

Gestión comunitaria de sistemas fotovoltaicos domiciliarios en comunidades rurales aisladas de Alta Verapaz (Guatemala)



Carlos Hernández Laste

Colaborador de la Fundación Energía sin Fronteras durante el curso 2012-13, con el proyecto fin de carrera "Gestión comunitaria de sistemas fotovoltaicos domiciliarios en comunidades rurales aisladas de Alta Verapaz (Guatemala)".

Ingeniero en Organización Industrial por ICAI Comillas. Actualmente Bid Consultant en Telefónica, en la Dirección de Preventa y Oferta de Grandes Proyectos de Outsourcing, sector Grandes Clientes.



Lucila Izquierdo Rocha

Presidenta de la Junta Directiva de la Fundación Energía sin Fronteras, en la que colabora desde el año 2004 y de la que ha sido responsable del Área de Estudios. Ha desarrollado buena parte de su carrera profesional en el Ciemat: investigadora, directora del Instituto de Estudios Nucleares y del Instituto de Estudios de la Energía, secretaria general e investigadora en la Unidad de Análisis de Sistemas Energéticos.



Entidad colaboradora: Energía sin Fronteras (EsF).

Palabras clave: EsF, MECA, Alta Verapaz, Guatemala, cooperación, desarrollo, servicio eléctrico, cooperativa, procedimientos, modelo de negocio, cuota por servicio.

Resumen:

Este trabajo es el resultado de un proyecto fin de carrera realizado en ICAI con la colaboración de la Fundación Energía sin Fronteras (EsF). Concretamente, se realiza dentro del marco del proyecto MECA (Modelo de Electrificación de Comunidades Aisladas) que dicha fundación viene desarrollando desde comienzos del año 2012 en la región V de Alta Verapaz (Guatemala), financiado por la AECID, y que pretende demostrar la viabilidad de la gestión, mediante cooperativas, de un servicio eléctrico sostenible y de calidad, ofrecido a las viviendas de comunidades aisladas con sistemas fotovoltaicos domiciliarios.

Para la gestión del proyecto MECA se ha constituido la primera cooperativa de servicios eléctricos existente en Guatemala.

El proyecto fin de carrera trata de contribuir al aseguramiento de la sostenibilidad del servicio eléctrico suministrado durante todos los años de vida estimados para la instalación, incluyendo requisitos sociales, económicos y, especialmente, técnicos.

Key words: EsF, MECA, Alta Verapaz, Guatemala, cooperation, development, electric service, cooperative, procedures, business model, fee for service.

Abstract:

This work is the result of a final degree project performed in ICAI in collaboration with the foundation "Energía sin Fronteras" (EsF). Specifically performed within the framework of MECA (Model Isolated Electrification Countries) project that the foundation has been developing since early 2012 in the V region of Alta Verapaz (Guatemala); and which aims to demonstrate the viability of managing a sustainable and quality electric service through household electrification with photovoltaic systems.

To MECA project management has become the first cooperative of electrical services in Guatemala.

The final project tries to contribute to ensuring the sustainability of the service during the years of life estimates for installation; including social, economic and especially, technical requirements.

Introducción

Este trabajo es el resultado de un proyecto fin de carrera realizado dentro de un programa plurianual de proyectos fin de carrera de Cooperación y Desarrollo en el que participan cuatro organizaciones sin ánimo de lucro (ONGAWA, Fundación ACCIONA Microenergía, Fundación Energía sin Fronteras y Fundación Ingenieros de ICAI para el Desarrollo) con el apoyo de la Cátedra BP de Energía y Sostenibilidad y del IIT. Concretamente se realiza dentro del marco del proyecto MECA (Modelo de Electrificación de Comunidades Aisladas) que Energía sin Fronteras (EsF) viene desarrollando desde comienzos del año 2012 en la región V de Alta Verapaz (Guatemala). Por ello, EsF ha aportado los datos, experiencias y conclusiones obtenidas en la primera fase del proyecto y en otros similares anteriormente realizados. El objetivo del proyecto MECA pretende electrificar, mediante sistemas fotovoltaicos domiciliarios, las viviendas de 11 de las 42 comunidades que constituyen la Región V del Municipio de Cobán del Departamento de Alta Verapaz, Guatemala. Los beneficiarios previstos son 180 familias, unas 1.000 personas, en la primera fase del proyecto.

