadas de manera significativa. Sin embargo, a pesar de este prometedor encaje, las limitaciones económicas siguen representando una barrera importante para ampliar su alcance. Este ejemplo sirve para entender que, en regiones de una riqueza étnica y cultural tan vasta como en el departamento del Cauca, cualquier proyecto de comunidades energéticas debe poner en el centro la gobernanza local y los imaginarios sociales. Solo así se puede lograr que la transición energética no sea solo un asunto de infraestructura, sino un proceso legítimo, arraigado y realmente sostenible para las comunidades (Granit, 2023).

Los proyectos energéticos sostenibles en las ZNI y el nacimiento del modelo de comunidades energéticas (CE) desempeñan un gran papel en el desarrollo de la TEJ basada en sistemas energéticos sostenibles, limpios y equitativos. El modelo de las CE se ha explorado en diferentes latitudes, con algunos países europeos precursores en el tema. En Neves *et al.* (2025), se presenta un estudio en un contexto europeo, cuyos marcos conceptuales ofrecen una mirada muy interesante para analizar los desafíos de la participación ciudadana en las comunidades energéticas, incluso en realidades tan distintas como la colombiana. El artículo se centra en la identidad social y el comportamiento proambiental y lo que encuentra es bastante revelador: factores intangibles pero cruciales, como la confianza entre vecinos, el sentido de compromiso con lo comunitario y el nivel de conocimiento que se tenga, son determinantes a la hora de que una persona decida involucrarse o no en un proyecto energético colectivo. Esto relaciona directamente la apuesta de la transición energética justa (TEJ), en la que justamente se busca promover una participación activa y equitativa.

Contextualización

El contexto de comunidades energéticas (CE) tiene varios antecedentes de tipo conceptual y normativo. En algunos países europeos, desde hace un tiempo se reconoce la importancia de los valores democráticos y sociales con respecto a la gestión de los recursos y con una mayor atención en el tema energético. Adicionalmente, algunos eventos como la pandemia derivada del COVID-19 y la crisis ambiental por el cambio climático formaron una necesidad de enfocar el problema desde una perspectiva más integra y autónoma por parte de los actores involucrados en el ámbito local.

Cuando se habla de gobernanza energética a nivel internacional, se ha identificado la necesidad de fortalecer las capacidades cívicas de las comunidades, entendidas como liderazgo, recursos, conocimiento, capital social y cultura. Este enfoque resulta pertinente para el Cauca, ya que las ZNI requieren no solo de infraestructuras tecnológicas, sino también de procesos sociales que permitan a las comunidades ejercer un papel activo en la planificación, gestión y control de los proyectos energéticos. Integrar este marco al análisis de las comunidades energéticas en el departamento ayuda a evidenciar la brecha entre los ideales de participación y autonomía energética y las limitaciones actuales en capacidades organizativas, financieras y técnicas (Webler y Tuler, 2025).

Si en Colombia se habla de la TEJ, el modelo de CE tiene un papel fundamental, ya que los proyectos comunitarios de energía son la posibilidad de que los movimientos sociales, las comunidades del sector urbano, comunidades campesinas y las comunidades aisladas en las zonas rurales puedan ser actores generadores de energía dentro del marco de una soberanía o modelo energético popular, con el cual se busca transformar el papel de consumidor pasivo y dependiente y eliminar la idea de que no es posible producir y gestionar la propia energía.

El 6 de abril del año 2025 se publicó la resolución n.º 101 072 expedida por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) la cual dejó en firme la regulación para la integración de las comunidades energéticas en el sistema energético nacional. Esta resolución definió con claridad los conceptos de *autogenerador* y de *generador distribuido colectivo*, lo cual le dio la oportunidad a las comunidades de generar energía para su propio consumo y para venta de excedentes a la red.

En Colombia, la TEJ enfrenta el reto de la pobreza energética, especialmente en territorios como los Montes de María y La Guajira. Allí, las intervenciones de ONG han buscado ampliar el acceso a la electricidad, pero muchas veces lo hacen con enfoques fragmentados e improvisados, centrados en resultados inmediatos y sin un verdadero fortalecimiento comunitario. Un punto clave es que la energía no solo tiene un valor técnico, sino también social y cultural, pues está asociada a la autonomía, el bienestar y las expectativas de desarrollo de las comunidades. Cuando los proyectos ignoran estas dimensiones, corren el riesgo de volverse poco apropiados o sostenibles. Estos casos muestran que la transición energética no debe reducirse a instalar paneles solares o microrredes, sino que debe garantizar gobernanza comunitaria, inclusión y equidad. Para el Cauca, aprender de estas experiencias es fundamental para evitar errores y avanzar hacia comunidades energéticas que sean participativas y culturalmente pertinentes, para contribuir así a la justicia energética en territorios históricamente marginados (Solarte-Caicedo *et al.*, 2025).

Con el modelo de CE, se busca el beneficio social, económico y ambiental sin necesidad de estar enfocados en un fin lucrativo, también se propone fortalecer los siguientes aspectos:

- Incentivar el diálogo entre miembros de la comunidad para consolidar el objetivo compartido y llevar a cabo iniciativas populares y comunitarias.
- Reconocer las oportunidades más relevantes para producir y utilizar energías renovables con el fin de expandir sus beneficios.
- Contribuir en el desarrollo de las capacidades técnicas en el tema de energías renovables y financiar el conocimiento necesario para el desarrollo de planes de negocio para las iniciativas energéticas.

