



EVALUACIÓN DE SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS AISLADOS Y SUS ESQUEMAS DE SOSTENIBILIDAD EN LAS ZONAS NO INTERCONECTADAS DE COLOMBIA

Resumen ejecutivo

Equipo UPM

Equipo técnico:

Andrea A. Eras Almeida

Tatiana Vásquez Hernández

Merlyn Johanna Hurtado Moncada

Coordinador:

Miguel A. Egido

Noviembre 2020

Financiadores

Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés)

Ejecutores

Centro de Investigación en Tecnología para el Desarrollo Humano (ITD)

Instituto de Energía Solar (IES)

Universidad Politécnica de Madrid

Fundación Bariloche

Para

Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas (IPSE)

Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME)

El proyecto “Mecanismos y Redes de Transferencia de Tecnología relacionada con el Cambio Climático en América Latina y el Caribe”, preparado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), fue aprobado por el Consejo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés) el 11 de septiembre de 2014 y por el directorio del BID el 17 de diciembre del mismo año.

El objetivo del proyecto es promover el desarrollo y transferencia de tecnologías ambientalmente racionales (EST, por sus siglas en inglés) en países de América Latina y el Caribe (ALC), con el fin de contribuir a la meta final de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático (CC) en sectores específicos de la región.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.

Bogotá D.C-Colombia, noviembre de 2020

Autores

Coordinador:

Miguel Ángel Egido Aguilera
miguel.egido@upm.es

Equipo Técnico:

Andrea A. Eras Almeida
Tatiana Vásquez Hernández
Merlyn Johanna Hurtado Moncada

Coordinación técnica y aportes

Renato Oña Pólit
Coordinador de Energía Renovables
Fundación Bariloche

Hilda Dubrovsky
Vicepresidenta Ejecutiva
Fundación Bariloche

Los interesados en el Informe final pueden solicitar el documento a:

Fundación Bariloche: info@fundacionbariloche.org.ar

Miguel A. Egido: miguel.egido@upm.es

Este documento resume el resultado del trabajo denominado *Evaluación de sistemas solares fotovoltaicos aislados y sus esquemas de sostenibilidad* que forma parte del proyecto “Mecanismos y redes de transferencia de tecnología relacionada con el cambio climático”, desarrollado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), con financiación del Fondo Para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y ejecutado a nivel de la región América Latina y El Caribe por la Fundación Bariloche.

Este documento recoge el análisis de la información primaria y secundaria de los proyectos de electrificación rural con energía solar fotovoltaica en Colombia, mediante entrevistas a los diferentes actores de la electrificación solar en las ZNI (Zonas No Interconectadas) de Colombia. Se ha realizado un estudio comparado de los proyectos internacionales seleccionados, todos en Latinoamérica. Los resultados se han mostrado en forma de lecciones aprendidas, un estudio DAFO que representa la situación actual percibida de la electrificación rural con tecnología solar fotovoltaica y la descripción de las oportunidades de mejora, basadas en experiencias de éxito en la región. Por último, se proponen un conjunto de lineamientos para apoyar las políticas públicas que facilitan el acceso a la energía en las zonas rurales no interconectadas de Colombia.

Situación de la electrificación rural aislada en Latinoamérica

La inversión en el sector eléctrico de las últimas décadas en Latinoamérica ha sido notable, pues se ha aumentado la calidad del servicio, se han reducido las pérdidas de electricidad y se ha incrementado la capacidad de generación con un gran porcentaje de generación renovable. En general, los países han optado por una liberalización del mercado, están utilizando tecnologías sustentables para la electrificación rural y su mayor desafío ha sido llevar energía eléctrica a las comunidades aisladas, principalmente por la dispersión de la población y el difícil acceso a estas zonas. Aunque se ha alcanzado una cobertura eléctrica de más del 97%, las tasas de electrificación se han mantenido bajas en las zonas rurales, especialmente en América Central, la región andina y la Amazonía. Los bajos niveles de cobertura pueden explicarse por la pobreza de la población y las complejas condiciones geográficas de algunas regiones, pero también por demoras en la introducción de políticas de electrificación o por diseños inapropiados tanto del modelo de implementación como de la solución tecnológica.

En las zonas rurales y remotas el servicio no es lo suficientemente rentable como para atraer inversores. Por lo tanto, para el acceso a la energía en estas zonas, desde los años noventa, los gobiernos nacionales han implementado programas específicos de electrificación y la mayoría usan tarifas sociales para aumentar la asequibilidad del servicio. Varios estudios demuestran que, en las zonas rurales, la adopción de energías renovables se ha convertido en una solución rentable, a menudo con el uso de sistemas *off-grid* y en pequeña escala. Pero el éxito no es solo impulsado por la tecnología. Para tener éxito, el diseño de instrumentos y la elección de opciones tecnológicas particulares en estos programas necesita ir más allá de una lógica tecnocrática, basada en la lógica de la eficiencia de costos.

Los programas de electrificación rural dependen en gran medida de los recursos fiscales para cumplir los objetivos globales y fomentar el progreso social y económico de las zonas más desfavorecidas, así como de la capacidad nacional para atraer la inversión privada y fondos de Cooperación Internacional.

Uno de los principales financiadores de los gobiernos latinoamericanos es el BID, que destina aproximadamente el 15% de su cartera a financiar proyectos *off-grid* y mini-redes con conexión a red y tecnología renovable. Sin embargo, en 2014, el presupuesto del BID se redujo en cerca de un 45% y, a la fecha, su portafolio de proyectos destinados a financiación *off-grid* está muy por debajo de lo requerido por la región para llegar a un acceso universal a la energía.

Electrificación rural en las ZNI de Colombia

Los retos impuestos por apoyar el acceso universal a la energía en Colombia se agrupan en el Plan Nacional de Electrificación Rural PNER, que busca compatibilizar las necesidades de las comunidades rurales con las soluciones tecnológicas a implementarse, el fortalecimiento de capacidades y la conciencia social para el uso eficiente de la energía. Los diferentes planes que forman la electrificación rural en Colombia son el Plan Indicativo de Expansión de la Cobertura Eléctrica –PIEC-, Plan Energético Nacional -PEN- 2014-2050-, Plan Nacional de Electrificación Rural PNER 2018-2031-, Plan de Energización Rural Sostenible (PERS) y Plan Todos Somos PAZcífico (PTSP), los cuales tienen como objetivo principal dar los lineamientos base para la ampliación de la cobertura de energía eléctrica, la asignación eficiente de recursos públicos para los proyectos de electrificación, la promoción de soluciones de generación eléctrica de acuerdo con las particularidades de las comunidades especialmente con Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE) y finalmente la capacitación a las comunidades en el uso adecuado de la energía.

La Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) establece los criterios y metodologías generales para remunerar las actividades de generación, distribución y comercialización de energía eléctrica, y las fórmulas tarifarias generales para establecer el costo unitario de prestación del servicio público de energía eléctrica en Zonas No Interconectadas. Para los sistemas solares, estos valores se expresan en \$/Wp. Esta regulación debe ser aplicada a los sistemas fotovoltaicos que son instalados en las ZNI, independientemente del fondo por el cual haya sido financiada la inversión del proyecto.

El marco tarifario actual ha mostrado importantes debilidades, de hecho, en ninguno de los proyectos financiados con fondos FAZNI y propios del IPSE, que son el objeto de este estudio, se ha llevado a la práctica en los sistemas individuales, es decir, las personas usuarias no están pagando por el servicio eléctrico que suministran los generadores fotovoltaicos aislados para las soluciones domésticas. En la actualidad, la CREG recientemente ha publicado una resolución que define la tarifa por la disponibilidad del servicio eléctrico para sistemas fotovoltaicos individuales con potencia superior a 500 Wp.

