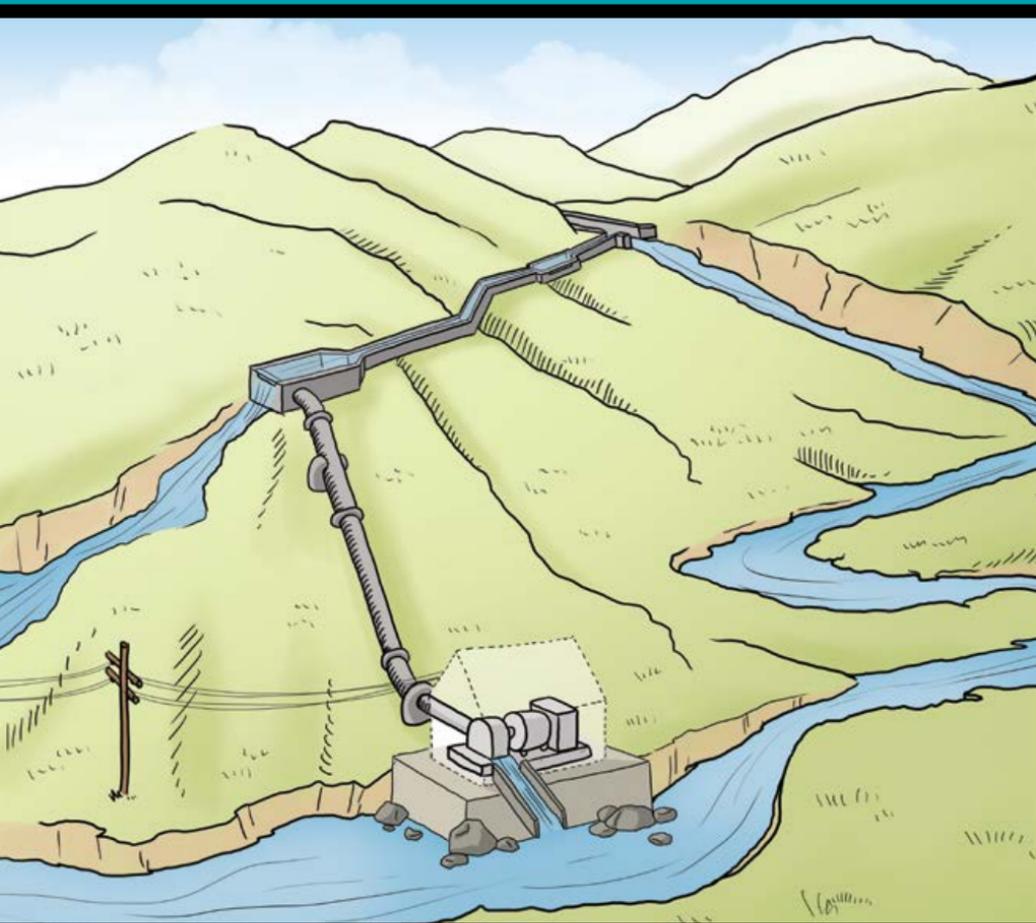


Centrales hidroeléctricas de pequeña escala, la experiencia de la Fundación Solar en Guatemala



Dirigida a comunidades y técnicos interesados en la implementación de proyectos de energía renovable para usos productivos

energías renovables

serie técnica

6

Índice

- Antecedentes **4**
- ¿Por qué promover las centrales hidroeléctricas de pequeña escala? **6**
- Conceptos básicos **10**
- ¿Cómo funciona esta tecnología? **12**
- ¿Cuáles son las ventajas y beneficios? **16**
- Consejos para el uso, manejo y mantenimiento de la tecnología **18**
- Experiencia de la Fundación Solar con centrales hidroeléctricas de pequeña escala **21**
 - Área geográfica de la intervención
 - Características de la población atendida
 - Componente social, técnico y financiero
 - Acciones realizadas por el PURE
- Proveedores de materiales y servicios profesionales para la construcción de centrales hidroeléctricas de pequeña escala **29**
- Lecciones aprendidas **32**
- Bibliografía **34**

Proyecto Usos Productivos de la Energía Renovable en Guatemala (PURE)

PURE es ejecutado por la Fundación Solar, con el apoyo financiero de PNUD/GEF y el acompañamiento de un comité integrado por el Ministerio de Energía y Minas (MEM), Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), Asociación de Generadores con Energía Renovable (AGER), Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN), Instituto Nacional de Electrificación (INDE) y Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE).

El espíritu de PURE es promover el uso de la energía renovable en las comunidades. Esto significa que por medio del uso productivo de la energía renovable se aumenta el valor de los bienes locales y se mejoran las condiciones de vida de la población.

PURE pretende acercar a los productores locales con mercados nacionales y globales para generar un ingreso adicional al que tienen, de tal manera que se pueda aliviar la pobreza en las áreas de influencia del proyecto. Asimismo, busca proveer recursos financieros que aseguren la permanencia de las iniciativas de energía renovable y contribuir a la reducción de gases de efecto invernadero.

PURE trabaja en cinco departamentos de Guatemala: Alta Verapaz, Baja Verapaz, El Quiché, San Marcos y Huehuetenango.

El presente folleto es una de las series técnicas elaboradas con el objetivo de crear un manual de buenas prácticas para la implementación y manejo de proyectos con energía renovable, con fines productivos.

Antecedentes

La Fundación Solar ha trabajado por muchos años promoviendo las tecnologías de energía renovable, así como con los distintos tipos de centrales hidroeléctricas de pequeña escala, lo que ha generado una experiencia valiosa en este campo.