El proyecto MECA pretende ver la viabilidad de la gestión de un servicio eléctrico sostenible y de calidad mediante la electrificación domiciliar con sistemas fotovoltaicos. Se ha elegido el modelo de gestión coope-

rativista con el objetivo de identificar su validez como modelo de institución local para gestionar un servicio de este tipo proporcionado a una comunidad con un elevado grado de aislamiento y de pobreza; y, en caso positivo, aplicarlo a otros proyectos en zonas rurales aisladas similares. La elección de este modelo de gestión se debe a que ha sido, y sigue siendo, una forma muy usual de realizar la electrificación rural, y a que en Guatemala el cooperativismo tiene una amplia raigambre. Se reconoce que en comunidades rurales aisladas, la presencia de la comunidad, con un elevado grado de propiedad e implicación sobre la operación y gestión del sistema, contribuye a la sostenibilidad del modelo de negocio. El punto débil del modelo cooperativo en la zona seleccionada es la falta de capacidad de las comunidades, tanto de medios financieros y capitales como de conocimientos técnicos y de gestión. Por tanto, será necesario dotar a la Cooperativa de todos los instrumentos técnicos y de gestión que permitan asegurar que su funcionamiento y, con ello, el servicio eléctrico que proporciona, son sostenibles y de calidad. Teniendo en cuenta que la Cooperativa para la gestión del servicio eléctrico proporcionado por el proyecto MECA es la primera cooperativa de servicios eléctricos que se crea en Guatemala, toda la ayuda posible durante la fase del proyecto será imprescindible.

Sostenibilidad del servicio eléctrico

Este artículo trata de contribuir al aseguramiento del buen funcionamiento de la Cooperativa y, de forma específica, a la sostenibilidad del servicio eléctrico proporcionado durante todos los años de vida estimados para las instalaciones proporcionadas por el proyecto. Para asegurar esta sostenibilidad, es necesario considerar requisitos de tipo social, económico y, especialmente, técnico.

El objeto del plan de sostenibilidad técnica trazado es asegurar el buen funcionamiento de las instalaciones en todo momento. Para ello es necesario definir la organización, métodos de actuación, capacitación de usuarios o habilidades y funciones del personal responsable del mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos del sistema fotovoltaico.

El objeto del plan de sostenibilidad económica es asegurar que se va a poder disponer de los recursos económicos necesarios para hacer el adecuado mantenimiento y operación de las instalaciones. Para ello es necesario ofrecer un modelo para estimar todos los costes que van a ser generados por la utilización de las instalaciones suministradas.

En cuanto al plan de sostenibilidad social que requiere de la apropiación del proyecto por parte de la comunidad y del fortalecimiento comunitario, deben darse pautas para crear las capacidades locales y dotar a la comu-



Cooperativistas.

nidad de los conocimientos mínimos que le permitan entender realmente las posibilidades del servicio y alinearlas con sus necesidades.

Aseguramiento de la sostenibilidad técnica y de gestión

Órganos de gobierno de la Cooperativa

El primer punto para asegurar el buen funcionamiento de la cooperativa y, por tanto, del servicio eléctrico proporcionado es definir con precisión sus órganos de gobierno y sus normas de funcionamiento. En el caso del proyecto MECA, y de acuerdo con las leyes guatemaltecas aplicables, el gobierno de la Cooperativa se realiza mediante cuatro órganos de gestión, cuyas atribuciones están definidas en los estatutos:

- La Asamblea General de Asociados. Órgano superior. El poder soberano de la Cooperativa reside en los asociados activos reunidos. Puede ser de carácter ordinario o extraordinario.
- El Consejo de Administración. Es el órgano administrativo de la Cooperativa, la representación legal de ésta la ejerce el presidente del Consejo de Administración. El Consejo estará integrado por cinco miembros electos en la Asamblea General Ordinaria, que ostentarán sus cargos durante dos años y sólo podrán ser reelegidos para otro periodo normal de dos años. Reuniones mensuales.
- La Gerencia. Es la autoridad administrativa responsable del funcionamiento operacional, ejecución del plan de trabajo de la Cooperativa y del resguardo de los bienes de la misma. Este órgano podrá ser ocupado por personas no miembros de la Cooperativa, de acuerdo a sus necesidades, posibilidades económicas y nivel de crecimiento industrial.
- La Comisión de Vigilancia. Órgano de fiscalización encargado del control de la Cooperativa. Estará integrada por tres asociados electos en Asamblea General Ordinaria Obligatoria. La duración en los cargos será de dos años, pudiendo ser reelegidos únicamente por un periodo más.



