

PLANES DE ENERGIZACIÓN RURAL SOSTENIBLE –PERS- LA ENERGÍA: UN MEDIO PARA EL DESARROLLO PRODUCTIVO RURAL

Olga Leandra Rey Luengas; Jorge Antonio Cuenca; Andrés Darío Pantoja; Darío Fajardo; Wilson Achicanoy;
Gerardo Chávez

Oficina Gestión de Proyectos de Fondos; Departamento de Electrónica
Unidad de Planeación Minero Energética –UPME-; Universidad de Nariño –UDENAR-
Bogotá; Pasto, Colombia

olga.rey@upme.gov.co; ad_pantoja@udenar.edu.co

(57 1) 2220601 extensión 158-3175005129; (57 2) 7313034

(Resumen/Abstract) — La UPME con otros actores centrales y locales (entre ellos, Universidad de Nariño), inició el desarrollo de una estrategia regional en el 2012, basada en el análisis de los elementos locales relevantes en materia de energización, productividad y emprendimiento que permitan plantear el mapa de ruta energético de la región de estudio y desarrollar el catálogo de proyectos integrales identificado, para un período de mínimo 15 años.

Este mecanismo denominado Planes de Energización Rural Sostenible –PERS- es el resultado de un esquema de trabajo regional interinstitucional con el propósito de unir esfuerzos en búsqueda del fortalecimiento de las regiones y la descentralización del conocimiento, con el liderazgo, en lo posible, de la Academia. Con esta estrategia, se garantiza que los proyectos integrales incluidos en el catálogo cumplan con los objetivos de sostenibilidad y aprovechamiento de la energía como insumo de producción, para el desarrollo de las comunidades rurales.

Palabras Claves del Paper: catálogo proyectos integrales, energización rural, lineamientos política pública energética, planeamiento energético, proyecto energético, proyecto productivo, sostenibilidad.

I. INTRODUCCIÓN

Dentro de los Planes de Desarrollo Nacional y departamentales se encuentran objetivos y metas relacionados con el acceso a los servicios de energía en zonas rurales y a población vulnerable. Esta tendencia mundial también se reconoce como una necesidad por las Naciones Unidas al declarar el periodo 2014-2024 como la

Década de la Energía Sostenible para Todos (SE4ALL, por sus siglas en inglés), destacando la importancia de la energía para el desarrollo. De esta manera, la mejora en cobertura con una energía confiable, viable económicamente, socialmente aceptable y ambientalmente amigable es la clave para el desarrollo sostenible [8].

En Colombia, la UPME está liderando el proceso de desarrollo de los Planes de Energización Rural Sostenibles con el propósito de recolectar información en las áreas rurales e impulsar iniciativas que permitan el desarrollo de proyectos encaminados a la solución de problemáticas energéticas en estos sectores. En este trabajo se presenta un resumen de esta iniciativa en planificación y energización, como una de las posibles soluciones a los problemas identificados en las zonas rurales.

Con el fin de esclarecer el propósito, metodología, temática y resultados de los PERS, se utilizará el mecanismo de preguntas y respuestas.

¿Por qué surge esta estrategia de Energización y Desarrollo Rural denominada PERS?

Los Planes de Energización Rural Sostenible – PERS- nacen del reconocimiento de lo incompleto y, en ocasiones inviable, de pensar en una mera expansión de la cobertura de energía eléctrica, de la identificación de un problema creciente de la población, como es la búsqueda de ingresos; de la restricción presupuestal del Estado Colombiano; de la preocupación de los operadores de red o prestadores de servicios públicos por los altos costos a que se están enfrentado para llevar energía eléctrica a una vivienda colombiana; en síntesis, de la evaluación de la cantidad de recursos financieros que se han destinado para cumplir con la meta de la universalización del servicio de energía

Organizan:



Apoyan:



eléctrica sin avanzar significativamente en la sostenibilidad de las soluciones escogidas.