Diseño y desarrollo de comunidades energéticas en ZNI

En las ZNI, donde el acceso a una red eléctrica convencional es limitado o inexistente, se genera la oportunidad de desarrollar o diseñar comunidades energéticas con el fin de desempeñar una función importante en el suministro de energías sostenibles y confiables. Este tipo de comunidades energéticas son soluciones integrales que tienen como objetivo principal superar los desafíos de acceso energético y ayudar a proporcionar soluciones adaptadas a las necesidades locales. Como se mencionó anteriormente, estas regiones se ubican en áreas remotas, aisladas o zonas rurales en las cuales, además de las necesidades energéticas y económicas, el conflicto armado ha dificultado la disminución de la brecha en el acceso a servicios básicos entre lo rural y lo urbano (Bueno-López y Garzón Lemos, 2017). Su diseño implica una rigurosa evaluación de todo tipo de recurso energético disponible en la zona, en las cuales tenemos las mencionadas anteriormente (solar, eólica, hidroeléctrica, biomasa, térmica, entre otras). Por medio de esta evaluación, se seleccionan las fuentes de energía renovable más apropiadas y se integran con sistemas de almacenamiento.

El desarrollo de las comunidades energéticas implica la participación de la comunidad y de los actores locales del proceso, incluyendo la identificación de necesidades específicas energéticas, la creación de capacidades locales, generación de empleo, promoción de educación y concientización sostenible.

En resumen, el diseño y desarrollo de las comunidades energéticas en las ZNI representa una solución innovadora y sostenible, con el fin de satisfacer las necesidades energéticas de las comunidades remotas o aisladas del departamento del Cauca y esto quedó reflejado en el Plan de Energización Rural Sostenible del Cauca (PERS Cauca). Por medio de la participación activa de los miembros de la comunidad y actores locales, es posible construir proyectos para generar un desarrollo energético inclusivo y participativo (Bueno-López *et al.*, 2024).

Una de las principales preguntas en el tema de CE y proyectos energéticos sostenibles es de dónde se pueden obtener recursos para su financiación. Ante esta pregunta, es importante conocer los fondos de financiamiento para proyectos energéticos los cuales son descritos de manera general a continuación (Bueno-López *et al.*, 2024).

Fenoge: este fondo es administrado por el Ministerio de Minas y Energía y tiene como objetivo promover los proyectos de energías renovables y la eficiencia energética en Colombia. Proporciona financiación a través de líneas de crédito y otros mecanismos para apoyar la inversión en tecnologías sostenibles.

Fazni: es el Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas No Interconectadas. Es una cuenta especial de manejo de recursos públicos, de acuerdo con la ley y con las políticas de energización que ha determinado el Ministerio de Minas y Energía para las zonas no interconectadas, conforme con los lineamientos de política establecidos por el Consejo Nacional de Política Económica y Social. Este fondo permite financiar planes, programas y/o proyectos priorizados de inversión para la construcción e instalación de la nueva infraestructura eléctrica y para la reposición o la rehabilitación de la existente, con el propósito de ampliar la cobertura y procurar la satisfacción de la demanda de energía en las zonas no interconectadas.

FAER: el Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas Rurales Interconectadas, creado por el Artículo 105 de la Ley 788 de 2002 y reglamentado con el Decreto 1122 de 2008, permite que los entes territoriales con el apoyo de las empresas prestadoras del servicio de energía eléctrica viabilicen la interconexión al Sistema Interconectado Nacional (SIN).

Prone: el Programa de Normalización de Redes Eléctricas fue creado mediante la Ley 1117 de 2006. Este consiste en la financiación por parte del Gobierno nacional de planes, programas o proyectos elegibles de conformidad con las reglas establecidas en el Decreto 1123 de 2008 y las normas que lo sustituyan o complementen. Es importante tener presente que a través del Prone no se puede financiar compra de predios, servidumbres y ejecución de planes de mitigación ambiental.

SGR: el sistema General de Regalías es un esquema de coordinación entre las entidades territoriales y el Gobierno nacional, a través del cual se determina la distribución, objetivos, fines, administración, ejecución,

control y uso eficiente de los ingresos provenientes de la explotación de los recursos naturales no renovables, precisando las condiciones de participación de sus beneficiarios.

Obras por impuestos (OXI): el mecanismo de pago de obras por impuestos es un modo de extinguir las obligaciones tributarias del impuesto a la renta y complementarios, el cual fue creado mediante la reforma tributaria del 2016 y busca que las empresas realicen con sus impuestos proyectos de trascendencia económica y social en los diferentes municipios definidos como las zonas más afectadas por el conflicto armado (Zomac).

Metodología empleada en el PERS Cauca

Para tener un diagnóstico de la situación energética que tiene el Departamento del Cauca, se realiza una muestra representativa a nivel subregional que permite hacer caracterizaciones diversas del consumo básico de energía por uso y fuente, en especial para municipios con niveles de ruralidad superiores al 40 % a partir de información obtenida de encuestas primarias e información secundaria (Figura 1).



FIGURA 1.

Fuentes de información para el marco muestral del PERS Cauca

Fuente: PERS Cauca, 2022.

Para no incrementar los costos de operación para el trabajo de campo, dada la diversidad del territorio, se tuvo en cuenta la información recolectada a nivel municipal para estimar las medidas de heterogeneidad con respecto al tema de interés, que permitieron estimar los tamaños muestrales, y para la distribución de las encuestas y definición de los factores de expansión se contemplaron las subregiones que agrupan los municipios por cuestiones geográficas y por lineamientos definidos por los órganos de planeación departamental como la Gobernación del Cauca (Tabla 1).

TABLA 1.
Subregiones del departamento del Cauca

Subregión	Municipios	Índice de ruralidad mayor al 40 %
Bota caucana	Piamonte, Santa Rosa, San Sebastián	Piamonte, Santa Rosa
Centro	Cajibío, Morales, Popayán, Piendamó, Puracé, Timbio, El Tambo, Silvia	El Tambo
Macizo	Almaguer, La Sierra, Rosas, La Vega, Sotará	
Norte	Buenos Aires, Cal dono, Caloto, Corinto, Guachené, Jambaló, Miranda, Padilla, Puerto Tejada, Santander de Quilichao, Suárez, Toribio, Villa Rica	
Oriente	Inzá, Páez, Totoró	
Occidente	Guapi, Timbiquí, López de Micay	Guapi, Timbiquí, López de Micay
Sur	Argelia, Balboa, Bolívar, Florencia, Mercaderes, Patía, Sucre	Argelia

Fuente: elaboración propia a partir de datos del PERS Cauca.

