

LAIA FERRER-MARTÍ, ALEIX CUBELLS,
ENRIQUE VELO, MIQUEL CARRILLO (eds.)

PROYECTOS DE
ELECTRIFICACIÓN RURAL
CON ENERGÍAS RENOVABLES

EXPERIENCIAS, LECCIONES APRENDIDAS
Y RETOS DE FUTURO

Icaria ☘ Tecnología y desarrollo humano

ÍNDICE

Agradecimientos 9

Prólogo 11

Propósito del Libro 13

I. Introducción 15

Qué es el PAER, *Miquel Carrillo* 15

Perú, *Oliver Marcelo, Miguel A. Castro, David Vilar* 19

Bolivia, *Lorenzo Perone* 27

Ecuador, *Soledad González, Facundo García* 35

Guía del Lector, *Laia Ferrer-Martí, Alex Cubells, Enrique Velo, Miquel Carrillo* 43

II. Evaluación inicial 47

DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO

Introducción, *Enrique Velo;*
colaboradora Laia Ferrer-Martí 47

El Alumbre (Perú), *Anna Garwood, Walter Mantilla,*
Frank Medina 55

Larimarca (Bolivia), *Carlos Resa, Roger Guzmán,*
Mirtha Telles, Milton Domínguez, Tito Claude 64

Zancudo Cocha, Alta Florencia y Santa Rosa (Ecuador),
Daniela Espinosa, Facundo García 71

EVALUACIÓN DE RECURSOS

Introducción, *Enrique Velo;*
colaboradora Laia Ferrer-Martí 80

Alto Perú (Perú), *Matteo Ranaboldo* 83

III. Estudio y diseño técnico	91
ESTUDIO TECNOLÓGICO	
Introducción, <i>Enrique Velo;</i> <i>colaboradora Laia Ferrer-Martí</i>	91
El Alumbre (Perú), <i>Oliver Marcelo, José Chiroque</i>	96
Turco y Challapata (Bolivia)	103
San José del Coca (Ecuador), <i>Facundo García,</i> <i>Albert Pérez</i>	108
DISEÑO TÉCNICO DEL PROYECTO	
Introducción, <i>Enrique Velo;</i> <i>colaboradora Laia Ferrer-Martí</i>	112
Alto Perú (Perú), <i>Bruno Domenech</i>	117
Saq̄saqa (Bolivia), <i>Lorenzo Perone</i>	127
IV. Gestión y capacitación	131
MODELO DE GESTIÓN	
Introducción, <i>Enrique Velo;</i> <i>colaboradora Laia Ferrer-Martí</i>	131
El Alumbre (Perú), <i>Walter Mantilla</i>	134
Saq̄saqa (Bolivia), <i>Mirtha Téllez, Milton Domínguez,</i> <i>Tito Claire, Carlos Reza, Roger Guzmán</i>	143
Zancudo Cocha, Alta Florencia y Santa Rosa (Ecuador), <i>Daniela Espinosa</i>	153
CAPACITACIÓN	
Introducción, <i>Enrique Velo;</i> <i>colaboradora Laia Ferrer-Martí</i>	160
Alto Perú (Perú), <i>Benito Ramírez, Anna Garwood</i>	162
Turco y Challapata (Bolivia), <i>Lorenzo Perone</i>	169
Zancudo Cocha, Alta Florencia y Santa Rosa (Ecuador), <i>Facundo García</i>	173

V. Ejecución y evaluación de proyectos 181

EJECUCIÓN DE PROYECTO

Introducción, *Enrique Velo*;
colaboradora Laia Ferrer-Martí 181

El Alumbre (Perú), *José Chiroque* 183

Zancudo Cocha, Alta Florencia y Santa Rosa (Ecuador),
Facundo García, Daniela Espinosa 189

EVALUACIÓN

Introducción, *Enrique Velo*; *colaboradores: Laia Ferrer-Martí, Pau Lillo Rodrigo, Álvaro Fernández-Baldor Martínez, José Javier Sastre Aparisi, Alejandra Boni Aristizábal* 192

El Alumbre (Perú), evaluación de impacto socioeconómico,
Benito Ramírez 202

El Alumbre (Perú), evaluación técnica, *Aleix Cubells, Guillermo Segura* 210

Alto Perú (Perú), *Pau Lillo Rodrigo, Álvaro Fernández-Baldor Martínez, José Javier Sastre Aparisi, Alejandra Boni Aristizábal* 218

Turco y Challapata (Bolivia), *Walter Canedo, Carlos Resa, Mirtha Telles, Milton Domínguez, Lorenzo Perone, Jaime Salinas* 229