Sede de la Cooperativa.

El funcionamiento de estos órganos de gobierno debe estar regulado por normas claras y consensuadas por todos los asociados.

Documentos esenciales para el funcionamiento sostenible de la Cooperativa

El desarrollo previo de estos planes de sostenibilidad debe ser la base para redactar los dos documentos básicos, que, junto con los Estatutos, deben recoger el conjunto de normas y procedimientos para asegurar el buen funcionamiento de la Cooperativa y, en especial, el aseguramiento de que va a dispensarse a los usuarios un servicio eléctrico de calidad sostenible. En Guatemala, según la normativa legal sobre cooperativas, estos documentos deben ser el Reglamento Interno y el Manual de Servicios de la Gerencia, o sus equivalentes.

- El Reglamento Interno. Es un instrumento de carácter interno, que con la participación activa y consensuada de sus socios, define y establece cuáles van a ser las relaciones de los socios con la Cooperativa en el ámbito social y organizacional de la empresa. Su principal objetivo es normalizar el funcionamiento de la cooperativa en todos sus aspectos, económicos, sociales y culturales, que se desarrollen para la organización y los asociados dentro y fuera de la misma. Debe recoger, por tanto, los correspondientes criterios

de actuación necesarios para lograr este objetivo.

A continuación, y como ejemplo, se realiza un listado de los principales criterios (Tabla 1), cuya aprobación es, según los Estatutos, competencia de la Asamblea, que deberán ser incluidos en el Reglamento Interno. La forma de realizar las actuaciones prescritas en estos criterios deberá estar detallada en los respectivos procedimientos específicos en el Manual de la Gerencia.

- El Manual de Servicios de la Gerencia es un documento de índole interna que marca los procedimientos y prácticas que, mediante la otorgación de facultades y poderes, debe realizar la dirección ejecutiva de la Cooperativa. Entre las facultades que se atribuyen a la Gerencia está la de gestionar la Cooperativa con las directrices de la Asamblea General.

Las funciones de dirección de la Cooperativa engloban actividades de información, control y toma de decisiones encaminadas a la consecución de los objetivos previstos, o a modificar los planes de acción, si con los puestos en marcha no se consiguen los resultados esperados. De este modo, deben dictarse unas directrices para establecer la información deseada y generar una serie de procedimientos para su presentación.

Con el fin de detallar en este documento los criterios identificados en el Reglamento Interno, para el caso de

un servicio eléctrico proporcionado mediante sistemas domiciliarios fotovoltaicos, como es el caso del proyecto MECA, se propone la redacción de los siguientes procedimientos de gestión y económicos y procedimientos técnicos que se consideran imprescindibles para el funcionamiento de la cooperativa (Tabla 2), y que deben ser desarrollados por la Gerencia como parte del “Manual de Servicios”. A estos procedimientos deben añadirse cualesquiera otros que se consideren relevantes.

Para el desarrollo de estos procedimientos, se define la siguiente estructura:

- Objeto.
- Alcance.
- Documentación interna aplicable.
- Responsabilidades.
- Descripción del proceso.
- Flujograma.

A continuación, se propone un ejemplo de desarrollo de procedimiento típico. Se trata del proceso **“Reparación de averías”**, identificado anteriormente como uno de los procedimientos fundamentales del Manual de Servicios.

a) **Objeto**

El objetivo de este documento es describir el proceso de “Reparación de averías”, donde se definirán cada una de las tareas que lo componen y los responsables asociados a las mismas.

b) **Alcance**

El alcance de este procedimiento contempla desde que se detecta la incidencia en uno de los equipos de la instalación hasta que se llama a los proveedores seleccionados para reparar la avería o solicitar los repuestos necesarios.

c) **Documentación interna aplicable**

Artículos correspondientes de los Estatutos y del Manual de Gerencia. Libro de averías, registro de instalaciones.

d) **Responsabilidades**

La Unidad Gerencial será responsable de mantener y publicar este procedimiento a toda la organización. El resto de responsables que participan en este procedimiento son:

- **Usuario asociado:** es el primero en percatarse de la avería. Inicialmente, y siempre que los conocimientos que

Tabla 1. Relación de criterios del Reglamento Interno con procedimientos de la gerencia