En esta relación, y teniendo como base el Censo Nacional Agropecuario 2016, se evidencia al departamento del Cauca como uno de los territorios con mayor ruralidad del país (Figura 2). A partir de este indicador, el equipo PERS Cauca observó que en algunos municipios se concentra una cantidad significativa de viviendas con características rurales e incluso en sus cabeceras municipales, por lo tanto, de acuerdo con los antecedentes de PERS para otros departamentos, se decidió que en las demarcaciones con un índice de ruralidad superior al 40 %, las viviendas ubicadas en cabeceras municipales se contemplan para la estimación de las encuestas.

Teniendo esta base, el universo de estudio se centró en las viviendas rurales con distintas demandas de consumo energético distribuidas en los municipios y/o subregiones del departamento, que tiene un índice de ruralidad que supera el 40 %; también permitió que las subregiones más pobladas del departamento tuvieran una participación notoria como el caso de la zona centro y norte.

Se tomaron en total 2092 encuestas, repartidas en las siete subregiones que dividen al departamento, donde el índice de ruralidad supera el 40 % (507 encuestas en zona centro, 306 en zona norte, 150 en zona oriente, 707 en zona occidente, 206 en zona sur, 107 en el macizo y 109 en bota caucana). Esto dio como resultado que las zonas centro y norte son las que tienen mayor cobertura de energía eléctrica lo cual, de acuerdo al factor de expansión, oscila entre 168 y 266; las unidades residenciales alcanzadas con el mayor factor de expansión

supera el 80 %, en contraste con las zonas del occidente y bota caucana que están por debajo del 19 %, con un factor de expansión que oscila entre 27 y 82.

Esto permite evidenciar un panorama de inequidad con poblaciones que se encuentran en zonas rurales alejadas que, de acuerdo a los datos recolectados, es el 64 %, lo que equivale a 1 043 747 habitantes del total de la población del departamento del Cauca —con 1 630 855 habitantes—. De este 64 %, la mayoría no cuenta con suministro de energía eléctrica, encontrándose en zonas no interconectadas (ZNI), denominadas como *áreas remotas* o *aisladas*, reconocidas en Colombia desde el año 1994 a través de la ley 143 del mismo año definidas en su artículo 11 como aquellas regiones geográficas que no están conectadas o abastecidas por la red eléctrica principal o que tienen una conexión eléctrica limitada dependiente de energías no convencionales. Estas zonas pueden incluir áreas rurales alejadas y áreas montañosas de difícil acceso.

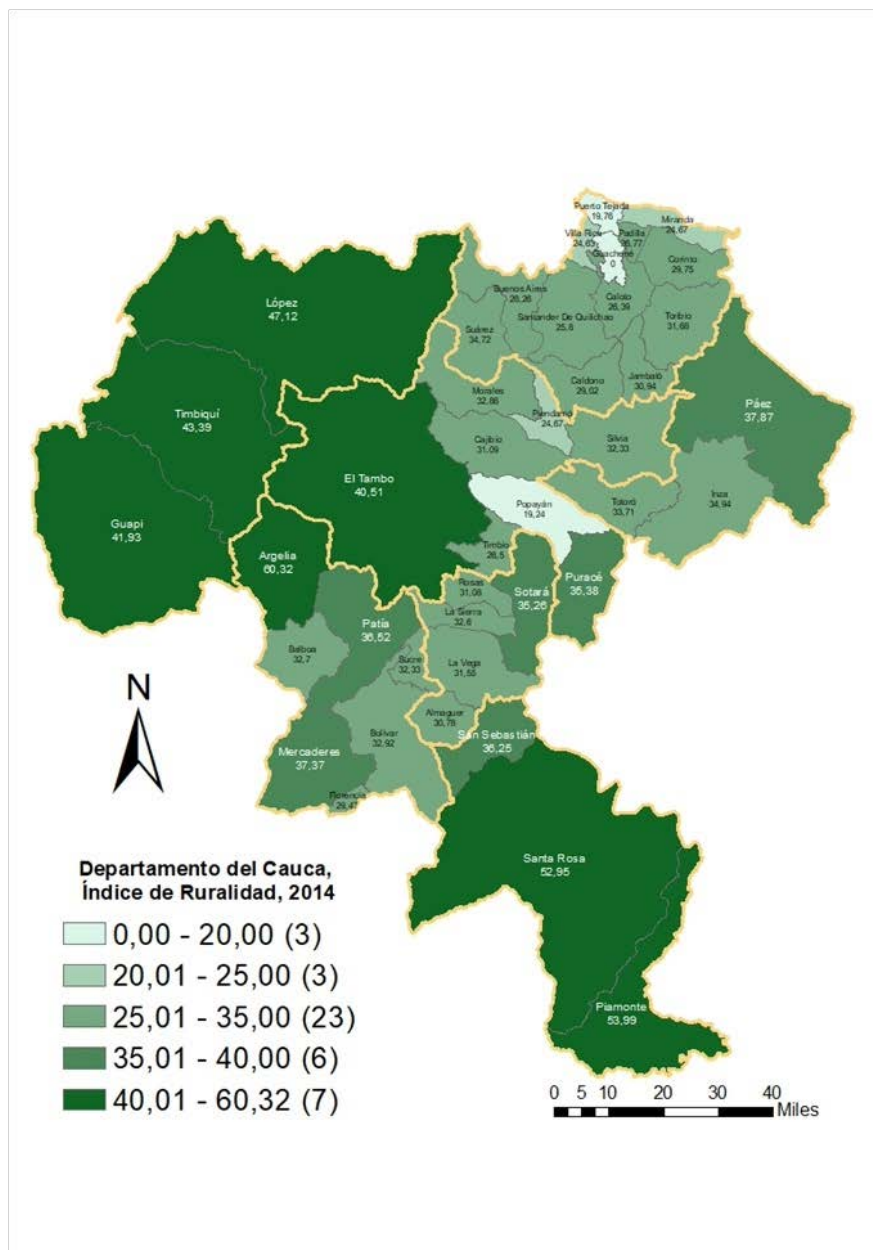


FIGURA 2.