Casos de estudio en Colombia

La electrificación rural en las ZNI se desarrolla a través de tres soluciones energéticas principalmente: sistemas fotovoltaicos individuales, mini-redes con grupos diésel y mini-redes híbridas. Los sistemas fotovoltaicos individuales son la solución adoptada para la población que se encuentra más dispersa. En la actualidad hay más de 13.000 usuarios que cuentan con esta solución, con una potencia instalada superior a los 500 Wp. Adicionalmente, se estima que en lo que resta de año entrarán en operación cerca de 4.821 nuevas soluciones. En cuanto a las mini-redes híbridas, ésta ha sido la solución seleccionada para las islas y cuentan con un grupo electrógeno, redes de distribución, un generador



fotovoltaico, inversores y un banco de baterías para almacenamiento. Se han evaluado seis casos de estudio por el equipo consultor, para lo que se ha contactado con líderes locales, usuarios y empresas implementadoras entre otros actores de interés. Los casos de estudio de sistemas fotovoltaicos individuales ZNI se ubican en Acandí en el departamento del Chocó, Aguachica en el departamento del César y Cartagena del Chairá en el departamento del Caquetá. Los casos de mini-redes híbridas corresponden a Isla Fuerte, El Islote e Isla Múcura y pertenecen al municipio de Cartagena en el departamento de Bolívar.

A partir de las entrevistas a actores locales y a gestores gubernamentales de la electrificación rural en ZNI, más la revisión de información secundaria se realiza un análisis DOFA (debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas) de manera diferenciada, rescatando las particularidades de ambos contextos. El análisis contempla las siguientes dimensiones: de gestión, técnica, ambiental, socio-económica, de género y de impacto de la intervención. En la figura siguiente se muestra el resumen del análisis DAFO.

Item	Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
Gestión	<ul style="list-style-type: none"> (i) Liderazgo desde el sector público para la ampliación de la cobertura eléctrica en ZNI con energías renovables; (i) Fomento a la inversión de proyectos de electrificación rural a través de los fondos de financiación (i) Herramienta para la estimación de las tarifas y subsidios para hacer sostenibles los proyectos 	<ul style="list-style-type: none"> (i) Mejorar la interacción y gestión entre las entidades públicas y prestadores de servicio y a su vez estas entidades con los usuarios; (i) Posibilidad de asociaciones público-privadas con presencia local para fortalecer el modelo de negocio (i) Diseñar y aplicar la tarifa al usuario conforme las condiciones de contexto 	<ul style="list-style-type: none"> (i) Falta de asignación formal de responsabilidades de que entidad realiza el AOM (i) Falta de financiación para cubrir instalaciones internas de nuevos usuarios; (i) Falta de asignación de subsidios a los usuarios de SFVI para contribuir a la gestión del AOM de los proyectos. 	<ul style="list-style-type: none"> (i) Decisiones basadas en intereses políticos
Técnico	<ul style="list-style-type: none"> (i) Disponibilidad de recurso solar; (ii) Alternativa más adecuada para la condición de población dispersa (i) Capacidad para la cobertura de necesidades básicas como iluminación, carga de celulares, licuadora, entretenimiento y en ocasiones refrigeración y ventilación Titiza: (i) Construcción de las instalaciones internas de cada vivienda 	<ul style="list-style-type: none"> (i) Implementar SFVI cuya capacidad esté adaptada a las necesidades energéticas de usuarios (i) Fomentar la venta de electrodomésticos eficientes en las zonas rurales a través de políticas (i) Implementar Sistemas de Medición prepago para las comunidades más dispersas 	<ul style="list-style-type: none"> (i) Falta de verificación del cumplimiento de normas técnicas en las licitaciones (i) Disponible en promedio solo 4 horas de servicio para las necesidades básicas (i) Baja calidad de los equipos instalados principalmente baterías e inversores 	<ul style="list-style-type: none"> (i) Desconocimiento de la población de los costos de reposición de los equipos (i) Incremento de la demanda eléctrica de los usuarios por la conexión de equipos de alta potencia (i) Falta de desarrollo de un mercado local para reposición de equipos
Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> (i) Reducción de emisiones de CO₂ y contaminación acústica debido a los grupos electrógenos 	<ul style="list-style-type: none"> (i) Creación de puntos de recolección residuos electrónicos y material peligroso como las baterías 	<ul style="list-style-type: none"> (i) Reemplazo de baterías frecuente y las viejas se tiran sin reciclado. 	<ul style="list-style-type: none"> (i) Soluciones energéticas familiares basadas en combustibles fósiles
Socio-económico	<ul style="list-style-type: none"> (i) Ahorro de las familias al pasar de recursos energéticos tradicionales (velas, mechones, generadores térmicos) a solar 	<ul style="list-style-type: none"> (i) Capacitación a la población para crear cultura de pago 	<ul style="list-style-type: none"> (i) Falta de una conciencia generalizada sobre el uso eficiente de la energía 	<ul style="list-style-type: none"> (i) Usuarios que no consideran pagar una tarifa del servicio por encontrarse en condiciones de aislamiento y pobreza; (ii) conflicto armado
Género	<ul style="list-style-type: none"> Titiza: (i) Liderazgo de los Consejos Comunitarios por parte de las mujeres 	<ul style="list-style-type: none"> (i) Mujeres pueden emprender negocios para oferta de productos congelados 	<ul style="list-style-type: none"> (i) Bajo interés en la participación de las mujeres para tomas de decisiones referentes a energía 	
Impactos	<ul style="list-style-type: none"> (i) Mejoramiento de la calidad de vida, en cuanto al reemplazo del uso de combustibles fósiles para la iluminación y la posibilidad de refrigerar alimentos 	<ul style="list-style-type: none"> (i) Generación de emprendimientos locales basados en disponibilidad de electricidad como venta de alimentos congelados 	<ul style="list-style-type: none"> (i) Disminución en la confianza de los usuarios hacia el gobierno para la gestión de los proyectos 	<ul style="list-style-type: none"> (i) Rechazo generalizado de la población en ZNI a soluciones energéticas con fotovoltaica, si no se realizan con la calidad técnica debida.

El liderazgo del sector público es una de las mayores fortalezas en la implementación de la tecnología fotovoltaica para mejorar los niveles de acceso a la energía en las ZNI, priorizando la habilitación de fondos públicos para la implementación de los sistemas. Sin embargo, una de sus mayores barreras es la dificultad en establecer alianzas a nivel horizontal (con entidades territoriales) y robustecer la gestión a largo plazo como la apropiación territorial de los sistemas, a lo que se añade la falta de participación de las comunidades en la toma de decisiones y que afecta a la confianza de la población en sus líderes. En la parte positiva, de los casos de estudio se resalta la fuerte cohesión social y comunitaria, caracterizada por una población (especialmente líderes y jóvenes) con voluntad de cambio y dispuestos a convertirse en agentes activos para el desarrollo de las soluciones energéticas, a formar parte de comités de veedurías y control. Para esto requieren ser capacitados a todo nivel: tecnológico, análisis de información, gestión, tarifas, subsidios, entre otros, y por supuesto a ser escuchados. Esto, a su vez, habilita una posibilidad de implementar modelos de negocio innovadores que integren los Objetivos 7 y 17 de la Agenda 2030, donde las agendas políticas no afecten ni la toma de decisiones, ni la continuidad de los proyectos.

La politización de los proyectos solares es un factor de alta preocupación especialmente para las comunidades rurales, mientras que las insulares manifiestan el poco interés o falta de apoyo de las entidades territoriales ligado en su mayoría a los limitados recursos de estas entidades. Así mismo, los cambios de gobierno y los cambios de personal en las entidades estatales son factores que retrasan el desarrollo habitual de los proyectos.