Criterios a incorporar en el Reglamento	Procedimientos a incorporar en el Manual de la Gerencia
Criterios de selección (comunidades y usuarios)	
Actualización de cuotas (tarifa social, donaciones...)	Cálculo de nuevas cuotas
Transferencia de la instalación a otro usuario	Retirada de instalaciones
Actuación en caso de fallecimiento	Retirada de instalaciones
Actuación frente a impagos	Retirada de instalaciones
Requisitos de ingreso en la cooperativa	Instalación de los sistemas
Retiro y compromiso de los asociados	
Nombramiento de los comités	

Tabla 2. Procedimientos a incluir para el Manual de Servicios

Procedimientos de gestión y económicos	Procedimientos técnicos
Contrato de suministro	Control ubicación instalaciones: SIG
Documentación usuarios: libro de cobros, etc.	Documentación de usuarios: equipos instalados, libro de incidencias...
Sistema de realización, control y gestión de cobros	Plan de formación de técnicos (formación inicial y continua)
Sistema de gestión de ingresos, usos del dinero recaudado	Compra de equipos y repuestos
Gestión almacén de la entidad de gestión	Recepción provisional y definitiva de la instalación
Retirada de las instalaciones	Actuación en caso de avería
	Instalación y sustitución de equipos e instalaciones
	Especificaciones equipos a sustituir
	Sistema de reciclado de baterías
	Retirada de instalaciones
	Formación en usos de sistemas a usuarios
	Metodología para el cálculo de nuevas cuotas

haya adquirido se lo permitan, deberá intentar arreglarlo. En caso de que no sea posible, se lo notificará al técnico del área de mantenimiento y reposición responsable de su comunidad.

- **Encargado técnico de mantenimiento:** tras recibir la notificación, deberá personarse en el lugar para comprobar la avería. Como miembro del equipo de mantenimiento, valorará las diferentes alternativas. Realizarán un diagnóstico de la avería, señalando los componentes afectados y valorarán la posibilidad de repararlo ellos mismos; en caso positivo, procederán. En caso de que no tengan la capacidad de solucionarlo, trasladarán a la Gerencia la situación de la instalación y sus nece-

sidades. Asimismo, registrará la avería en el libro de incidencias de la instalación correspondiente. Colaborará con la gerencia en la identificación de las capacidades del mercado para la identificación de repuestos.

- **Gerencia:** definirá la necesidad de solucionar la avería y valorará la viabilidad de las propuestas trasladadas desde los técnicos de mantenimiento, eligiendo la que considere más adecuada. En último lugar, hará llegar a los proveedores las necesidades y registrará los datos en la contabilidad de la Cooperativa.

- **Suministrador o servicio correspondiente de mantenimiento:** será labor del suministrador reci-

bir la orden y acudir al lugar señalado para proceder a su reparación.

e) Descripción del procedimiento

La descripción de las actividades de este procedimiento, junto a los principales intervinientes en su ejecución, se sintetiza de manera estructurada en el punto 9 “Flujograma del procedimiento”.

El procedimiento comprende desde que se detecta la incidencia en uno de los equipos de la instalación hasta que se llama a los proveedores seleccionados para solicitar los repuestos o al servicio de mantenimiento profesional correspondiente.

En primer lugar, el usuario detecta la incidencia en su instalación domiciliar e intenta solucionarla aplicando los conocimientos y la metodología aprendida en los cursos de formación para usuarios. Cuando verifica que, tras sus intentos, la avería persiste, se lo comunica al técnico responsable de atender las necesidades de mantenimiento y reposición de equipos, quien se persona en el lugar y confirma la existencia de la avería.

El técnico de mantenimiento realiza un diagnóstico de la avería, detallando los elementos del equipo que se han visto afectados, e intenta solucionarla. Ante la situación de no poder reparar la incidencia, traslada el estado de la situación a la Gerencia, y registrará la incidencia en el libro de incidencias de la instalación, anotando la fecha y el diagnóstico.

La Gerencia cotejará las necesidades con los productos ofrecidos por los distintos proveedores seleccionados, eligiendo finalmente la mejor opción.