Departamento del Cauca. Índice de ruralidad, 2014

Fuente: informe PERS Cauca, con base en PNUD, Informe Nacional de Desarrollo Humano, 2011.

Se levantó una línea base a partir de bases de datos de la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Cauca y de la Agencia de Renovación del Territorio - Cauca y Alto Patía. A partir de estos resultados, se seleccionaron cinco comunidades del departamento del Cauca donde se formularon proyectos energéticos integrales y sostenibles en el corto, mediano y largo plazo para un horizonte de quince años.

Los proyectos han sido formulados bajo estrategias participativas en comunidades organizadas tanto a nivel de consejos comunitarios (San Bernardo y Chacón Playa en Timbiquí, El Rosario en Guapi, El Tunó en el Patía) como con resguardos indígenas (López Adentro en Caloto). Estas comunidades son vulnerables dadas las condiciones de pobreza, muchas de ellas están conformadas por madres cabeza de familia y tienen un alto nivel de violencia que azota el territorio que habitan, en zonas que pertenecen a los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET). Proyectos localizados en ZNI con ecosistemas estratégicos y de biodiversidad están dispuestos a adaptar medidas de protección y conservación a través de mecanismos de incentivos como el esquema de pago por servicios ambientales, en el que las comunidades se comprometen a conservar o mitigar la alteración que hacen sobre el suelo, los bosques y el agua. Todo lo anterior se ha detallado en la cartilla para formulación de proyectos energéticos productivos publicada en la web oficial de la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) (Bueno-López *et al.*, 2023).

Uno de los proyectos formulados dentro del PERS Cauca corresponde a la comunidad de El Rosario, en el municipio de Guapi (Cauca), donde se evidencia que el problema central es la deficiente oferta energética que no permite uso doméstico en las viviendas, lo cual presenta, además, insuficiencia para el secado de la producción de arroz, su principal actividad productiva. Esto viabiliza, bajo una perspectiva multicriterio, un proyecto integral que permite ampliar la cobertura energética para un sistema de secado que optimice el cultivo de arroz.

En esta relación, la alternativa encontrada es implementar una solución fotovoltaica a través de una microrred que garantice el suministro continuo de energía para viviendas y una secadora solar para los cultivos de arroz, definiendo como producto una microrred-central de generación fotovoltaica para la comunidad de El Rosario.

Contexto donde se desarrolla la estrategia de comunicación

Después de formular los cinco proyectos energéticos sostenibles en el marco del PERS Cauca, se continuó con un proceso especial con la comunidad de El Rosario —que se encuentra en el occidente del departamento del Cauca, en la zona alto Guapi, sobre el río Guapi, como ilustra la figura 3—. Esta comunidad carece de una cobertura energética para uso en actividades productivas y uso doméstico en las viviendas. Es una comunidad viable para ser comunidad energética por su riqueza solar e hídrica y su actividad productiva de siembra y cosecha de arroz que le permite ser accesible desde el punto de vista financiero, autogestionable, con proyectos productivos y energéticos que liberan recursos para su sostenibilidad y la potencian como una comunidad guiada bajo principios de justicia ambiental, con prácticas agroecológicas y estrategias bioeconómicas (equilibrio socioecológico).



FIGURA 3.
Ubicación geográfica comunidad de El Rosario
Fuente: Calpa Yepes, 2024.

La comunidad de El Rosario tiene como fuente energética principal un grupo electrógeno de 20 kW que es administrado por la comunidad. Su cocción está basada en leña y conocen de la energía solar, gracias a un sistema que opera en su centro educativo. Las figuras 4 y 5 muestran algunas imágenes de referencia de la zona de interés.



FIGURA 4.
Cocina típica de la comunidad El Rosario
Fuente: archivo de los autores.



FIGURA 5.

Sistema solar fotovoltaico de la comunidad El Rosario

Fuente: archivo de los autores.

Dado que es una comunidad de tradición oral, conformada por 86 familias que suman alrededor de 246 personas, pertenecientes a las comunidades negras, esta investigación utiliza el diálogo, la participación y el trabajo en contexto como metodología de encuentro, lo cual permite conocer la realidad que vive la comunidad para diseñar propuestas articuladas que posibilitan un acercamiento al territorio (Figura 6).



FIGURA 6.
Territorio El Rosario
Fuente: elaboración propia.

En correspondencia, se desarrollan cartografías sensibles que permiten conocer el territorio desde adentro, al vincular de forma dialógica a la comunidad de El Rosario, así como encuentros palabra-imagen, que facultaron desde el diseño, el idear en comunidad. Esto nos permite construir y resignificar conceptos y elementos gráficos que posibilitan acercar a la comunidad de El Rosario al proceso que debe seguir para convertirse en comunidad energética, utilizando los lineamientos que soportan esta forma de energía renovable (Figura 7). En relación, las respuestas dadas por la comunidad a algunas preguntas —¿la comunidad de El Rosario conoce la normatividad emitida por el Gobierno frente a comunidades energéticas?, ¿conoce la comunidad de El Rosario el proceso que debe seguir para convertirse en comunidad energética?, ¿conoce la comunidad de El Rosario el concepto de *comunidad energética*?— permitieron diseñar estos encuentros, al corroborar que una cosa era la normativa y otra la realidad vivida en territorio, donde no había conocimiento del tema.



FIGURA 7.

Encuentro con la comunidad de El Rosario en el municipio de Guapi (Cauca)

Fuente: archivo de los autores.

Es necesario partir de realidades sentidas y vividas por la gente, de forma situada en los contextos. Esto permite dialogar visiones de mundo ancladas al territorio, así como otras miradas para diseñar en conjunto como lo plantea Escobar (2016) desde el diseño ontológico, el cual abre caminos para construir un diseño para las transiciones y otros diseños posibles. Partiendo de esta mirada, en un contexto diverso que articula ecosistemas vivos, como es el departamento del Cauca, el diseño para las transiciones es una apuesta que permite articular, además de estéticas propias, tejer otras sensibilidades, que permitan acercar las comunidades energéticas a los territorios para aportar de forma pertinente a “las profundas transiciones culturales y ecológicas” (Escobar, 2016, p. 11).