Por lo tanto, es necesario cambiar el mecanismo implementado y con la experiencia de largos años, se considera que la estrategia que se presenta en este documento es una forma de cumplir dicho requerimiento, de una manera gradual, segura, con la garantía de apuntarle a la sostenibilidad de los proyectos que permitirá definitivamente elevar el nivel de vida de los habitantes de estas zonas y sobretodo, impulsar su desarrollo local. De esta manera, se pasa de un concepto de Electrificación Rural a uno de Energización Rural [1].

Entre otras, se han identificado las siguientes causas en el problema de cobertura de energización rural:

- Falta de disponibilidad de información energética y socioeconómica de las áreas rurales.
- Ampliación de la cobertura de energía eléctrica, con costos crecientes, predominante en las áreas rurales.
- Desconocimiento de los potenciales de recursos energéticos locales, especialmente, de las fuentes no convencionales de energía renovable (FNCR), sin aprovechamiento para el desarrollo local de las áreas rurales.
- Fuentes de financiación disponibles y proyectos con deficiencias significativas en su formulación y estructuración.
- Escasos esquemas empresariales y poco adaptables a las condiciones de las áreas rurales.
- Sostenibilidad de los proyectos energéticos incierta y poco viable.
- Falta de coordinación interinstitucional e inter-organizacional, que no ha logrado un impacto regional.

Teniendo en cuenta estas razones, y con base en los avances realizados en esta temática en los últimos dos años, a continuación se describe el objeto de los PERS como una alternativa de solución. Posteriormente, se presenta la descripción de la propuesta y la metodología de la estrategia, para seguir con los principales resultados de los proyectos en curso, y finalmente se exponen algunas conclusiones y recomendaciones.

II. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA Y OBJETIVO

¿Qué son los PERS?

Son Planes de Energización Rural Sostenibles (PERS), con los que se espera, a partir de un análisis de los elementos regionales relevantes en materias de energización, productividad y emprendimiento, establecer lineamientos de política pública energética para identificar, formular y estructurar proyectos integrales y sostenibles en un período de mínimo 15 años, que además de generar energía, apoyen el crecimiento y el desarrollo de las comunidades rurales de las regiones objetivo.

¿Qué se pretende y cuáles son los resultados esperados de los PERS?

Aunque los vínculos entre desarrollo rural, mejoras en la condición de vida, desarrollo económico y energización rural han sido debatidos ampliamente en la comunidad económica internacional, hoy en día, es innegable el lazo que une estos aspectos. En la actualidad, el Banco Mundial identifica como el principal reto mundial el garantizar la sostenibilidad del sector energético, teniendo en cuenta las inversiones elevadas que se requieren en las áreas rurales para establecer programas que realmente incluyan beneficios potenciales a nivel socioeconómico, sociopolítico y ambiental [9]. En este sentido los PERS proponen una estrategia aplicable que permite ligar energía con productividad, desarrollo empresarial comunitario e incremento de la calidad de vida de las regiones más apartadas (algunas de ellas fuera del Sistema Interconectado Nacional –SIN–)

Con estos Planes se busca entonces identificar las necesidades de energía en las localidades considerando opciones de desarrollo local, establecer la demanda y el suministro actual de energía, identificar las fuentes locales aprovechables para suministrar los requerimientos de energía identificados, estructurar y elaborar proyectos integrales y sostenibles en el corto, mediano y largo plazo, para un horizonte de 15 años.

III. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

En la Figura 1 se presenta lo que se ha denominado el “círculo virtuoso” que describe conceptualmente la metodología del programa. Con el fin de iniciar este proceso de resultados, se debe tener como insumo la recopilación de información secundaria (características socioeconómicas, identificación de proyectos energéticos y productivos) de la región de estudio. Esto provee una línea base general para la determinación de instrumentos de recolección de información primaria alrededor de temáticas energéticas y

Organizan:



Apoyan:



socioeconómicas en los diferentes sectores de las áreas rurales.