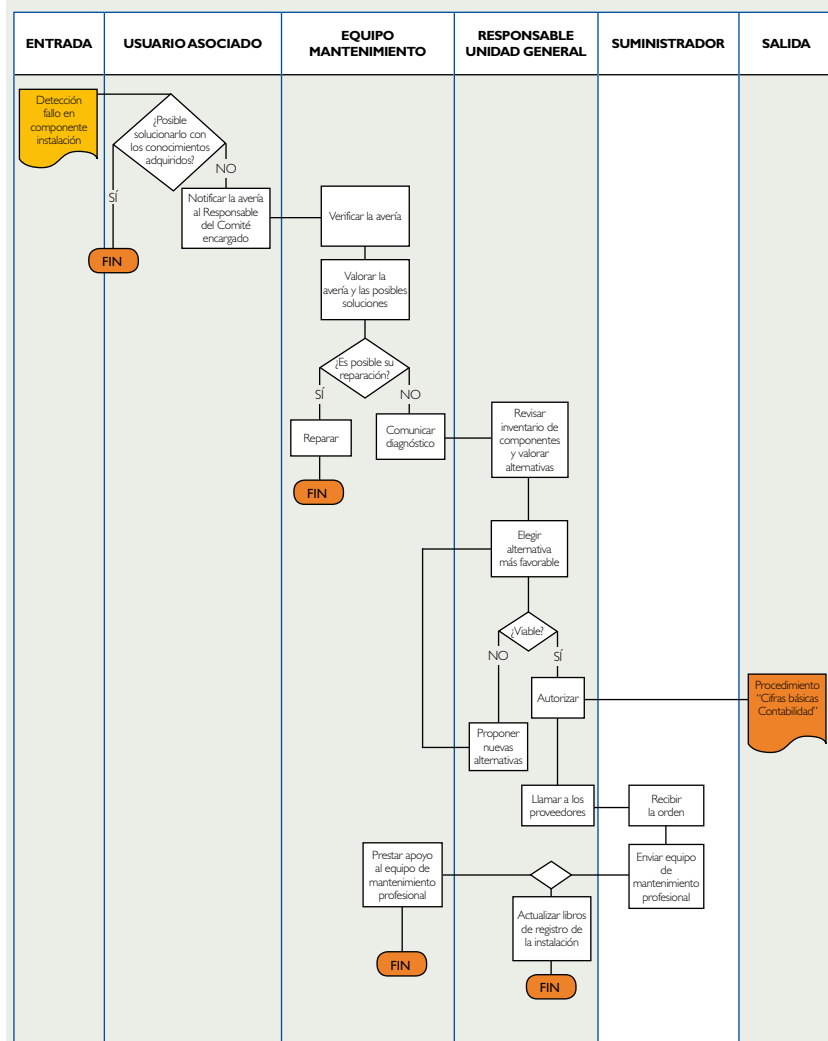
A continuación, detallará los elementos a reponer con sus precios y valorará la necesidad real de la incidencia en el marco de lo presupuestado, pudiendo aceptar o rechazar la propuesta.

En última instancia, la Gerencia se pondrá en contacto con los proveedores seleccionados y les trasladará las necesidades técnicas de la Cooperativa.

f) Flujograma del procedimiento

El flujograma del procedimiento está detallado en la Figura 1.

Figura 1. Procedimiento de reparación de averías



Aseguramiento de la sostenibilidad económica

Dentro del plan de sostenibilidad económica, se ha propuesto para la Cooperativa un modelo de negocio basado en una cuota por servicio, que después del estudio de la capacidad de pago de las familias se ha fijado en 10\$, que corresponde a la cantidad máxima que los asociados pueden permitirse pagar; esta cantidad debe poder permitir cubrir los gastos que pudieran generarse. Para asegurar esto último, es necesario identificar, en primer lugar, el origen de todos los costes que se van a producir en la operación durante la vida de la instalación y su periodicidad. Estos costes deben incluir los gastos de gestión de la gerencia, los costes de operación, mantenimiento y reposición de equi-

pos de las instalaciones a lo largo de su vida útil y los costes de formación y mantenimiento de la capacidad técnica y de gestión de la cooperativa. De acuerdo con estos datos y los costes unitarios estimados para cada uno de los componentes y operaciones identificados, se determina el coste que el conjunto representa. Se calcula el coste anual equivalente que supone la explotación de las instalaciones durante toda la vida del proyecto. Dado el alto costo de las instalaciones iniciales, se puede ver de antemano, que si se incluyen en el modelo de gestión los costes de amortización del capital inicial, la cuota necesaria va a ser bastante mayor que la voluntad de pago estimada. Por lo tanto, todo el análisis se realiza asumiendo que las instalaciones iniciales son donaciones.

La Figura 2 es un ejemplo de dichos costes, y el momento de su producción. Como puede verse, algunos se producirán en momentos muy puntuales y consistirán fundamentalmente en repuestos para elementos de la instalación.