Este planteamiento se articula con el concepto de comunidades energéticas como modelo implementado en el nuevo Plan Nacional de Desarrollo (PND) (2023), por su capacidad de generar, almacenar y distribuir energía renovable de manera colaborativa y descentralizada que se construye para impulsar comunidades rurales que cumplan con todas las características para el uso de energías renovables. Esto hace posible que diseñar estrategias visuales permita a estas comunidades articular desde su realidad el modelo para avanzar hacia la autosuficiencia energética y así reducir la dependencia de fuentes contaminantes, lo cual contribuye al mejoramiento de su calidad de vida.

El diseño de estrategias visuales implica conectar, en este caso, las necesidades reales del contexto con lo que se propone diseñar, lo que pone en relación la innovación social que plantea Manzini y Coad (2015) desde el diseño para la transición como una categoría alternativa que aporta desde otros relatos sensibles los cambios o transformaciones sociales o comunales. Esto permite situar a las comunidades energéticas como una oportunidad para convertir el territorio en espacio productivo, en armonía con el medio ambiente, que potencializa y redefine a los territorios desde otra mirada, los viabiliza como espacios ecosistémicos autosostenibles y, con ello, redefine el imaginario y la subsistencia de quienes los habitan.

El diseño como medio estratégico para dialogar con la comunidad y otras disciplinas

El diseño como espacio sensible que articula diversas formas de relacionamiento a nivel visual permite, en este proyecto, tejer conocimientos situados sobre comunidad energética que ha construido el Estado desde una materialidad que formaliza los pasos que se diseñan de forma conjunta con la comunidad de El Rosario para comprender el protocolo a seguir en pro de convertirse en comunidad energética.

En esta relación, y partiendo de la investigación+creación —articulada al diseño en colaboración, el cual integra la Investigación Acción Participativa (IAP) (Figura 8), en la que la comunidad es el eje—, se diseñaron

encuentros que integran, además de la comunidad, la interdisciplina, en este caso, la relación con la ingeniería en automática y eléctrica.

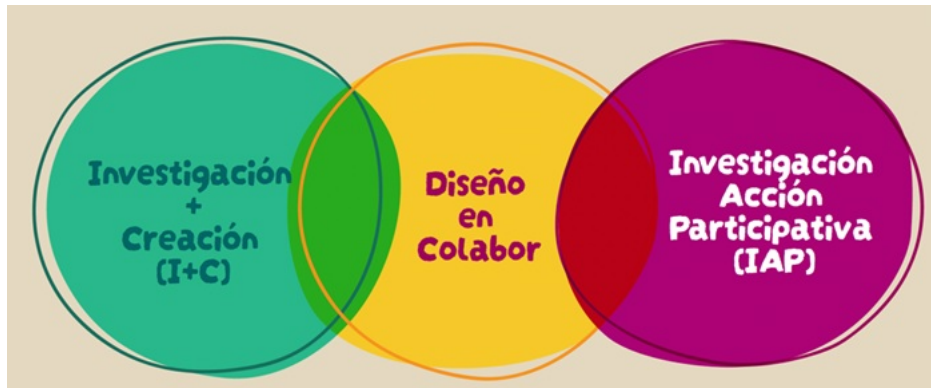


FIGURA 8.
Investigación Acción Participativa (IAP)
Fuente: Orozco-Álvarez y Calpa Yepes, 2024.

Como partimos de un diseño para las transiciones que implica el diálogo con la gente desde su realidad vivida y sentida, nos trasladamos hasta el territorio, navegando a través del río Guapi, única vía de acceso, para comprender la realidad que vive la comunidad de El Rosario, lo que permitió conocer el territorio y encontrarnos, en ambas vías, como equipo de trabajo.

En este encuentro, caminamos y navegamos el territorio. Allí encontramos que su mayor característica es la diversidad ecosistémica que lo desborda, donde los cultivos de arroz se mimetizan con el paisaje. Se revisaron de forma conjunta referentes que nos acercaron al concepto de comunidad energética, uno de ellos es el presentado ante el Ministerio de Minas y Energía (2024), quien, a través de su página web, plantea los pasos a seguir para postularse como comunidad energética, la cual inicia con el siguiente mensaje: “Las comunidades energéticas son un abrazo para organizarnos y unidos crear la energía del cambio”. Esto abre el espacio a dos enlaces que contienen una cartilla en la que se indica el ABC de los pasos a seguir y la normatividad vigente.

La primera acción que realizamos como equipo de trabajo fue un encuentro con la comunidad para revisar los conceptos y procedimientos que debía seguir una comunidad para convertirse en comunidad energética. En esta acción encontramos que

- Las palabras y acciones para seguir direccionadas en la página del Ministerio no eran comprendidas en su totalidad por la comunidad.
- Para seguir el protocolo propuesto por el Estado, la comunidad debía capacitarse, dado que no había tenido acceso a las nuevas tecnologías de la comunicación y la información.
- Aunque la comunidad de El Rosario tiene todo el potencial para ser comunidad energética, debía contactar un actor externo para realizar y cumplir con el procedimiento.

Estrategia comunicativa

A partir del diálogo con la comunidad, se proyectó que la estrategia de comunicación visual debía centrarse en la visualización del concepto de comunidades energéticas, dado que la comunidad debía ser la gestora de energías renovables, de acuerdo con las políticas del Gobierno y no estaba claro para la comunidad de El Rosario cuál era su papel y qué se requería hacer para convertirse en una comunidad energética. Esta comprensión posibilita una óptima planeación de soluciones energéticas, paso fundamental para asegurar un suministro energético proyectado desde el contexto con la comunidad, el cual debe ser confiable, sostenible y comprometido con el medio ambiente, beneficiando así la calidad de vida de los habitantes. En esta relación,

ideamos tres fases: exploración, ideación y síntesis y concreción. La figura 9 muestra una síntesis de cada una de estas.