En cuanto a la dimensión técnica, se resalta como fortaleza la elevada disponibilidad del recurso solar, lo que facilita la implementación de este tipo de sistemas a lo largo del territorio. También es importante reconocer que la parte más novedosa, el módulo, placa o panel solar, está operativa en todos los casos de estudio, es decir las fallas reportadas obedecen al sistema de acumulación o a los equipos electrónicos de acondicionamiento de potencia en su mayoría, y no a los paneles solares. Este factor está muy ligado a la baja calidad de los equipos y la escasa aplicación de estándares de calidad para verificar sus parámetros técnicos y de garantías. Así mismo, en la evaluación realizada en los casos insulares, se destaca que los trabajos de operación y mantenimiento (O&M) básicos (ej. cambio de combustible y aceite de grupos diésel, limpieza de paneles) pueden ser cubiertos por personal local, pero trabajos complejos requieren la búsqueda de personal de fuera de la isla lo que afecta el flujo de caja de los prestadores del servicio.

Referente a la dimensión socio-económica, se identifica como uno de los factores más sensibles. La economía familiar es altamente vulnerable a la estacionalidad en la generación de ingresos, ligada principalmente a la agricultura en el contexto rural y al turismo en el insular. Para ambos casos, las economías son muy susceptibles a choques externos, donde los ingresos se ven gravemente afectados, tal como sucede en la actualidad a causa de la pandemia. Como un factor añadido está la falta de aplicación de las tarifas, en la mayoría de los casos. En los casos de las mini-redes si se está cobrando a los clientes con diversos modelos tarifarios, pero, aun así, esto no es suficiente para cubrir la administración, operación y mantenimiento (AOM) de los sistemas de una forma sostenible pese a que resulta costosa para la comunidad. Con esto se evidencia, que el servicio eléctrico no es asequible en los casos de estudio de las ZNI. Así mismo, la sostenibilidad económica se ve amenazada por la falta de cultura de pago de los usuarios, debido principalmente a que el primer servicio público que llega a estas zonas es la energía eléctrica y no se tiene una concienciación sobre el pago de tarifas para garantizar un servicio. Finalmente, en lo concerniente a la dimensión ambiental, la mayor debilidad es la falta de políticas claras de reciclaje de los equipos electrónicos y de la disposición de baterías, lo

cual conlleva a plantearse, como una oportunidad de mejora, la creación de centros de acopio de este tipo de residuos en los cascos urbanos de los municipios.

Más allá de las debilidades y amenazas, también es necesario destacar que la implementación de este tipo de proyectos (solares e híbridos) ha generado impactos positivos en la comunidad, debido a la mejora de la calidad de vida mediante el desarrollo de su sector económico y de emprendimientos, que principalmente han sido liderados por mujeres. La población puede realizar actividades nocturnas, reemplazar fuentes de energía como pilas, mechones con combustibles fósiles o velas y lograr ahorros en la economía familiar, acceder a más servicios que solo iluminación: comunicaciones, información, conservación de alimentos aunque con limitaciones, mejorar el nivel educativo de los niños y jóvenes. Pese a estos aspectos positivos, las estrategias de electrificación en el país aún requieren de propuestas innovadoras y de adaptación a las condiciones actuales, donde las alianzas multi-actor se posicionan como alternativa potencial para no dejar a nadie atrás.

Análisis comparado con casos internacionales

Para entender varios dilemas de lo que aún queda pendiente por resolver en algunos entornos, se han analizado siete proyectos de electrificación rural con tecnología fotovoltaica desarrollados en Latinoamérica para identificar los elementos de éxito. En todos ellos se refleja la importancia del compromiso del gobierno y del papel comunitario y de la innovación. Así también, queda reflejado que el acceso a financiación es una de las grandes barreras para la región en general, es por eso por lo que el llamado de la Agenda 2030 para dar cabida a más actores es relevante y marca una guía clara para la formulación de políticas públicas a nivel regional y a nivel país.



En Perú, por ejemplo, el Proyecto Luz en Casa implementado por acciona.org Perú, muestra un modelo de gestión sólido, capaz de generar autosuficiencia para financiar proyectos y asegurar su liquidez una vez implementados, así como, de garantizar la asequibilidad del servicio eléctrico a los usuarios cumpliendo criterios de calidad bajo un proceso riguroso de verificación. La generación de una alianza multi-actor ha sido clave para su implementación basado en un modelo de gestión ESCO (Empresa de Servicio de Energía). No obstante, el modelo actual de concesión del país se convierte en una barrera que frena el potencial nivel de expansión de proyecto a otras zonas.

Para el caso de Iluméxico y Luz en Casa en México, se destaca la participación comunitaria como uno de los ejes centrales del desarrollo de los proyectos, pues no solo se participa en la iniciativa del proyecto, sino en la instalación, capacitación a los usuarios y en la sostenibilidad de los proyectos. Particularmente, en el caso del programa Luz en Casa, se demuestra el éxito del modelo de gestión APPD (Alianza Público Privada para el Desarrollo), que no solo ha proporcionado acceso a la energía en la región de Oaxaca a zonas con baja densidad poblacional, sino que, debido al interés reciente del gobierno, se puede replicar para ofrecer el suministro de agua y servicios como sanidad y cocina. Adicionalmente, en ambos casos, se evidencia que adaptar el modelo de negocio a la situación económica de los beneficiarios permite brindar soluciones tecnológicas a la medida de su capacidad de pago y así tener bajas tasas de impago.

La electrificación rural en áreas remotas en Brasil se enmarca en el Plan de Universalización del acceso a la energía, el programa Luz para Todos. El desarrollo del programa ha mejorado a través de la implementación de proyectos piloto, permitiendo al Ministerio de Minas y Energía ajustar el programa e introducir mecanismos innovadores en la política. Uno de los proyectos piloto que ha contribuido a la introducción de innovaciones es el caso de Eletrobras Amazonas Energía-Guascor, que instaló varias micro-redes híbridas en comunidades de la Amazonía. A partir de este proyecto piloto, el gobierno introdujo los estándares técnicos de calidad en los proyectos de electrificación, la monitorización del consumo, la comercialización de créditos, la realización de alianzas con agentes locales para el fortalecimiento de capacidades y el diseño de materiales inclusivos para comunidades indígenas, aunque se observa que no se ajustan completamente a la complejidad de la Amazonía. Además, las medidas del gobierno, en cuanto a la privatización de los operadores de los proyectos de energía, han creado una inestabilidad del programa porque las zonas de la Amazonia más alejadas no son atractivas para las empresas

En Bolivia, Energética, una empresa privada a través del proyecto Microfranquicias para Acceso a Energía Limpia, ha liderado un rol de intermediario de la transición hacia la sostenibilidad, logrando catalizar la transferencia de conocimiento, la integración de actores y el desarrollo de un modelo que ha emergido gradualmente en respuesta a las condiciones sociales, institucionales y el desarrollo socio-económico. En la sostenibilidad institucional ha sido clave: i) el ceder competencias a los gobiernos locales (descentralización) para la ejecución de los SFV, ii) un modelo de microfranquicia basado en la implicación de personal comunitario dentro del modelo de negocio y iii) el enfocar la ayuda internacional a desarrollar el potencial local, más que simplemente importar conocimiento externo y tecnología. En la sostenibilidad económica ha sido fundamental i) la financiación a los usuarios con pagos adaptados a las épocas de cosecha, que son las temporadas donde los productores tienen ingresos y ii) la cercanía de la microfranquicia con la población. La oferta de productos básicos estandarizados a usuarios, la disponibilidad de personal local con habilidades técnicas y un canal de comunicación postventa entre usuarios y proveedores ha permitido la operación y mantenimiento a largo plazo.