Conclusiones

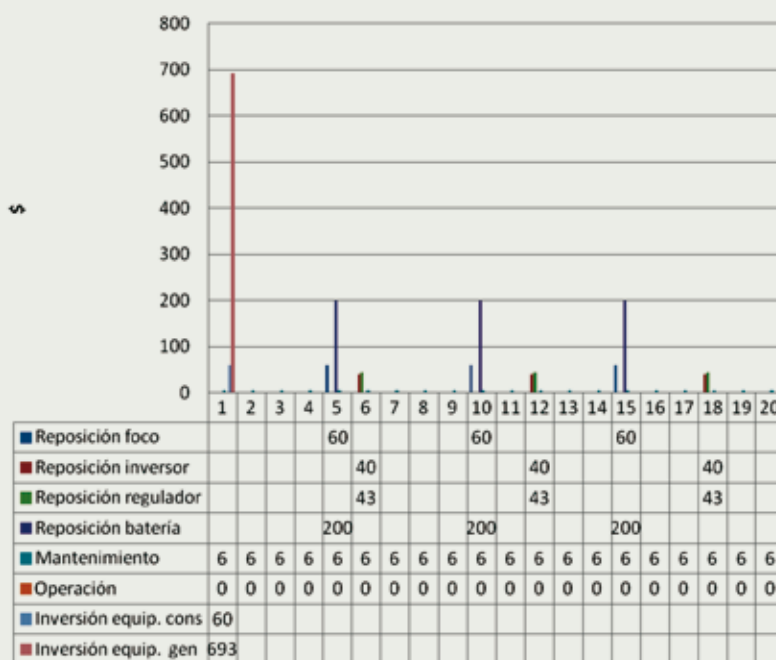
El presente documento se ha integrado dentro de la segunda fase de actividades que la Fundación Energía sin Fronteras llevó a cabo a lo largo del primer semestre de 2013 y ha participado en la consecución de las siguientes actividades:

- Gestiones con el suministrador para la ejecución de las instalaciones.
- Aprobación definitiva del Estatuto y redacción del Reglamento Interno y del Manual de Servicios.
- Elaboración del plan de formación y de los manuales correspondientes.
- Revisión del diseño inicial del modelo MECA tras la experiencia del proyecto.

Dentro de estas actividades, cabe destacar como logros conseguidos lo siguiente:

- Desarrollo de un documento de sostenibilidad técnica que define la organización, métodos de actuación, o habilidades y funciones del personal responsable del mantenimiento preventivo y correctivo.
- Definición de un documento de índole económica que propone un modelo de estimación de los costes OMR (operación, mantenimiento y reparación), para asegurar su sostenibilidad a lo largo de los 20 años de vida estimados para la instalación. Para asegurar esa viabilidad económica, se propone también un modelo de cuota por servicio para los cooperativistas, que ascendería a \$10 (Q80) y una cuota de ingreso de Q50.
- Documento de apropiación y fortalecimiento comunitario que pretende crear las capacidades y habilidades locales suficientes; así como dotar a la comunidad de unos conocimientos mínimos y crear un entorno facilitador.
- Colaboración en la definición de los aspectos más importantes a considerar en el Reglamento Interno y que van a ser los encargados de modelar el funcionamiento de la cooperativa

Figura 2. Costes de la instalación en su vida útil



Uno de los sistemas fotovoltaicos instalados en la comunidad rural de Alta Verapaz.

en todos sus aspectos, económicos, sociales y culturales.

- Colaboración y elaboración de los procedimientos y prácticas que mediante la otorgación de facultades y poderes debe realizar la dirección ejecutiva de la Cooperativa, y que han sido integrados en el documento Manual de Servicios.

- De forma adicional, para continuar viendo la viabilidad de este servicio respecto a otros que se utilizan en proyectos similares, se ha elaborado una comparativa de costes e inversión con un modelo de Microrred. La com-

parativa se realizó de manera muy superficial, estimando algunos datos y con fines únicamente académicos. Los resultados que se arrojaron desvelaron que las microrredes serían una gran solución para electrificar pequeños núcleos de población, siempre que las viviendas tengan una determinada dispersión, que habría que calcular en cada caso; y los sistemas domiciliarios serían más convenientes para poblaciones dispersas, donde existen grandes distancias entre unas y otras viviendas, ya que no requieren redes de distribución. ■