Fase de exploración

En esta fase, se realizaron talleres sobre comunidades energéticas, usando como estrategia el diálogo que tuvo como base la palabra escrita proyectada desde el concepto de comunidades energéticas comprendidas como asociaciones que se caracterizan por su capacidad de generar, almacenar y distribuir energía renovable de manera colaborativa y descentralizada, la cual implica la participación de la comunidad y de los actores locales en todas las etapas del proceso de desarrollo. Al tiempo, se contextualizó el concepto moderno de comunidad energética, el cual surge a finales de la década de 1950, en Alemania, con la motivación de acceder a servicios de energía de forma colectiva instalando sistemas compartidos. Se visibilizaron los objetivos en relación con las comunidades energéticas como la democratización del sistema energético, la participación ciudadana, la independencia energética, la reducción del costo de la energía, la descentralización de los sistemas de generación y la diversificación de la matriz energética, dada la importancia de entender que es una forma de democratizar la energía y aprovechar al máximo los recursos naturales al alcance de las comunidades rurales, en donde el éxito de la sostenibilidad ha sido el sentido de apropiación social de lo que se construye, la capacidad social de trabajar conjuntamente por un objetivo común, cada participante con un papel específico y definido.



FIGURA 9.
Fase de la estrategia comunicativa
Fuente: elaboración propia.

Con estos insumos, se dibujaron mapas colectivos que fueron ilustrando el territorio para ubicar las familias, cascadas de agua, cultivos y necesidades que tiene cada lugar. Esto dio como resultado que uno de los cultivos que favorecen la economía de la comunidad sea el arroz, el cual está organizado a través de la Asociación de Mujeres de El Rosario (Asomur).

El proceso desarrollado en esta fase tuvo las siguientes características:

Experiencia en campo 1: El despertar los sentidos

Encuentro realizado en la sede del consejo comunitario Alto Guapi

Objetivo: conocer y dialogar con la Asociación de Mujeres de El Rosario, Guapi, y el grupo de investigación automática sobre conceptos alrededor de comunidades energéticas

Acciones: escuchar - dialogar - intercambiar conocimiento

Herramientas: fotografías tomadas en territorio, diapositivas con información sintetizada sobre comunidades energéticas, difusión oral. Este encuentro duró de tres a cuatro horas y reunió a cerca de quince mujeres y jóvenes pertenecientes a la Asociación de Mujeres de El Rosario.

Es importante precisar que el trabajo dialógico se realizó en y con la comunidad, no se escogieron participantes, la comunidad fue el centro y, en esa medida, el nivel de participación fue genérico, grupal y colectivo, en el que se sumaron las voces de todos, lo que incluyó habitantes de fuera de la comunidad de El Rosario.

Fase de ideación y síntesis

Teniendo como base que el arroz es la fuente de ingreso más alta que tiene la comunidad, en esta fase, se construyeron narrativas en torno al cultivo y cosecha del arroz. Se crea de forma colectiva con la comunidad el concepto de *cultivo gráfico*, desde el cual se abordan los procesos que tiene la siembra, cosecha y secado del arroz, los cuales se convierten en el eje de la narrativa gráfica que despliega el artefacto comunicativo a diseñar.

Una de las mayores dificultades que la comunidad narró en esta fase fue el proceso de secado del arroz, el cual se realiza de forma manual y requiere un largo periodo, dado que depende de las condiciones del clima. Esto trae como consecuencia pérdida en la calidad de la cosecha, al no contar con un sistema tecnificado de secado por falta de energía eléctrica.

Los ejercicios de análisis sobre las experiencias y resultados obtenidos en los encuentros de esta fase trajeron como resultado que se debían articular al proceso de siembra y cosecha del arroz las fases de la generación de comunidades energéticas usando la figura retórica de símil.

El proceso desarrollado en esta fase tuvo las siguientes características:

Experiencia en campo 2: comunicar sintiendo

Encuentro realizado en la Institución Educativa San José, municipio de Guapi

Objetivo: ilustrar y recorrer la memoria colectiva del territorio con la comunidad de El Rosario

Acciones: ilustrar - dialogar

Herramientas: conversaciones, cartografía, pintura colectiva, lluvia de ideas

Este encuentro duró más de cuatro horas y reunió a cerca de treinta habitantes de la comunidad de Guapi, especialmente jóvenes de la vereda El Rosario.

Fase de concreción

Una de las actividades de esta etapa se centró en la palabra oral y la expresión del cuerpo, ambas usadas para visibilizar el cultivo del arroz. En relación a las mujeres, ellas expresan, a partir de movimientos con sus cuerpos, las acciones que realizan en cada etapa de siembra, cuidado y cosecha del arroz y explican cómo emplean las diferentes herramientas en cada uno de estos procesos. Estas herramientas son diseñadas por la comunidad, de acuerdo con lo que se quiere lograr.

Esta dinámica permite entender con mayor claridad cada uno de los pasos que se ejecutan en el cultivo del arroz, su importancia y las herramientas requeridas para cada acción. Durante esta actividad, las mujeres, a partir de la oralidad, expresan la importancia del trabajo en comunidad. Este acercamiento, sumado a otros encuentros, logra que cada paso sea ilustrado para narrar el proceso de siembra y cultivo del arroz, el cual se teje con las acciones que debe desarrollar una comunidad energética a través de una infografía como artefacto visual o lo que Calpa Yepes (2024) denomina “siembra y cosecha del arroz: etapas para el desarrollo de una comunidad energética” y que va ilustrando el paso a paso de todo el proceso, a través de una infografía que lo relata gráficamente (Figura 10).