VI. Aumento de escala y aspectos globales 241

Introducción, *Laia Ferrer-Martí, Aleix Cubells, Enrique Velo, Miquel Carrillo* 244

INVERSIÓN PÚBLICA

Perú, *Pedro Yáñez Alvarado, Gilberto Villanueva* 245

Bolivia, *Walter Canedo, Carlos Resa, Roger Guzmán* 247

Ecuador, *Facundo García, Soledad González* 252

PLANIFICACIÓN

Planificación en Perú, *Rafael Escobar, Laia Ferrer-Martí* 256

Planificación en Ecuador, *Facundo García, Joan Pleixats, Soledad González, Laia Ferrer-Martí* 265

DESARROLLO DE CAPACIDADES

CEDECAP: Centro de demostración y capacitación en tecnologías apropiadas, *Rafael Escobar, David Vilar, Enrique Velo, Laia Ferrer-Martí, Bruno Domenech* 278

AGRADECIMIENTOS

Han sido muchas las personas e instituciones involucradas en la experiencia de electrificación que este libro recoge. Los editores quieren reconocer su apoyo, sobre todo en la labor de sistematización del conocimiento generado, que es la base con la que se ha elaborado el texto que ahora se presenta y sin la cual este hubiera sido del todo imposible. Por supuesto, el reconocimiento para los autores y coordinadores de los diferentes capítulos, que han sabido plasmar dicha experiencia.

Por lo que respecta a las instituciones que han colaborado: Ingeniería Sin Fronteras (España), Soluciones Prácticas-ITDG (Perú), en el desarrollo del Programa Andino de Electrificación Rural y Acceso a las Energías Renovables (PAER): Grupo de Formación e Intervención para el Desarrollo Sostenible (GRUFIDES, Perú), Centro de Información en energías renovables (CINER, Bolivia), Mosoj Causay (Bolivia), Fundación Ecuatoriana de Tecnología Apropiable (FEDETA, Ecuador), Red de Líderes Comunales Ángel Shingre (RLCAS, Ecuador), así como la Universitat Politècnica de Catalunya.

Por lo que respecta a las administraciones y universidades que han dado su apoyo financiero a esta publicación: Universitat Politècnica de Catalunya - Centre de Cooperació al Desenvolupament y el Ministerio de Ciencia e Innovación (Proyecto ENE2010-15509 del MICINN)

Por lo que respecta a las administraciones, universidades y colegios profesionales que han dado su apoyo financiero al desarrollo de los proyectos descritos en esta publicación: Gobierno Municipal de Orellana (Ecuador), Ajuntament de Barcelona – Barcelona Solidària, Ajuntament de Girona, Ajuntament de Platja d’Aro, Diputació de Girona, Generalitat de Catalunya - Agència Catalana de Cooperació al Desenvolupament,

Gobierno Foral de Navarra, Ministerio de Asuntos Exteriores y Cooperación - Agencia Española de Cooperación al Desarrollo, Universitat de Girona, Universitat Politècnica de Catalunya - Centre de Cooperació al Desenvolupament, Col·legi d'Enginyers Tècnics Industrials de Barcelona, Col·legi d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Catalunya.

PRÓLOGO

La presente obra intenta resumir la experiencia colectiva de diferentes instituciones, organizaciones sociales y universidades que trabajan en el ámbito del desarrollo humano y que, en esta ocasión, han llevado a cabo un trabajo conjunto para mejorar el acceso a la energía, un componente que habitualmente se soslaya y que se toma erróneamente como algo accesorio, no vinculado directamente con la mejora de las condiciones de vida y la consolidación de sociedades más justas.

Durante los últimos años, en Perú, Bolivia y Ecuador se han puesto en marcha diferentes proyectos demostrativos, intentando a la vez validar metodologías de gestión y tecnologías adaptadas a cada ambiente, desde la sierra andina hasta la cuenca amazónica, y a la vez consolidar una red sectorial propia de conocimiento en la región. Es evidente que hay que caminar y aprender mucho todavía para construir una visión diferente de la energía en todo el mundo, también en esta región, donde no se consigue superar el esquema de producción concentrada y de megaproyectos, que tantos impactos sociales y ambientales ha tenido.

Las fuentes renovables deben constituir el eje de nuestra matriz energética en un futuro no muy lejano, o los impactos de la actual matriz serán insostenibles para nuestra civilización. Sin embargo, todavía nos falta aprender mucho sobre cómo convertirlas en una alternativa real, en particular para dotar de energía a comunidades aisladas de forma autónoma. Especialmente complejo es que en el mundo emergente y en los países más empobrecidos pueda ser un vector sustancial del acceso a la energía, y no una extravagancia ideologizada. Existe una oportunidad, histórica podríamos decir, para que países como en los que se ha trabajado consideren seriamente las fuentes renovables en sus planifica-

ciones energéticas, y además lo hagan transformando los esquemas que han llevado a convertir la energía en un elemento que profundizaba las desigualdades en las oportunidades que detectamos ampliamente en el desarrollo humano.