Por otro lado, en Chile el modelo APP (Alianza Público Privada) ha demostrado ser exitoso a lo largo del tiempo, no solo por la tasa de cobertura eléctrica a la que se ha llegado, sino por el manejo de la AOM de los sistemas, pues al hacerle entrega de la administración de los equipos a la empresa de distribución de energía local, se ha garantizado el funcionamiento de los sistemas y sobre todo la continuidad del servicio. Además, el enfoque ascendente (bottom-up) que tienen los proyectos permite la participación de la comunidad en la concepción de los proyectos, contribuyendo al empoderamiento de los beneficiarios y al buen uso de los equipos. Sin embargo, los tiempos entre la formulación y ejecución de los proyectos siguen siendo una barrera para alcanzar la tasa del 100% de cobertura eléctrica en un mediano plazo, así como también la asignación de recursos directa desde los Gobiernos Regionales (GORE) para los proyectos de electrificación, que genera incertidumbre sobre la propiedad y reposición de los equipos de los sistemas fotovoltaicos.

El caso de Floreana, en Ecuador, un ejemplo de mini-red en islas se caracteriza por una importante participación de la Cooperación Internacional en la financiación de los proyectos renovables para contribuir a la iniciativa nacional “Cero Combustibles Fósiles para Galápagos”. De hecho, esta política pública de descarbonización para preservar el valor ecológico del entorno ha sido clave para potenciar las energías renovables en las islas con ayuda de países donantes. Aunque los retos están presentes en la disponibilidad del biodiésel para generación de electricidad de cara a maximizar la penetración renovable en la isla, es destacable que la combinación tecnológica (diésel + biodiésel + FV (fotovoltaica) + baterías) permite garantizar el servicio eléctrico de manera permanente, mejorando la calidad de vida de los isleños gracias a la dinamización de su economía.

Como se observa, existe una gran variedad de estrategias de electrificación rural e insular implementadas en los países de América Latina, con diversidad de modelos de negocio, implicación de actores, soluciones tecnológicas y opciones de financiación al usuario. La electrificación rural e insular no es un reto que puede ser asumido solamente por el sector público, las actuales estrategias de cooperación promovidos por la Agenda 2030 buscan aunar esfuerzos a fin de trabajar por un fin común “acceso universal a la energía”, lo que promueve también el intercambio de experiencias a nivel regional a fin de fortalecer las actuales y futuras iniciativas. Muchos de estos hallazgos serán considerados para establecer recomendaciones de mejora al modelo de gestión colombiano.

Aprendizaje y oportunidades

Identificación de lecciones aprendidas

Se identifican las lecciones aprendidas a través de las etapas de los proyectos de electrificación fotovoltaica implementados en los casos de estudio, capturando evidencias de las narrativas de las diferentes personas entrevistadas, identificando las relaciones causa-efecto dentro de un contexto específico. La documentación de las lecciones aprendidas es una herramienta de información útil para prever problemas y factores clave en el desarrollo de futuros proyectos, se indican recomendaciones de buenas prácticas para la aplicación o replicación del nuevo conocimiento en proyectos similares.

Lección 1. Participación activa de las personas líderes y de la organización comunitaria en toda la etapa de la formulación: las comunidades que han participado activamente en las diferentes etapas de los proyectos como la selección de las familias, la coordinación de actividades, o el seguimiento de los proyectos, tienen un mayor compromiso en el cuidado de los equipos y las instalaciones, además de que han facilitado resolver los retos en la aprobación y la implementación del proyecto.

Lección 2. Comunicación horizontal y transparencia en la información entre todos los actores involucrados, especialmente hacia las personas con liderazgo en las comunidades, durante la estructuración e implementación: la comunicación transparente genera la confianza necesaria entre las entidades, empresas y comunidad durante el proyecto. Permite conciliar con la comunidad los posibles conflictos que pueden surgir como la ampliación de los tiempos de espera de la aprobación de los proyectos o el adquirir los compromisos necesarios para cumplir las actividades.

Lección 3. El diseño y la gestión de los proyectos de electrificación deben nacer de la co-creación donde la comunidad usuaria es el centro de la intervención: Los análisis de los casos en Colombia muestran que los proyectos con problemas de sostenibilidad tienen en común que los equipos encargados de la planificación y estructuración de los proyectos no construyeron colectivamente con las comunidades ni el diseño de las soluciones fotovoltaicas, ni el esquema de la administración, operación y mantenimiento. La forma en que se están diseñado los proyectos conduce a soluciones estáticas, que no comprenden la complejidad de los territorios, las realidades de las familias, ni la promoción del desarrollo propio de las comunidades. Esa diversidad social, geográfica y cultural con los contextos complejos donde están ubicadas las poblaciones ubicadas en las ZNI, hacen necesario co-crear las soluciones para que estén centradas en las necesidades y realidades de las familias, que sean flexibles a demandas futuras y que involucren a la entidad que hará la operación del servicio.

Lección 4. Se debe definir la estrategia de la administración, operación y mantenimiento (AOM) desde la estructuración de los proyectos: A pesar de que en los proyectos analizados se establecieron compromisos entre los actores para asegurar la AOM, no se han llevado a la práctica. Los compromisos se quedaron en el papel o en otros casos la comunidad no los conoce, ni tampoco conoce la estrategia de la AOM, especialmente en las instalaciones individuales. Es necesario que la entidad territorial, junto con la comunidad receptora y la entidad que lleve la AOM definan el esquema empresarial que permita la sostenibilidad de las instalaciones. Lo que incluye informar a la comunidad sobre las tarifas a pagar y definir las estrategias propias de cada comunidad para el cobro y para enfrentar los riesgos de no pago.

Lección 5. Sin capacidades locales no se logra una efectiva Administración, Operación y Mantenimiento: A pesar de que las capacitaciones recibidas han sido pocas, en los proyectos donde los líderes y lideresas locales han guiado a la comunidad en temas relacionados con la energía, se han visto resultados claros. Es importante incluir a líderes y lideresas, niños, jóvenes y mujeres como replicadores del conocimiento dentro de su comunidad. Además, se requiere mejorar otras capacidades en conocimiento técnico que permitan realizar trabajos de mantenimiento, particularmente de los sistemas de almacenamiento y grupos electrógenos, o en aspectos de gestión como la resolución de conflictos por la falta de pago de los servicios públicos, o el desarrollo de habilidades para ser parte y gestionar alianzas, en la gestión empresarial, y en la disposición final de equipos.

Lección 6. Se requiere hacer una reflexión con la comunidad de los cambios que se pueden dar por el uso de la energía para prevenir conflictos: Se da por supuesto que la energización trae solo

beneficios, sin embargo, en algunas comunidades se han observado cambios en las dinámicas comunitarias, propias de la cultura rural y étnica a consecuencia del acceso a la energía, especialmente en las personas jóvenes. Esto ha requerido un manejo dentro de la familia y de la comunidad, por lo cual las desventajas y beneficios que trae los proyectos energéticos hacen imperativo la reflexión de la comunidad, uno para evitarlas y otro para valorar los cambios positivos como parte de la sensibilización para la financiación a largo plazo.

Lección 7. Los proyectos de soluciones fotovoltaicas deben promover la inclusión de las mujeres en todas las actividades desde la formulación e implementación: En los proyectos en los que se ha conseguido que la participación de las mujeres sea alta ha sido porque las organizaciones comunitarias han incentivado la participación de mujeres en todos los espacios de decisión, como el caso de Isla Fuerte y Acandí. Sin embargo, los proyectos que no tuvieron la participación de las mujeres tampoco promovieron estrategias para lograr su participación, ni siquiera en los espacios de formación de uso de los equipos. El imaginario de que las mujeres no participan en los aspectos técnicos de la energía “porque no quieren” o “porque no les interesa”, está entre el personal de los proyectos y de gobierno, y esto no es la realidad, porque son las mujeres a quienes más les interesa la sostenibilidad de la energía, porque no quieren sentir otra vez la contaminación por el uso de los mecheros y velas, quieren tener más horas con luz de calidad, aprovechar el acceso a la electricidad en su vivienda para generar pequeños emprendimientos, al mismo tiempo que se liberan de parte del trabajo gracias al uso de electrodomésticos. Sin embargo, los roles que se les ha asignado a las mujeres rurales en las tareas del cuidado, no les permiten participar en espacios donde se toman las decisiones. Así que cuando los equipos técnicos no promueven la participación de las mujeres en todas las etapas de los proyectos, se aumentan las desigualdades que están viviendo las mujeres. Si se diseña sin escuchar a las mujeres, se diseña para los hombres porque son ellos los que están en los espacios de decisión.