El procedimiento desarrollado en esta fase tuvo las siguientes características:

Experiencia en campo 3: imaginar posibilidades

Encuentro realizado en la sede del consejo comunitario Alto Guapi

Objetivo: visualizar imaginarios y necesidades que permitan concretar la forma y contenido de las piezas gráficas

Acciones: dialogar - compartir vivencias - escucha atenta

Herramientas: conversaciones, expresión corporal, observación participante, pintura colectiva, lluvia de ideas, mapeo colectivo, historias de vida

Este encuentro duró cuatro horas y reunió cerca de quince mujeres y jóvenes pertenecientes a la Asociación de Mujeres de El Rosario.



FIGURA 10.

Boceto construido con la comunidad sobre las etapas para constituir una comunidad energética

Fuente: elaboración propia.

La infografía como medio para comunicar

La infografía es una pieza vinculada estrechamente con el sistema visual de la memoria gráfica, con la singularidad de que en esta pieza infográfica se enfatiza únicamente en las etapas de siembra y cosecha de arroz. Aquí se transforma en una memoria y un elemento gráfico comunicativo que representa las etapas que viven las mujeres cuando cultivan y cosechan el arroz, en directa relación con las etapas que debe cumplir una comunidad energética. Así, la infografía se convierte en una narrativa que parte de los conocimientos ancestrales, los cuales se tejen en símil con conocimientos ajenos que se empiezan a aprehender sobre comunidades energéticas para vincularlos como una comunidad energética en potencia. En la figura 10, se puede observar una infografía que se construyó con la comunidad a partir de los talleres de comunidades energéticas.

La infografía diseñada se tejió desde los conocimientos que tiene la comunidad de El Rosario sobre la siembra y cosecha del arroz y en la que se hace un símil con el proceso que se debe seguir para ser una comunidad energética de la siguiente forma.

1. Semilla. Se ilustra en directa relación con la identificación de comunidades energéticas que referencia el análisis detallado de consumos de energía y la evaluación de fuentes de energía sostenibles, usando como base la semilla del arroz, la cual es indispensable para materializar la planta que será la base de la cosecha (Figura 11).



FIGURA 11.
Semilla e identificación de necesidades energéticas
Fuente: elaboración propia.

2. Rocería: adecuación del terreno. Se ilustra en correlación con el diagnóstico y optimización de procesos que tiene que ver con la integración de tecnologías eficientes, usando como eje la rocería que se realiza para optimizar el terreno antes de la siembra, donde se arranca la maleza y se optimiza la tierra para que la semilla nazca fértil y abundante (Figura 12).



FIGURA 12.
Rocería, adecuación del terreno
Fuente: elaboración propia.

3. Siembra: riego del arroz. Se ilustra y relaciona con el establecimiento de objetivos o metas que narra cómo las inversiones de energías renovables pueden, además de generar energía, aportar recursos económicos adicionales. Para ello, se muestra cómo la semilla se debe regar en un terreno limpio y de acuerdo con las fases de la luna (Figura 13).



FIGURA 13.
Siembra, riego del arroz
Fuente: elaboración propia.

4. Desyerbada del arroz. Se ilustra en directa relación con análisis de alternativas energéticas que relacionan el estudio de viabilidad económica y ambiental. Para ello, se teje directamente con la limpieza que se debe hacer a la siembra cuando está creciendo (Figura 14).



FIGURA 14.
Desyerbada del arroz
Fuente: elaboración propia.

5. Cosecha, trillada, cogienda y golpeada del arroz. Se ilustra en relación con el diseño e implementación de una comunidad energética, el cual planifica la implementación incluyendo costos y proyecciones de ahorro. La trillada es muy importante para limpiar el arroz, el cual debe estar limpio de cáscara para el consumo, lo que potencializa su distribución y comercialización (Figura 15).



FIGURA 15.

Cosecha

Fuente: elaboración propia.

6. Lavada y secado del arroz. Se ilustra en correlación con capacitación y concientización que relaciona la formación continua del personal y la sensibilización ambiental. El arroz, sin un buen secado, se daña y no es posible venderlo (Figura 16).



FIGURA 16.

Lavada y secado del arroz

Fuente: elaboración propia.

7. Pilado del arroz. Se ilustra y relaciona con la evaluación y mejora continua, que tienen que ver con la retroalimentación y adaptación de estrategias y tácticas, lo que permite una evaluación continua del impacto financiero (Figura 17).



FIGURA 17.
Pilado del arroz
Fuente: elaboración propia.

8. Esta infografía tiene como ejes el río, que circula el territorio y es el centro que atraviesa la memoria ancestral; la luna con sus fases, las cuales controlan la siembra, deshierba y cosecha del arroz, y el sol, que es la fuente del secado y el mayor potenciador de energía renovable (Figura 18).



FIGURA 18.
Infografía
Fuente: Calpa Yepes, 2024.

Reflexiones finales

A partir del artefacto gráfico diseñado, se busca visibilizar las etapas para la creación de una comunidad energética, además de establecer un puente con la comunidad de El Rosario, a través de un contenido que es cercano para todos los integrantes de la comunidad, en este caso, la siembra y cosecha de arroz, una práctica cotidiana que se mantiene y que genera empleo.

Es una narrativa gráfica que fortalece no solo el conocimiento ancestral, también una pieza necesaria para consolidar a El Rosario como una comunidad energética viable que puede generar energía renovable amigable con el medio ambiente, que, además de dinamizar su calidad de vida, potencia el cultivo del arroz y determina si el producto puede ser apto o no para el consumo y, consecuentemente, para la comercialización.

Esta infografía servirá de apoyo y puente de comunicación en espacios diversos, lo que facilita la visibilidad y el valor del proceso de siembra y cosecha, conecta con el proceso de comunidad energética y revitaliza la importancia de una práctica ancestral que tiene la característica de ser artesanal y que, al articularla con los pasos de una comunidad energética, genera nuevo conocimiento.

La energía juega un papel fundamental en el desarrollo social de cualquier comunidad, la falta de acceso a la electricidad es uno de los principales desafíos en estas zonas. Las razones detrás de esta falta de interconexión se derivan de la lejanía geográfica, la falta de infraestructura adecuada, los altos costos de extensión de la red eléctrica convencional o las limitaciones técnicas. Esto detona zonas sin crecimiento económico que les permita salir de los niveles de pobreza en los que se encuentran.