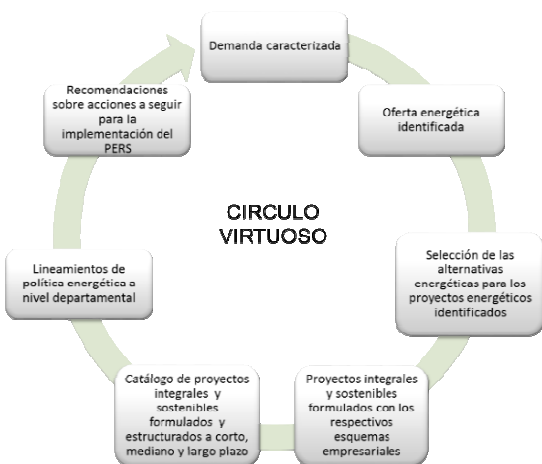


Figura 1 Resultados de los PERS

A partir de allí, se aplica el proceso de planeamiento y se generan los productos arrancando con la caracterización de la demanda energética e identificación de la oferta energética, para llevar a cabo la selección de las mejores alternativas energéticas en las regiones. Con base en las alternativas seleccionadas se proponen perfiles de proyectos energéticos y productivos, cuyos estudios detallados y la realización de trabajo de campo coadyuvan en la estructuración de proyectos integrales incluyendo los esquemas empresariales viables y fuentes de financiación posibles. A partir de esta etapa se construye un catálogo de proyectos integrales a corto, mediano y largo plazo, con el fin de identificar opciones de financiación para su ejecución y requerimientos de desarrollo de tecnologías y de capacidad técnica para su implementación y operación. Igualmente se prevé un seguimiento para establecer las dificultades de la generación de valor en las regiones y los requerimientos de otros servicios públicos y de oferta institucional para lograr así los lineamientos de política energética a nivel regional.

En este caso, la planeación inicial incluye la selección de las entidades ejecutoras y participantes nacionales y locales que tendrán a cargo el proyecto. En general se trata de una etapa de presentación del programa y búsqueda de compromisos entre los participantes y una puesta en común de la estrategia particular de cada región.

¿Cuál es la metodología utilizada para la selección de las alternativas energéticas para los proyectos energéticos identificados?

La Figura 2 indica la metodología junto con su herramienta computacional desarrolladas para la selección de

la mejor alternativa energética. La estrategia de energización busca la solución energética más factible entre un conjunto finito de alternativas y realiza la evaluación de las tecnologías bajo criterios de sostenibilidad.

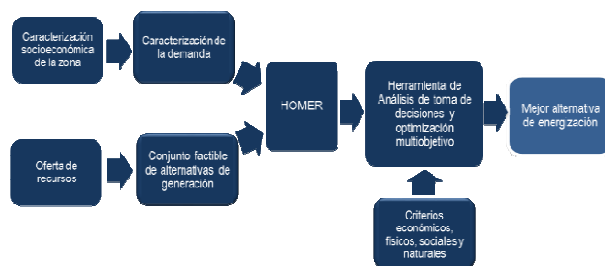


Figura 2 Metodología para la selección de la mejor alternativa energética

¿Quiénes son los actores involucrados en un PERS?

Los actores involucrados en un PERS se pueden clasificar en cinco partes, así: Gobierno Central, Academia, Actores Regionales, Cooperación Nacional e Internacional y Socios Estratégicos, tal como se indica en la Figura 3.

El primero, incluye las entidades que se encargan del planeamiento energético y productivo rural; su promoción, implementación y seguimiento; transferencia de las experiencias de otros programas desarrollados y/o promoción los proyectos para las siguientes fases del PERS (por ejemplo, UPME, IPSE, CANCELLERÍA, SENA Viceministerio de Recursos Públicos Rurales). Por su parte, al segundo, se denomina Gestor Local, delegado para desarrollar el PERS fase I y dar continuidad, a las fases siguientes, con su componente de Investigación y Desarrollo.

La tercera y quinta parte corresponden a las entidades, agentes y demás organismos que les interesa el estudio, ya que pueden aportar insumos en algunas de las etapas del PERS y a su vez, ser beneficiados con los resultados del mismo. Su clasificación dependerá de la actuación, ya sea como aportante o socio estratégico.