Lección 8. Articulación entre programas y coaliciones: La sostenibilidad pasa por múltiples dimensiones que requieren la articulación de diferentes programas y actores, tanto en el ámbito local como en el ámbito nacional. La articulación entre programas de gobierno local y el desarrollo de la comunidad ha hecho que, en algunos casos, la electricidad esté relacionada con la generación de ingresos. También en otros casos, las coaliciones entre organizaciones han logrado Acuerdos de Paz locales con los actores ilegales armados, permitiendo la prestación del servicio. Por otro lado, también se observa que la falta de articulación entre entidades afecta a la prestación del servicio, por ejemplo, entre el IPSE y la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, que hace que las comunidades y empresas comunitarias no tengan como comunicarse los problemas por la prestación del servicio público. La coordinación interinstitucional es necesaria, sin embargo, se reconoce que no es fácil poner las agendas en común.

Finalmente, por el potencial que tienen estas lecciones aprendidas en mejorar la sostenibilidad de los proyectos de electrificación rural se recomienda que formen parte de una estrategia global de la gestión del conocimiento coordinada por el Ministerio de Minas y Energía, para que se puedan difundir entre los actores involucrados en el ecosistema de la electrificación rural en las ZNI.

Oportunidades de mejora basadas en las experiencias internacionales

Garantizar un acceso a una energía asequible, sostenible y moderna para todos es un gran reto que enfrentan los países en desarrollo, especialmente los países de América Latina debido a la dispersión

y lejanía en la que vive su población rural en comparación con otras regiones. Las limitadas posibilidades de acceso a financiación, políticas conservadoras, falta de apoyo gubernamental y falta de capacidades para asegurar los trabajos de operación y mantenimiento son algunas de la gran diversidad de barreras que se manifiestan en la región en el marco de la universalización de la energía. Por tanto, en esta sección, se describen oportunidades de mejora para la electrificación rural con fotovoltaica en Colombia en base a los aprendizajes y lecciones del contexto internacional en electrificación rural, a los resultados del análisis de fortalezas y brechas y las lecciones aprendidas en el contexto colombiano. Este análisis tiene en cuenta las dimensiones de la sostenibilidad: institucional, financiera, tecnológica, socio-económica y ambiental bajo la lupa de la electrificación rural e insular.

Sostenibilidad institucional: Esta dimensión converge en el hecho de integrar los esfuerzos ya realizados para desarrollar el marco normativo colombiano en acceso a la electricidad bajo las siguientes consideraciones: (i) el liderazgo desde el Estado para garantizar la financiación de programas de acceso a la energía; (ii) la aplicación de subsidios focalizados a la población más empobrecida, que está más aislada y con bajos ingresos; y por (iii) la participación de la población en las fases de implementación y operación de las soluciones energéticas con un objeto de co-creación. En este sentido, se plantea la construcción de una propuesta de ley exclusiva de acceso a la energía, que considere como principios: la complementariedad, la subsidiariedad, el desarrollo sostenible, así como la adecuación y diversificación tecnológica. Estos principios han tenido alto impacto en la mejora de la eficiencia de las instituciones, especialmente en la gestión y en la agilidad de implementación y revisión de procesos como en las facilidades de acceso a financiación a largo plazo. La simplificación e integración normativa considera todo el trabajo previo ya realizado por la administración pública colombiana en materia de legislación sobre el acceso a la energía: como el Decreto 1623 de 2015 y el Decreto 884 de 2017, una integración que a su vez contemple los principios de las Leyes bien establecidas: Ley 143 de 1994, Ley 1715 de 2014 y Ley 1955 de 2019.

La *complementariedad* fomentaría el desarrollo de proyectos de electrificación con un interés social, donde exista una acción coordinada entre los diferentes niveles de gobierno (central, regional y local) para las zonas rurales e insulares, pero de manera diferenciada por la particularidad de los contextos. La *subsidiariedad* que habilita al Estado como subsidiario de proyectos de electrificación bajo una gestión eficiente de los recursos, permitiría la participación privada, de comunidades y otros organismos como prestadores de servicio eléctrico u operadores rurales (posible a través de la Ley 1715 de 2014). El desarrollo sostenible promovería un desarrollo socio-económico que complementarían los proyectos con iniciativas de tipo productivo y de generación de empleo para contribuir a la sostenibilidad global de los proyectos. Este aspecto se complementa muy bien con la Ley 1955 de 2019 y puede integrar el objetivo del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 de la inclusión social y productiva a través de la productividad y la legalidad. La *adecuación y diversificación tecnológica* implica un manejo eficiente de recursos energéticos y económicos, la garantía del abastecimiento de la demanda de energía en las ZNI, la priorización del aprovechamiento de fuentes renovables de energía y la aplicación de medidas de eficiencia energética de forma paralela.

Por consiguiente, la propuesta integradora del marco normativo y la propuesta de una Ley en Acceso a la Energía también impulsaría lo ya propuesto por la Misión de Transformación Energética¹, en su

¹ Web de la Misión de Transformación Energética del Ministerio de Energía y Minas de Colombia:
<https://energiaevolucionaria.org/transformacion>

foco 4, sobre la unificación de fondos de financiación y homologación de criterios para implementación de proyectos, disminuyendo las trabas administrativas.

Sostenibilidad financiera: *“La combinación de diversos modelos de negocio basados en mecanismos de financiación adecuados, subsidios e innovaciones tecnológicas es clave para favorecer la introducción de renovables en entornos vulnerables: islas y zonas rurales”*². En este sentido, y considerando la implementación exitosa de diversos modelos de negocio en otros países de América Latina se proponen como potenciales alternativas los siguientes modelos:

— Empresa de Servicios de Energía (ESCO)

La Empresa de Servicios de Energía entrega servicios de energía con fuentes de energía renovable (principalmente) en las instalaciones de una persona usuaria determinada, la misma que debe cancelar mediante una tarifa este servicio. La propiedad de las instalaciones de generación eléctrica es de la ESCO. El fin de este tipo de empresas está en garantizar la provisión del servicio eléctrico a la persona usuaria bajo un enfoque de calidad y confiabilidad. Mediante este modelo de financiación, en un mercado regulado y participativo, es posible garantizar la inversión, implementación y actividades de operación y mantenimiento de la tecnología fuera de la red a través de una tarifa, y sobre todo asegurar la asequibilidad del servicio eléctrico en la última milla. Esta tarifa considera una diferenciación por zona geográfica y tecnológica por tipos de módulos implementados y, además, una diferenciación por tipo de inversor financiero ya sea estatal, empresas privadas u otras entidades. Este modelo se apoya en un esquema fee-for-service (subsidios cruzados) que proceden de un fondo de compensación social que se alimenta de las personas usuarias atendidas por extensión de red. Este fondo social unificaría los ya existentes en el modelo colombiano, y va de la mano con la propuesta planteada en la Misión de Transformación.