La transferencia de conocimiento que se da desde la energización puede contribuir a la reducción de la pobreza energética y mejorar la realidad de inequidad que viven las personas que habitan los territorios alejados y que no cuentan con energía eléctrica, lo cual generaría conocimiento sobre los tipos de energía limpia y segura que puede reducir la exposición de la comunidad a procesos no convencionales y a enfermedades derivadas de estas, así como mantener un ecosistema en equilibrio.

Al compartir la publicidad existente sobre CE, se pudo detectar que la comunidad de El Rosario no conocía de este tema y que, aunque el Gobierno ha compartido este proyecto, la comunicación no llega a las comunidades alejadas del casco urbano, quienes son las más oprimidas para convertirse en una comunidad energética y quienes, para postularse, requieren del apoyo y ayuda de terceros.

Aunque las comunidades rurales tienen la oportunidad de convertirse en comunidades energéticas de acuerdo con la riqueza de sus territorios, al no tener acceso a plataformas tecnológicas por falta de este suministro, no conocen los pasos que deben seguir para convertirse en comunidades energéticas y, si llegan a tener acceso a la información, no logran comprender su contenido, debido a la complejidad de los elementos escritos en los documentos emitidos. Para demostrar lo que está pasando y cómo, desde un trabajo interdisciplinar, se puede acercar a las comunidades rurales a información pertinente sobre comunidades energéticas, nos centramos en un estudio de caso abordado desde el diseño gráfico y la ingeniería en automática y eléctrica. Al ayudar a las comunidades con sus procesos productivos, se proyecta que la energía se genere con un propósito, dar mayor acceso a estos recursos para que las comunidades puedan tener sistemas productivos que permitan mayores beneficios para las personas que hacen parte de ellas.

Referencias

- Bueno-López, M. y Garzón Lemos, S. (2017). Electrification in non-interconnected areas: Towards a new vision of rurality in Colombia. *IEEE Technology and Society Magazine*, 36(4), 73-79. <https://doi.org/10.1109/MTS.2017.2763479>
- Bueno López, M., Sarmiento, J., Escobar, C. y Andela, J. (2023). *Cauca. Plan de Energización Rural Sostenible*. Universidad del Cauca; La Unidad de Planeación Minero Energética (UPME); Instituto de Planificación y

- Promoción de Soluciones Energéticas para zonas no interconectadas (IPSE). https://www1.upme.gov.co/Documents/Enfoque-territorial/Cartilla_formulacion_proyectos_2024.pdf
- Bueno-López, M., Rengifo Ordoñez, M. T., Chacón Campo, D., Tocancipá-Falla, J. y Osorio Arias, A. (2024). Energy transition for rural development: A preliminar case study in Colombia for improving artisanal fishing. *Scientia Et Technica*, 29(02), 89-96. <https://doi.org/10.22517/23447214.24944>
- Calpa Yepes, M. (2024). *Navegando por las comunidades energéticas: memoria gráfica sobre comunidades energéticas en torno al Plan de Energización Rural Sostenible del Cauca para la comunidad del Rosario, en el municipio de Guapi - Cauca* [Trabajo de grado]. Universidad del Cauca, Colombia.
- Correa, Y., Muñoz, I., Franco-Obando, F. y Bueno-López, M. (2023). Computational comparison of AC and DC motors to hydrodynamic changes in marine fishing vessels. *TecnoLógicas*, 26(56), e202. <https://doi.org/10.22430/22565337.2442>
- Escobar, A. (2016). *Autonomía y diseño: la realización de lo comunal* (1.^a ed.). Editorial Universidad del Cauca.
- Granit, I. (2023). What makes Colombia's indigenous peoples adopt microgrids? Social acceptance and financial constraints in renewable energy diffusion. *Energy Research & Social Science*, 101. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.103132>
- Manzini, E. y Coad, R. (2015). *Diseño, cuando todo el mundo diseña: introducción al diseño para la innovación social*. MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/9873.001.0001>
- Ministerio de Minas y Energía. (2024). *Manual de gestión de comunidades energéticas*. Autor. <https://www.minenergi.a.gov.co/documents/13313/Manual-Gestion-Comunidades-Energeticas-2024.pdf>
- Neves, C., Oliveira, T. y Karatzas, S. (2025). Citizen participation in local energy communities: A social identity and pro-environmental behaviour joint perspective. *Energy and Climate Change*, 6, 100212. <https://doi.org/10.1016/j.egycc.2025.100212>
- Orozco-Álvarez, M., Bueno-López, M., Andela, J. A. y Calpa, M. (2023). *Proyecto ID 5999: Estrategia de apropiación social del conocimiento para el impulso de las comunidades energéticas en el Departamento del Cauca*. Vicerrectoría de investigaciones. Universidad del Cauca.
- Orozco-Álvarez, M. y Calpa Yepes, M. (2024). *El diseño y las comunidades energéticas, el Rosario, Guapi - Cauca* [Ponencia]. XV Congreso de Enseñanza del Diseño 2024, Universidad de Palermo, Argentina.
- Solarte-Caicedo, S., Miranda, P. y Roa, S. (2025). From promise to pitfall? How interventions by non-governmental organizations can exacerbate energy vulnerability in Colombian off-grid communities. *Energy Research & Social Science*, 127, 104257. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2025.104257>
- Webler, T. y Tuler, S. (2025). Community civic capacities for meaningful engagement in siting infrastructure for the energy transition. *Energy Research & Social Science*, 127, 104224. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2025.104224>

Notas

* Artículo de investigación

Licencia Creative Commons CC BY 4.0

Cómo citar: Orozco-Álvarez, M., Bueno-López, M., Calpa Yepes, M. y Andela, J. A. (2025). Navegando por las comunidades energéticas: la articulación del diseño y la ingeniería por la democratización de la energía. *Signo y Pensamiento*, 44. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.syp44.ncea>