Por último, el caso de la Cooperación Nacional e Internacional, tiene a su cargo garantizar la continuidad del PERS en sus diferentes etapas, tanto de desarrollo del plan como de la promoción e implementación de algunos de los proyectos del PERS (Por ejemplo, el Programa de Energía Limpia para Colombia (CCEP), de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID)

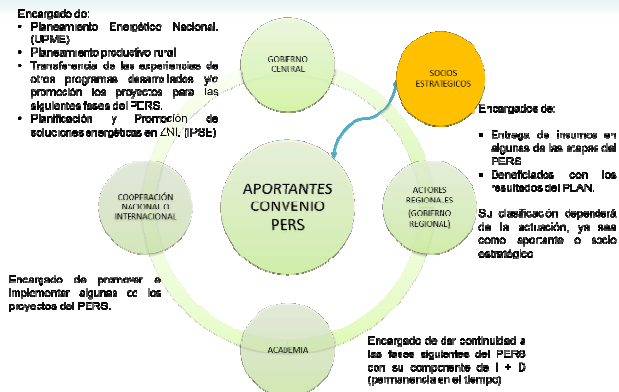


Figura 3 Actores y Socios estratégicos PERS

¿Cuáles PERS están en desarrollo y en proyecto?

Los PERS que se encuentran en desarrollo y en proyecto se muestran en la Figura 4.

¿Cuál es la relación de los PERS con la Ley de Energías Renovables recientemente expedida?

En el artículo 34 de la reciente expedición de la Ley 1715 de 2014 Energías Renovables se encuentra que en su parágrafo se señala la “prioridad a los proyectos que estén incorporados dentro de los Planes de Energización Rural Sostenible a nivel departamental y/o regional (su sigla PERS) a fin de incentivar la metodología elaborada para este fin.

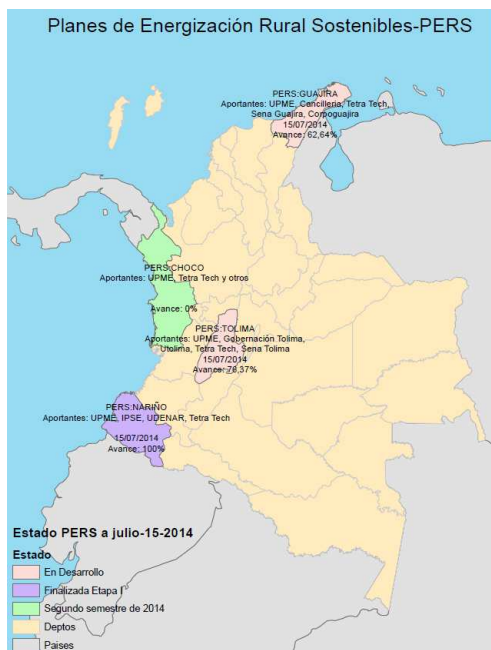


Figura 4 PERS en desarrollo y en proyecto

En resumen, en la Figura 5 se muestran los artículos de esta Ley y su relación con los PERS.