Efectivamente, la energía es un campo extremadamente complejo. Muchos lo consideramos un derecho básico más, habría que asegurar su acceso como se debe hacer con el agua o la educación. Pero es cierto que la implementación de un derecho así tiene que ver también con sus usos y posibilidades productivas, lo que obliga a combinar una visión como bien común y como productora de riqueza individual.

Asimismo, la energía es una clave de desarrollo territorial más, no solo el hecho de encender una bombilla por la noche. Pocas veces se ha tenido en cuenta a la hora de mirar y ordenar el territorio, como pocas veces se ha considerado su impacto en la consolidación de sociedades más libres y democráticas.

Esta obra es también la prueba de la necesidad de aunar esfuerzos y visiones entre los diferentes actores presentes en la cooperación internacional al desarrollo. Queda lejos ya aquel momento en que, en 2004 en Barcelona, algunas personas decidieron emprender juntas este camino, y era casi un deber llegar hasta estas páginas.

Ojalá sirva para orientar otras iniciativas similares, poniendo todo el potencial de esos actores al servicio de la causa común de un desarrollo humano sostenible y justo.

PROPÓSITO DEL LIBRO

El Programa Andino de Electrificación Rural y Acceso a las Energías Renovable (PAER) es un programa impulsado por Ingeniería Sin Fronteras en el que, desde el año 2005 hasta la actualidad, se ha promovido el acceso a la energía, y en particular a la electricidad, mediante energías renovables en el área andina.

ISF¹ con todas sus contrapartes (Soluciones Prácticas, CINER, Mosoj Causay, FEDETA, GADMFO) y con sus socios y colaboradores (Green Empowerment, Universidad Politécnica de Cataluña —UPC—) ha avanzado y acumulado conocimiento sobre estrategias y acciones adecuadas para llevar a cabo proyectos de electrificación rural. Así, se pensó en que era una buena oportunidad documentar el trabajo realizado y la experiencia adquirida en electrificación rural en el PAER en Perú, Bolivia y Ecuador.

Los impulsores y editores de este libro inicialmente nos planteamos cuál era la mejor manera de enfocarlo y qué era lo más interesante que se podía escribir y aportar de la experiencia adquirida y desarrollada durante la ejecución del PAER. En este análisis se pensó que ya existe mucha documentación sobre el diseño e implementación de proyectos de tecnologías específicas, especialmente de hidráulica pero también de fotovoltaica y eólica. Se han escrito también artículos sobre casos prácticos de proyectos de electrificación, aunque al mismo tiempo se han publicado pocas propuestas que entren en detalle o expliquen sistemáticamente todas las etapas de desarrollo de casos prácticos.

1. ISF es como vamos a denominar al conjunto de asociaciones de la Federación Española de Ingeniería Sin Fronteras que han participado en el PAER. Más información en www.isf.es.

En este sentido, se pensó que una buena opción era realizar una guía para el desarrollo de proyectos de electrificación rural que:

- Orientara sobre los pasos a seguir y los puntos clave a tener en cuenta en el desarrollo de proyectos de sistemas de electrificación aislados, sin pretender ser una propuesta metodológica completa o cerrada.
- Fuera más allá del nivel teórico y explicara casos y ejemplos concretos, presentando los diferentes pasos del proyecto a través de cómo se hizo en ejemplos de proyectos del PAER.

Se quiere destacar que este libro no pretende afirmar cómo se deben hacer las cosas o cómo es la mejor manera de hacerlas. El objetivo es aportar ejemplos reales y prácticos de cómo se desarrollaron diferentes tipos de proyectos en cada contexto. Por tanto, esta publicación no dirá «esto se debe hacer así» sino que dirá «en estos proyectos se hizo así» o «los puntos clave a tener en cuenta fueron estos». Queda a criterio y juicio del lector reconocer y analizar qué experiencias son las más aplicables y aprovechables en sus proyectos propios concretos.

A lo largo del desarrollo del PAER, y más allá de la ejecución de proyectos de electrificación, se han encontrado y se ha tenido que luchar contra algunas barreras que aún frenan la utilización de este tipo de sistemas de forma más generalizada y a más gran escala. Es por esto que el último capítulo del libro se ha enfocado como un análisis de estas barreras al mismo tiempo que se proponen claves para superarlas.