— Subastas Solares

Con el objeto de proponer que tanto las zonas rurales y las islas tengan un trato diferenciador por su contexto como tal, se recomienda la implementación de subastas de energía solar. Se ha demostrado el gran potencial que tiene este modelo, especialmente en países en desarrollo donde ya es posible garantizar costos bajos de generación de electricidad. Este instrumento es implementado por el Gobierno nacional a través de empresas de servicios públicos que adquieren una capacidad solar fotovoltaica mediante acuerdos de compra de energía. Mantener precios bajos y asegurar la implementación de proyectos bajo normas de calidad requiere una combinación de varios factores: bajos precios de equipos, bajo costo de capital y entornos de inversión sin riesgos, por ejemplo, a través de la presencia de garantías y otros factores como estrategias particulares de desarrollo de proyectos. En general, los países en desarrollo con abundante recurso solar, como Colombia en su zona del Caribe, están bien posicionados para impulsar la expansión global de la capacidad fotovoltaica. Las subastas bien diseñadas ofrecen una oportunidad única para expandir la capacidad de energía solar fotovoltaica a muchos mercados de manera rentable. Por ejemplo, la isla de El Hierro (España) ha implementado este tipo de esquema, mientras las Galápagos han iniciado el proceso de contratación de potencia en 2020.

² Eras-Almeida, Andrea A., & Egado-Aguilera, M. A. (2020). What Is Still Necessary for Supporting the SDG7 in the Most Vulnerable Contexts? Sustainability, 12(17), 7184. <https://doi.org/10.3390/su12177184>

— Microfranquicias

Este modelo, como una alternativa a la vulnerabilidad económica de las ZNI, permite, por un lado, mantener el flujo del dinero dentro de los proyectos de energización y por otro, incrementar el nivel de ingresos de la población a través de la generación de empleo. La microfranquicia establece un acuerdo entre una pequeña empresa y un propietario de un negocio o patente. Para el sector del acceso a la energía y en algunos países de América Latina, la microfranquicia se posiciona como una estrategia de gran potencial para involucrar a la población (con negocios previos o no) en la comercialización de equipos compatibles con los sistemas solares (ej., electrodomésticos) o con fines productivos, en la prestación de servicio de mantenimiento y reparación, de cobro de tarifas, y como canal de comunicación entre los promotores y las comunidades. En Colombia, el rol de las personas microfranquiciadas puede ser asumido principalmente por la población local y con un foco especial en la participación de las mujeres como emprendedoras, pero al mismo tiempo por los gobiernos territoriales. Una de las características más relevantes de este modelo es su flexibilidad para una fácil adaptación al contexto.

— Pay As You Go (PAYG)

Es un modelo impulsado por la tecnología a través del uso de celulares, que permite a la persona usuaria realizar pagos por un servicio recibido (electricidad) o por la compra de un equipo. El PAYG facilita la gestión de las órdenes de trabajo para mantenimiento de equipos como la gestión de cobros de cuotas o facturas. Para su implementación es necesario que los equipos instalados (sistemas solares) cuenten con electrónica asociada que facilite su monitorización, como sucede de forma mayoritaria en los Sistemas Fotovoltaicos de Tercera Generación (3G-SHSs). En el contexto de América Latina, el PAYG se establece como un factor clave en mejorar la eficiencia de los recursos tanto humanos como económicos en apoyo a la sostenibilidad y al flujo del dinero de los proyectos de electrificación.

Sostenibilidad tecnológica: Para lograr una sostenibilidad tecnológica, no solo se debe tener en cuenta el diseño técnico, la calidad de equipos y las tecnologías implementadas, se debe contemplar la adaptación de la solución energética al contexto local. Esto implica analizar la flexibilidad energética, la confiabilidad del servicio, la aceptación social de la tecnología, el acceso a los servicios básicos en el hogar, a nivel productivo y de infraestructuras comunitarias. La sostenibilidad tecnológica comprende varios puntos clave: (i) adaptar la solución tecnológica a las necesidades energéticas del usuario con base a una caracterización de la demanda, lo que a su vez rescata la diversidad de los territorios y contextos como la flexibilidad en las soluciones. Por ejemplo, los 3G-SHSs de los casos de México y Perú con acciona.org y Energética en Bolivia cubren las necesidades básicas de iluminación y comunicaciones, que en el contexto colombiano se adaptarían a las comunidades indígenas; (ii) fomentar la eficiencia energética para crear un mercado de electrodomésticos eficientes en las ZNI para evitar impactos sobre la demanda que condicionen la operación de las soluciones implementadas. Un ejemplo de ello es el Programa de Eficiencia Energética Caribe Energía Sostenible (PEECES) implementado en los departamentos de Atlántico, Córdoba y Bolívar, para sustituir equipos domésticos de refrigeración y que puede replicarse en el entorno rural e insular que comprenden las ZNI; (iii) asegurar la calidad técnica de los equipos que conforman las soluciones individuales como de mini-red bajo estándares internacionales (IEC), muchos ya adaptados al contexto colombiano. La calidad técnica asegura la vida útil de los equipos y además garantiza la aceptación social a la tecnología por la baja tasa de fallas y confiabilidad en su operación; (iv) incluir dentro de los diseños,

las instalaciones internas para asegurar la operación adecuada de los sistemas de generación; (v) asegurar los trabajos de operación y mantenimiento en el territorio; una buena solución son las microfranquicias que a través de la cercanía entre promotor y persona usuaria facilita los trabajos de reparación y mantenimiento dentro de las comunidades.

Sostenibilidad socio-económica: Esta dimensión reconoce el valor de las estrategias bottom-up para la formulación de los proyectos. La aplicación de metodologías participativas para promover un desarrollo territorial y la inclusión, reconociendo a las comunidades como agentes de cambio de su propio desarrollo, especialmente de las mujeres por las altas capacidades de liderazgo en iniciativas de impacto social. Esto ayudaría a fortalecer el espíritu comunitario, minimizar la brecha de la desigualdad y promover una apropiación real de los proyectos en un mediano y largo plazo. A esto se añade la necesidad de la generación de oportunidades de empleo (ej. microfranquicias que inciden positivamente sobre la economía familiar); la generación de capacidades a nivel tecnológico y de gestión (recolección y análisis de información, emprendimiento, negocio, tarifas, subsidios, entre otros) a fin de que las comunidades puedan contribuir a la gestión global de los proyectos; el impulsar una cultura de pago dentro de los territorios mediante campañas de concienciación y socialización; y el aseguramiento de la asequibilidad del servicio eléctrico, una vez comprobada la vulnerabilidad económica de las comunidades rurales e insulares.

Sostenibilidad ambiental: La dimensión ambiental integra especialmente dos factores claves para la mejora de las estrategias de electrificación rural en Colombia. Primero, se hace necesario establecer sinergias entre el sector energético y el medio ambiente donde existe gran potencial para iniciativas motivadas por la generación de una economía circular mediante la introducción de tecnologías renovables de calidad, disposición adecuada de equipos y la promoción de la eficiencia energética a fin de disminuir las emisiones de CO₂ al ambiente. El segundo factor incide en el aprovechamiento de las finanzas sostenibles como nuevas oportunidades de financiación donde los objetivos de acceso a la energía deben ser tenidos en cuenta. En otras palabras, se propone integrar los objetivos país en este ámbito dentro de la NDC local para mejorar el atractivo de las inversiones y disminuir el riesgo a través del apoyo nacional e internacional basado en la cooperación financiera y técnica, tal como se está haciendo en el contexto internacional.

En resumen, Colombia tiene un gran reto por delante para la construcción de una política energética que fomente una planificación adecuada bajo un enfoque holístico, basado en la sostenibilidad a largo plazo. Múltiples son los factores de mejora, donde la voluntad de los tomadores de decisión, así como el establecimiento de sinergias entre diferentes actores, es vital, y donde las medidas implementadas deben responder a las necesidades de la población y de contexto, principalmente. Esto se resume en el desarrollo de un proceso de innovación incremental tanto organizativa, de financiación, tecnológica, socio-económica y ambiental. Organizativa, ya que la calidad institucional es preponderante para la gestión de los recursos naturales; de financiación, para la participación de nuevos actores y la introducción de nuevos modelos de negocio como del acceso a nuevas fuentes de financiación, poniendo en el centro de las decisiones a las personas y el medio ambiente; tecnológica, para introducir innovaciones en la tecnología con adaptación a las necesidades del usuario; socio-económica, para disminuir las desigualdades a nivel regional y generar oportunidades de empleo, que contemple también la participación de la mujer como parte de este proceso transformador; y ambiental, frente a la evidencia respecto de los efectos negativos de cambio climático lo que afecta cualquier proceso de desarrollo y que habilita el acceso a nuevas fuentes de financiación y de cooperación.