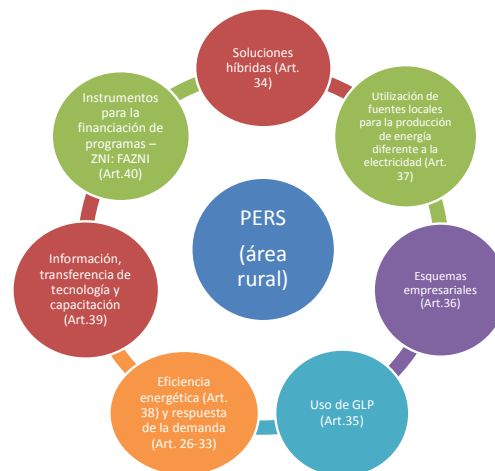


Figura 5. PERS y Ley de Renovables

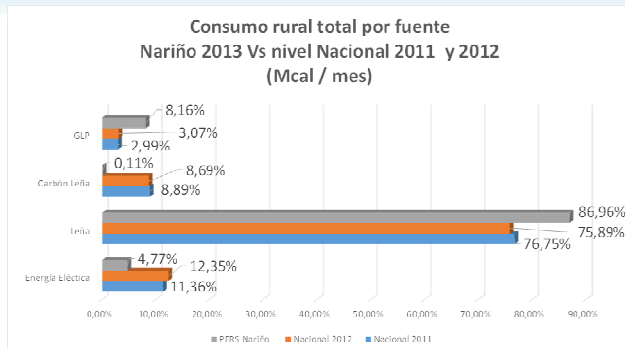
IV. RESULTADOS

¿Cuáles son algunos de los resultados de PERS NARIÑO?

Una parte de los productos obtenidos al culminar la primera fase de PERS Nariño proviene del análisis de la información recopilada (2479 encuestas residenciales, 510 comerciales y 198 industriales-institucionales), que permite establecer un diagnóstico energético y socioeconómico a nivel de subregión. En este diagnóstico se infieren cifras sobre el uso de las fuentes energéticas, su relación con los aspectos sociales y geográficos, las diferencias entre regiones de un mismo departamento y la posibilidad de correlacionar variables de interés en diferentes áreas, tomadas a partir de una extensa base de datos depurada y codificada.

Una muestra de los resultados en lo referente al uso de energéticos presenta en la Figura 6, donde se muestra el comparativo del consumo de energía eléctrica rural por fuente, mediante los datos obtenidos del estudio y el Balance Energético Nacional Rural años 2011 y 2012.

En la figura en mención se observan tres temas relevantes de la realidad rural del departamento de Nariño:



Fuente de datos: PERS Nariño y Balance Energético Rural 2011 y 2012
Fuente de gráfica: UPME

Figura 6 Consumo rural total por fuente

La mayor fuente de consumo en el departamento de Nariño en el área rural es la leña empleada para cocción de alimentos y este consumo es superior a los promedios nacionales de los años 2011 y 2012. Si bien se observa una disminución del consumo de leña a nivel nacional en el año 2012, el departamento de Nariño está un 10% por encima del promedio nacional.

El consumo de GLP en el área rural del departamento de Nariño es superior al consumo promedio de GLP nacional de los años 2011 y 2012. La tendencia en el consumo de este energético a nivel nacional es al alza, sin embargo el consumo registrado para el departamento de Nariño en el área rural está por encima del promedio a nivel nacional (2,65 veces)

El consumo de energía eléctrica en el departamento de Nariño en el área rural está por debajo del consumo nacional durante los años 2011 y 2012. Si bien el promedio nacional en estos años ha aumentado, la penetración de energía eléctrica en el departamento de Nariño es la tercera parte del nacional.

Estos resultados indican la importancia de considerar las fuentes de energía disponibles en la zona y su penetración para la conformación de la canasta energética más adecuada que deba promoverse. Es un mensaje importante a todos los actores involucrados en la formulación de la política pública energética rural regional.

Por otra parte, teniendo en cuenta los datos obtenidos de las encuestas se estudiaron modelos de predicción de la demanda aplicados a diferentes tipos de usuarios, subregiones, tipos de energéticos y situación socioeconómica. Como un ejemplo de uno de los múltiples modelos analizados, se realizó un ejercicio de predicción de la demanda en las viviendas rurales de Nariño y con el valor

promedio de las variables explicativas que cada uno de ellos incluye.

El modelo tiene en cuenta la demanda de la energía eléctrica para tres clases de viviendas: la clase A, tienen ingresos en el rango [0, 350.000] COP, la clase B de en el rango (350.000, 700.000] COP y la clase C de con ingresos mayores a 700.000 COP. El mejor modelo obtenido se describe por medio de las siguientes ecuaciones:

$$\hat{y}_A = 4,88 + 1,38x_1 + 1,92x_2 + 0,003x_3 \quad (1)$$

$$\hat{y}_B = 23,54 + 0,23x_1 + 1,92x_2 + 0,002x_3 \quad (2)$$

$$\hat{y}_C = 18,65 + 1,38x_1 + 1,92x_2 + 0,003x_3 \quad (3)$$

donde \hat{y}_A es la demanda de la energía eléctrica mensual para las viviendas de la clase A (kWh/mes), \hat{y}_B es la demanda de la energía eléctrica mensual para las viviendas de la clase B (kWh/mes), \hat{y}_C es la demanda de la energía eléctrica mensual para las viviendas de la clase C (kWh/mes), x_1 es el tamaño de equipos de refrigeración (ft^3), x_2 es el número de cuartos que tiene cada vivienda (cuartos/vivienda) y x_3 es el valor facturado del servicio de electricidad (COP/mes).

De este modelo se deduce que: (i) El intercepto del modelo (kWh/mes), relacionado principalmente con una demanda de subsistencia mínima, es mayor para clase B, le sigue la clase C y por último la clase A. (ii) El aporte a la demanda por la capacidad de equipos de refrigeración (kWh/mes/ ft^3) es igual para las clases A y C y menor para la clase B. (iii) El aporte a la demanda por el número de cuartos que tiene la vivienda (kWh/mes/cuartos/vivienda) es igual para todas las clases y el aporte a la demanda por el valor pagado por el servicio (kWh/COP) es igual para las clases B y C y menor para la clase A. (iv) Sin incluir el intercepto, la demanda para las clases A y C se explica de igual forma por cada variable independiente; en cambio, la demanda para la clase B se diferencia de las anteriores en el aporte por la capacidad de los equipos de refrigeración y el valor pagado por el servicio (este aporte es menor que el de las otras clases). (v) El comportamiento de estas dos variables es el que modela la demanda de la energía eléctrica de las viviendas rurales del Departamento de Nariño y los interceptos son los que logran distinguir esta demanda por las categorías ya definidas. Y (vi) el modelo predice que la demanda de energía para cada vivienda rural de Nariño es, respectivamente para las clases A, B y C, de 78,5164 kWh/mes, 70,5676 kWh/mes y 108,1462 kWh/mes. Los valores de estas demandas están acordes con la categorización de las viviendas por ingreso, es decir, las viviendas que tienen mayores ingresos tienen una demanda más alta de energía eléctrica que las viviendas que tienen menor ingreso.

Observando las conclusiones del modelo, resulta interesante que con la información obtenida y clasificada se pueden analizar múltiples comportamientos alrededor del uso de energéticos y su relación con variables socioeconómicas características de cada subregión.

Finalmente, uno de los productos más importantes del PERS es el catálogo de proyectos. En la Tabla 1 se relacionan los proyectos que obtuvieron recursos financieros para continuar en sus etapas de preinversión.

Tabla 1. Proyectos identificados en PERS Nariño y que han obtenido recursos

Proyecto	Monto (COP)	Aprobación	Beneficiarios
Análisis de oportunidades energéticas con fuentes alternativas en el departamento de Nariño	\$4.116.471.254	19 de julio de 2013 – Acuerdo 05 OCAD CTI	1.125 personas
Implementación de sistemas fotovoltaicos en instituciones educativas y en la red de microscopios del Consejo Comunitario Esfuerzo Pescador del Municipio de Santa Bárbara de Iscuandé	\$ 181,662,190	Mayo 5 de 2014 – Conv. Pacífico Pura Energía	40 familias
Acceso a la energía para el corregimiento Nariño, municipio de Leiva	\$ 181,662,190	Mayo 5 de 2014 – Conv. Pacífico Pura Energía	30 familias
«AWÁ SUKIN WAT UZAN ENERGIA PARA UN BUEN VIVIR EN LA SELVA AWA», El Sábalo municipio de Barbaocoas	\$ 181,662,190	Mayo 5 de 2014 – Conv. Pacífico Pura Energía	60 familias
Diseño e implementación de 34 granjas digitales para fertirriego con autonomía energética para el proyecto Nariño Vive Digital – MINTIC, GOBNAR, UDENAR	\$ 1.118.000.000	Mayo 29 de 2014, Comité Vive Digital Regional Nariño	34 establecimientos educativos.

El primer proyecto tiene un carácter esencialmente investigativo y se fundamenta en tres (3) líneas principales: la elaboración de un mapa energético departamental detallado de fuentes renovables de energía, la selección de una zona con potenciales locales para el diseño de un prototipo de energización basado en redes inteligentes y generación distribuida, y el fortalecimiento de las líneas de investigación en gestión energética de la Universidad de Nariño por medio de convenios interuniversitarios y programas de postgrado. Este fue uno de los primeros proyectos presentados para ser financiados por el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías en alianza entre la Universidad de Nariño, la

Universidad de los Andes y la comercializadora de energía local ASC Ingeniería SA ESP.

Los siguientes tres proyectos surgen a finales del año 2013 cuando se lanza la convocatoria Pacífico Pura Energía, dentro del programa Ideas para el Cambio de COLCIENCIAS. Esta convocatoria busca soluciones innovadoras desde la Ciencia y la Tecnología a las necesidades básicas de las comunidades pobres y más vulnerables del país, a partir de procesos de apropiación social del conocimiento e innovación social. En este marco, el PERS Nariño presenta tres iniciativas que son aprobadas por la solidez resultado del trabajo de campo y de los diseños prototipo realizados en el proyecto.

Finalmente, en el proyecto en ejecución Nariño Vive Digital desarrollado entre la Gobernación de Nariño, la Universidad de Nariño y el Ministerio de las Tecnologías de la Información y la Comunicación MinTIC, se lleva a cabo la implementación de 34 granjas digitales para riego y fertirriego donde se adopta la iniciativa del PERS al incluir autonomía energética y el monitoreo de las variables velocidad y orientación de viento, radiación solar, temperatura, humedad del suelo, humedad del aire y pluviosidad en cada una de estas 34 granjas dispersas en todo el departamento de Nariño.

Tal como se ha presentado, la consecución de los recursos financieros para la promoción y ejecución de los proyectos es dinámica, dentro de las diferentes etapas de elaboración (fase I), implementación y seguimiento al plan. Por ello, se espera que en la medida en que se avance en estas etapas, este proceso sea más expedito en la búsqueda de nuevos recursos.

Además de toda la información primaria y secundaria recolectada, el análisis de resultados, los modelos de predicción de demanda y el catálogo de proyectos indicativos por subregión, en PERS Nariño se propuso la implementación de un sistema de información para consulta pública de la metodología y resultados. En este portal se pueden consultar todos los documentos producto de la primera fase del plan, así como las metodologías e instrumentos para la recolección de información. El sistema está disponible en: <http://sipersn.udenar.edu.co:90/sipersn/>

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como conclusiones de esta metodología se tiene:

- El PERS se convierte en una alternativa viable para dar soluciones energéticas en territorios rurales que permita el desarrollo de estas áreas activando el flujo circular del ingreso.

Organizan:



Apoyan:



- El PERS maximiza la disponibilidad de las fuentes energéticas locales y sus usos más adecuados. De esta manera es posible materializar el concepto de energización rural.
- Las problemáticas encontradas y analizadas son oportunidades para plantear soluciones energéticas que sean sostenibles.
- La participación de los actores regionales como responsables de cada uno de los PERS, genera un mayor compromiso en la búsqueda del éxito de los objetivos planteados por que la región se vuelve protagonista de su propio desarrollo.
- Los problemas regionales no pueden seguir siendo resueltos por los actores centralizados del estado. Las soluciones están en las regiones. Los actores del gobierno central en cada PERS, se convierten en facilitadores y no en originadores de soluciones.
- El PERS enseña que la descentralización del estado no debe limitarse a recursos monetarios, responsabilidades y gobernabilidad, e invita a trascender a la descentralización del conocimiento.
- Para los formuladores de política pública energética, el PERS enseña a dejar de mirar un país dividido eléctricamente (en Sistema Interconectado o Zonas no Interconectadas) para observarlo en área rural y urbana.

¿Cuáles son las acciones en curso y futuras de los PERS?