Recomendaciones a los lineamientos de Política Pública para la sostenibilidad de los proyectos de electrificación Rural en ZNI

La expansión de cobertura de energía en ZNI en Colombia está enmarcada en diferentes planes, regulaciones, mecanismos de planeación y financiación que han sido diseñados y mejorados para lograr la ampliación de la cobertura y la sostenibilidad de la electrificación en las ZNI. El costo de la expansión eléctrica para el actual gobierno representa la necesidad de una inversión total de 2.200 millones de USD que, sumado a las barreras específicas de la electrificación en las ZNI, las limitaciones técnicas, económicas, y las condiciones sociales supone mejorar los esquemas de sostenibilidad que promuevan el desarrollo en los diferentes contextos de los territorios de las ZNI.

Las recomendaciones planteadas se hacen con el fin de abrir la discusión y la retroalimentación de los diferentes actores relacionados e interesados en lograr la energización sostenible en las ZNI. El planteamiento de los lineamientos se ha enmarcado en cinco condicionantes que determinan la formulación de las recomendaciones:

- Los resultados obtenidos del estudio realizado por esta consultoría.
- La complejidad del contexto de las ZNI en Colombia, caracterizado por los daños causados a las comunidades por el conflicto armado más largo del mundo y por estar viviendo después de un acuerdo de paz, un posconflicto con presencia de múltiples actores ilegales y criminales controlando sus territorios.
- La comprensión de la multidimensionalidad de la vida campesina y comunitaria.
- Los aportes de las organizaciones de la sociedad civil a las políticas de desarrollo rural y al acuerdo de paz.
- Los avances del Ministerio de Minas y Energía por consultorías y diagnósticos.

En la figura siguiente se resumen los lineamientos propuestos:



Lineamientos estructurales

A corto plazo se recomienda la creación de la política pública de acceso a la energía en ZNI elevada al Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) y a largo plazo la ley Nacional de acceso a la energía.

Se formula esta propuesta porque la política pública de energización en Colombia se realiza a través de proyectos y la mayor dificultad de los proyectos es la sostenibilidad. Una de las falencias encontradas es la implementación de proyectos que no han tenido la validación de las comunidades, o en los que no existen esquemas empresariales para la prestación del servicio. Entonces, la creación de una política pública, declarada como documento CONPES de importancia estratégica, que recoja la regulación existente e incluya los lineamientos necesarios para movilizar los diferentes actores, acciones y recursos hacia la sostenibilidad del servicio y lograr de esa manera la transformación que requieren las comunidades.

Partimos del hecho de que el acceso a la energía es un derecho fundamental reconocido por la constitución de Colombia y que en las ZNI existe la vulneración de los derechos humanos por los actores ilegales y criminales. Tomando en cuenta, la recomendación de la estrategia nacional para la garantía de los derechos humanos que recomienda que las políticas incluyan el enfoque basado en los derechos humanos, lo establecido en el Acuerdo de Paz y la búsqueda del gobierno de la innovación en las políticas públicas. Se plantean los enfoques basados en los Derechos Humanos, Diferencial y Territorial con el fin de garantizar el acceso a la energía según las necesidades y diferencias de las comunidades. Además, introducir la innovación en la política pública, que iría de la mano del acuerdo firmado entre el gobierno y la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). Adicionalmente, se promueve la adopción de las energías renovables como acelerador del desarrollo rural para lograr la articulación con las diferentes políticas que impulsan las energías renovables y el desarrollo rural en Colombia.

Se propone facilitar una información unificada, transparente y accesible sobre los proyectos y la política de electrificación rural, que conecte las diferentes fuentes de información entre entidades, permitiendo registrar y acceder a la trazabilidad de los proyectos independientemente de la financiación o la entidad ejecutora, con información desagregada y de interés para la toma de decisiones de la política pública.

Lineamientos estratégicos a los planes

Se recomienda la integración de acciones hacia la sostenibilidad en el Plan Nacional de Electrificación Rural, PNER, integrando aspectos institucionales, tecnológicos, ambientales y financieros.

Se recomienda que la política, así como los instrumentos, el PNER y sus estrategias, incluyan la transversalización de género en las acciones, es decir incluyan acciones de empoderamiento de las mujeres. El PNER recomienda las capacitaciones dirigidas a las mujeres. Sin embargo, se recomienda que esta acción trascienda a la promoción de procesos, de tal forma que lleve al grupo de mujeres, como colectivo, a visibilizar sus necesidades dentro de la comunidad, a liberar sus capacidades hacia el empoderamiento, a articular los proyectos de electrificación con programas de interés para las mujeres y que en el plan de capacidades difundan los lineamientos de género propuestos por el Ministerio de Minas y Energía al personal técnico, a las entidades públicas y empresas privadas responsables de la operación de los proyectos a nivel local. Todo ello para eliminar narrativas en los discursos técnicos y acciones dentro de los proyectos que revictimicen y discriminen a las mujeres y niñas.

Se propone un lineamiento para incidir en la articulación y alianzas para desarrollar proyectos con enfoque territorial y diferencial. Esto implica la articulación entre áreas del Ministerio de Minas y Energía, la unificación de fondos de financiación y homologación de criterios para implementar proyectos, la articulación a nivel local con el kit de planeación territorial y con los programas de interés de las comunidades, especialmente los de conectividad, salud, educación y de desarrollo rural.

Ampliar el fortalecimiento de las capacidades, a nivel local hacia habilidades en la resolución de conflictos, alianzas, realización de campañas internas de sensibilización y la realización de la formación coherente con las tradiciones, símbolos, lenguaje y canales de comunicación apropiadas a las comunidades, es otro lineamiento preferente. A nivel técnico y gobierno, se requiere desarrollar las capacidades en metodologías de diseño participativo y co-creación, del uso de lenguaje inclusivo y protocolos de trabajo con comunidades sobrevivientes de violencia. En el sector educativo, es importante incidir en la incorporación de las nuevas tecnologías energéticas y de desarrollo de proyectos con enfoque territorial a nivel profesional y técnico.

Lineamientos estratégicos a los proyectos.

Consideramos prioritario implementar la metodología de la co-creación y coproducción para garantizar la sostenibilidad, lo que permite proponer soluciones a problemas complejos de una manera innovadora y ágil, logrando estimular el pensamiento de las comunidades, y el empoderamiento a través de la participación activa, la escucha y la validación.

Se deben de diseñar soluciones técnicas flexibles a las demandas y realidades socio-económicas de las comunidades usuarias. La flexibilización del sistema debe permitir a una familia usuaria la opción de escalar su demanda, como también, la posibilidad a las comunidades de acceder a soluciones que

respondan a menores demandas, que por las condiciones geográficas y culturales de las comunidades son menores que los diseños estándar.

Es importante promover esquemas empresariales adaptables, que sean construidos con un amplio consenso de todos los actores, particularmente los actores locales, bajo diferentes mecanismos que dependerán de las condiciones locales y capacidades en las ZNI, pudiéndose presentar microfranquicias, subastas, ESCOs, Alianzas Público Privadas para el Desarrollo, empresas sociales, empresas comunitarias.

Otro punto es asegurar la calidad técnica de las instalaciones solares fotovoltaicas a través de promover las alianzas con centros tecnológicos, universidades y centros de innovación que puedan evaluar los parámetros técnicos de los principales componentes, realicen I+D+i y proyectos piloto que aporten al uso de tecnologías y esquemas para la operación del servicio, y que los parámetros de calidad utilizados para evaluar los proyectos se basen en la calidad de los equipos, respaldo y experiencia del fabricante.