En la Figura 7 se indica las acciones en curso y futuras de los PERS. Una vez desarrollada la estrategia PERS, con los planes en curso, se están proponiendo estrategias para la implementación de los mismos, garantizando por parte del Gobierno Central el seguimiento y evaluación a la ejecución, que permitan realizar réplicas en otras poblaciones o regiones con características similares y, de esta manera, retroalimentar la estrategia para los PERS en ejecución y futuros.

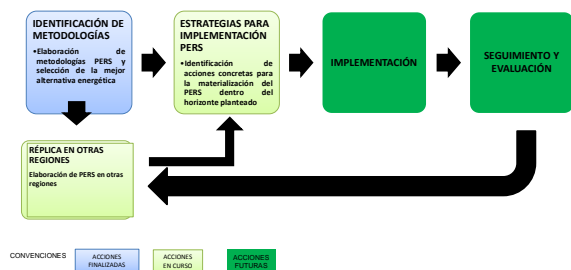


Figura 7 Acciones en curso y futuras de los PERS

RECONOCIMIENTOS

Expresamos nuestro reconocimiento a los gestores de los PERS, doctora Ángela Cadena, Directora General de la UPME y al Programa de Energía Limpia para Colombia (CCEP) de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) junto con su equipo de trabajo por el empeño y apoyo en esta tarea. También reconocemos la labor del comité de seguimiento y equipo colaborador de PERS-Nariño, especialmente a Sandra Mojica, Brenda Roncancio y Javier Revelo.

REFERENCIAS

- [1] J. Torres, “Energización Rural en el contexto de las reformas sectoriales en América Latina: reflexiones y pautas”, Grupo de Trabajo Latinoamericano y del Caribe sobre Energización para un Desarrollo Rural Sostenible –GLAERS-, diciembre de 2000, pp.1-4.
- [2] O. Ramírez, D. Pérez, S. Mojica, A. Cadena, “Plan Indicativo de Expansión de Cobertura de Energía Eléctrica – PIEC 2013-2017”, UPME, Bogotá Colombia, pp. 3, 89.
- [3] A. Pantoja, D. Fajardo, O. Rey, J. Cuenca, B. Roncancio, S. Mojica, A. Cadena, J. Torres, C. Álvarez, J. Quintero, “Plan de Energización Rural Sostenible – PERS – Nariño, FASE I”, Convenio 110-2012 Universidad de Nariño, UPME, TETRA TECH e IPSE, 2012-2014. Colombia.
- [4] C. Valles, J. Riaño, “Balance Energético Nacional Rural-BEN. 2011-2012, UPME, Bogotá – Colombia 2012, 2014
- [5] A. Muñoz, L. Delgadillo, M. Hernández, J. Luna, L. Ortiz, J. Cuenca, J. Torres, G. Chávez, “Plan de Energización Rural Sostenible – PERS Tolima. Universidad del Tolima Fase I”, Convenio CV-0001-2013 Gobernación del Tolima, SENA regional Tolima, Tetra Tech y UPME. Colombia. 2013-.
- [6] D. Arroyo, F. Romero, O. Rey, B. Roncancio, S. Mojica, A. Cadena, J. Torres, G. Chávez, J. Quiroga, H. Guzmán; “Plan de Energización Rural Sostenible – PERS Guajira Fase I”. Convenio CV-0002-2014 SENA regional Guajira, Corpoguajira, UPME TETRA TECH, Ministerio de Relaciones Exteriores, Colombia, 2013-
- [7] Ley 1715 de 2014, artículos 26-40: Integración De Las Energías Renovables No Convencionales Al Sistema Energético Nacional. 13 de Marzo de 2014. Colombia, pp. 17-21.
- [8] M. Olken, Energy for all. Challenges associated with this goal. IEEE Power & Energy Magazine, Vol. 12, No. 4, Jul-Ago 2014, pp. 4-6.
- [9] A. Zomers, Remote Access: Context, challenges, and obstacles in rural electrification. IEEE Power & Energy Magazine, Vol. 12, No. 4, Jul-Ago 2014, pp. 26-34.