Otro lineamiento que se propone es el seguimiento y supervisión de las inversiones a través de incorporar de sistemas de monitoreo, ya sea con el uso de tecnologías para la recolección de información en remoto o en sitio, o sistemas de monitoreo comunitario, además, el análisis de la información y brindar canales de comunicación en doble vía a las personas usuarias.

Recomendaciones a mecanismos de financiación

Por últimos se hacen tres recomendaciones destinadas a mejorar los mecanismos de financiación:

Se propone impulsar el uso de subsidios cruzados de las personas usuarias del SIN (Sistema Interconectado Nacional) a las personas que se encuentren en niveles altos de empobrecimiento en las zonas no interconectadas. Esto implica un esfuerzo para el análisis y la definición de la focalización del recurso.

A la vista de los problemas observados en la administración, operación y mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos aislados, principalmente en el caso de los sistemas individuales, se propone introducir incentivos para atraer nuevos operadores a través de garantizar la recuperación de inversión por medio de una tarifa que cubra los costos de cobertura en ZNI, conectar a las empresas con fondos de impacto social que permitan la integración de componentes que no se financian en la instalación, como los equipos de medición, y disminuir los tiempos de aprobación de los proyectos para facilitar el relacionamiento entre las empresas y las comunidades.

Por último, como se nombró anteriormente, el cálculo de la tarifa de ZNI según las condiciones locales, la demanda, los costos operativos y administrativos, la disponibilidad del recurso solar y la tecnología de generación empleada. Esto implica que en las instalaciones con tecnología solar se debe definir la tarifa por energía generada y no por potencia.

Estas recomendaciones son parte de un proceso de construcción que no terminan con este informe, por el contrario, estas recomendaciones deben servir para la apertura del debate, de la recolección de ideas y entendimientos mutuos para la construcción colectiva de una política pública de acceso a la energía. Debido a que las propuestas de lineamientos se han realizado para diferentes componentes de la política pública, están compuestos por acciones concretas y responden a múltiples dimensiones de la sostenibilidad, se considera presentar la relación de los lineamientos con la sostenibilidad basados en las acciones directas en cada dimensión. Se presentan tres tablas sucesivas: los



lineamientos para los planes, los lineamientos para los proyectos y los lineamientos para los mecanismos de financiación. Es conveniente aclarar que la clasificación de las acciones se basa en la relación inmediata dentro de la sostenibilidad, no desde el impacto que puede generar.

Lineamientos para los planes -PNER y Plan de Capacidades-

Lineamiento	Institucional	Técnico	Financiera	Socioeconómico	Ambiental
Impulsar la integración de la sostenibilidad en el Plan Nacional de Electrificación Rural PNER	<ul style="list-style-type: none"> • Compromiso de las entidades 	<ul style="list-style-type: none"> • Introducción de innovaciones tecnológicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Incluir modelos de negocio innovadores 	<ul style="list-style-type: none"> • Ampliación capacidades • Validación de los diseños • Generación de iniciativas de emprendimiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Priorización de proyectos ER
Integrar el enfoque de género en el Plan Nacional de Electrificación Rural y proyectos de energía	<ul style="list-style-type: none"> • Transversalización de género en las acciones • Articulación de acciones y programas • Sensibilización del personal técnico • Difundir los lineamientos de género del MME 	<ul style="list-style-type: none"> • Espacios de co-creación y coproducción con Mujeres • Necesidades e intereses de las mujeres víctimas del conflicto armado 	<ul style="list-style-type: none"> • Modelos empresariales de la energía para mujeres 	<ul style="list-style-type: none"> • Proyectos productivos y de servicios • Indicadores de género 	
Promover la articulación, complementariedad y coordinación intersectorial	<ul style="list-style-type: none"> • Articulación entre agencias del Estado • Promueva la articulación y comunicación desde el MME • Consolidación de la información • Capacidades locales 	<ul style="list-style-type: none"> • Consolidar la aprobación de los proyectos • KPT - con actualización de instrumentos 		<ul style="list-style-type: none"> • Articulación para priorización de acciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Alianzas de eficiencia energética
Fomentar las alianzas multi-actor a nivel de los territorios	<ul style="list-style-type: none"> • Habilidades en alianzas • Acuerdos y sistematizar 	<ul style="list-style-type: none"> • Co-creación y coproducción 		<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilización de la importancia de las alianzas 	<ul style="list-style-type: none"> • Cocinas eficientes • Electrodomésticos eficientes

Lineamientos para los proyectos de electrificación, SSFV

Lineamiento	Institucional	Técnico	Financiera	Socioeconómico	Ambiental
Introducir la co-creación y coproducción en los proyectos	<ul style="list-style-type: none"> • Espacios de innovación colectiva 	<ul style="list-style-type: none"> • Co-creación y coproducción • Divulgación de las metodologías de innovación 			
Soluciones técnicas flexibles a las comunidades usuarias		<ul style="list-style-type: none"> • Validación de la comunidad • Empresa Diseño = Operador de Red • Diferentes soluciones tecnológicas acordes con la demanda local (escalera energía) • Pilotos de innovación abierta 			
Identificar e implementar modelos de esquemas empresariales adaptables	<ul style="list-style-type: none"> • Alianzas para proyectos 	<ul style="list-style-type: none"> • Habilidades de innovación abierta 	<ul style="list-style-type: none"> • Diferentes esquemas empresariales • Atraer fondos de impacto 	<ul style="list-style-type: none"> • Involucrar a las comunidades desde el inicio y la AOM • Incentivar el emprendimiento social 	<ul style="list-style-type: none"> • Promoción de inversiones ER
Calidad técnica de las instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Fomentar el ecosistema de I+D+I 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluaciones de calidad locales 		<ul style="list-style-type: none"> • Parámetros para evaluaciones de calidad a nivel comunitario 	
Plan de fortalecimiento de capacidades en la electrificación aislada y comunitaria con energías renovable	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporar ER en las ingenierías • Ampliar la oferta de programas SENA • Involucrar a las organizaciones de mujeres 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de certificación nacional voluntario • Habilidades de innovación • Sensibilización en DDHH 		<ul style="list-style-type: none"> • Fortalecimiento de las capacidades comunitarias • Capacitaciones con enfoque de género y enfoque diferencial 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidades en EE • Campaña de sensibilización EE • Disposición de residuos
Seguimiento y supervisión de las inversiones	<ul style="list-style-type: none"> • Alianzas para cobertura de TIC e innovación • Difusión del conocimiento generado 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de sistemas de monitoreo I+D+I • Definir indicadores útiles 		<ul style="list-style-type: none"> • Canales de comunicación para reclamos • Diseñar sistema de monitoreo locales 	

Lineamientos para mecanismo financieros

Lineamiento	Institucional	Técnico	Financiera	Socioeconómico	Ambiental
Incentivos para nuevos operadores		<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de medición • Soluciones flexibles 	<ul style="list-style-type: none"> • Tarifa que cubra los costos de cobertura en ZNI • Incluir los costos de transporte según la zona • Inversión privada desde el inicio • Atraer fondos de impacto social 	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de los tiempos de aprobación de proyectos 	
Subsidios focalizados				<ul style="list-style-type: none"> • Subsidios para cubrir los costos de reposición y de AOM • Subsidios cruzados, focalizando 	
Cálculo de la Tarifa	<ul style="list-style-type: none"> • Definición de tarifa acorde con los subsidios que puede entregar el estado 	<ul style="list-style-type: none"> • Ajustar la tarifa a las condiciones locales, la demanda, la tecnología y disponibilidad de recurso solar 	<ul style="list-style-type: none"> • Definición de la tarifa por energía y no por potencia para garantizar el acceso equitativo a la energía • Ajuste de la tarifa a los costos operativos y administrativos de la ZNI 		