Este documento recoge los resultados de proyectos desarrollados con esta tecnología, realizados en el contexto del PURE.

Dentro de las acciones, la Fundación Solar ha acompañado a las comunidades rurales aisladas, sin acceso a la energía eléctrica proveniente de la red interconectada nacional, en procesos para la gestión e implementación de centrales hidroeléctricas de pequeña escala, tanto aisladas como con potencial de conexión. Esto con el objeto de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a través de la promoción de los usos productivos de la energía renovable y beneficiar a familias de las áreas rurales más pobres en varios municipios de los departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz, El Quiché, San Marcos y Huehuetenango.

La gestión e implementación de proyectos de centrales hidroeléctricas de pequeña escala, dentro del PURE, ha fomentado la remoción de barreras para la adopción de tecnologías de energía renovable, contribuyendo a la reducción de los índices de pobreza en las áreas de intervención a través de los usos productivos de la energía renovable e incrementando y estimulando las nuevas alternativas de emprendimientos empresariales comunitarios y municipales.

La Comisión Nacional de Energía Eléctrica de Guatemala reporta que de la producción total de energía en 2011 a nivel nacional, el 64% corresponde a fuentes renovables y el 36% a fuentes no renovables, produciendo 8,146.57 GWh.

En el Cuadro 1 se muestra que el potencial de generación de energía con fuentes renovables es producida por sistemas de hidráulica, geotérmica, biomasa, solar y eólica, en donde se produce una brecha muy alta entre el aprovechamiento de estas fuentes y la potencia disponible de generación aún sin aprovechar. Al consumo final, en 2010, por energético utilizado se le atribuye el primer lugar a la leña (58.2%), el segundo lugar a los derivados del petróleo (33%) y el tercer lugar a la electricidad (8.8%), energía que es utilizada por el sector residencial (61.7%), transporte (24.9%), industria (7.7%), comercio y servicios (3.9%), pérdidas (1.2%) y consumo propio (0.6%).

Cuadro 1: Potencial de generación eléctrica con fuentes renovables

Fuente	Potencial	Unidad	UTILIZADO		DISPONIBLE	
			Cantidad	%	Cantidad	%
Hidráulica	5,000	MW	853.0	17%	4,147.0	83%
Geotermia	1,000	MW	89.2	5%	950.8	95%
Biomasa	700	MW	381.0	54%	319.0	46%
Solar	10,446	GWh/año	52.2	1%	10,394.1	100%
Eólica	7,800	MW	0.1	0%	7,799.9	100%

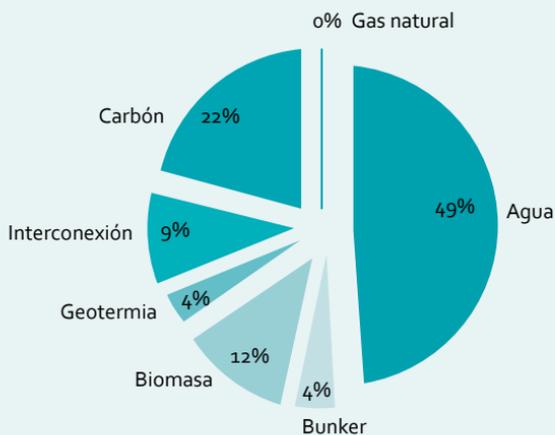
Fuente: Ministerio de Energía y Minas de Guatemala, 2012.

En las siguientes gráficas se muestra la matriz energética nacional correspondiente a 2012 y el cambio de la matriz energética que se espera alcanzar para 2026, priorizando el desarrollo de Tecnologías de Energía Renovable, con lo cual se pueda reducir el impacto en el medio ambiente de las emisiones de gases de efecto invernadero, cambiando la composición de la matriz energética (CNEE, 2012).

En Guatemala, la Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energías Renovables, el Decreto 52-2003, dice que: "Guatemala declara como urgencia nacional la electrificación del país, en la cual podrá participar la iniciativa privada."

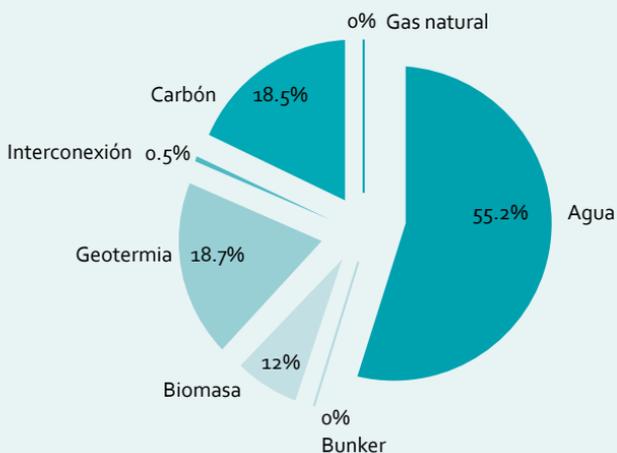
Dentro del contexto de promover los usos productivos de la energía renovable, la Fundación Solar impulsa la gestión e implementación de proyectos de centrales hidroeléctricas de pequeña escala, específicamente las de agua fluyente o centrales de filo de agua, ya que utilizan parte del flujo hídrico de un río y no disponen de embalse, facilitando su operación, mantenimiento, aprovechamiento y adopción como una alternativa estratégica para afrontar el cambio climático y erradicar la pobreza en las áreas intervenidas.

Gráfica 1: Matriz energética de Guatemala, 2012
Energía total: 8,797 GWh

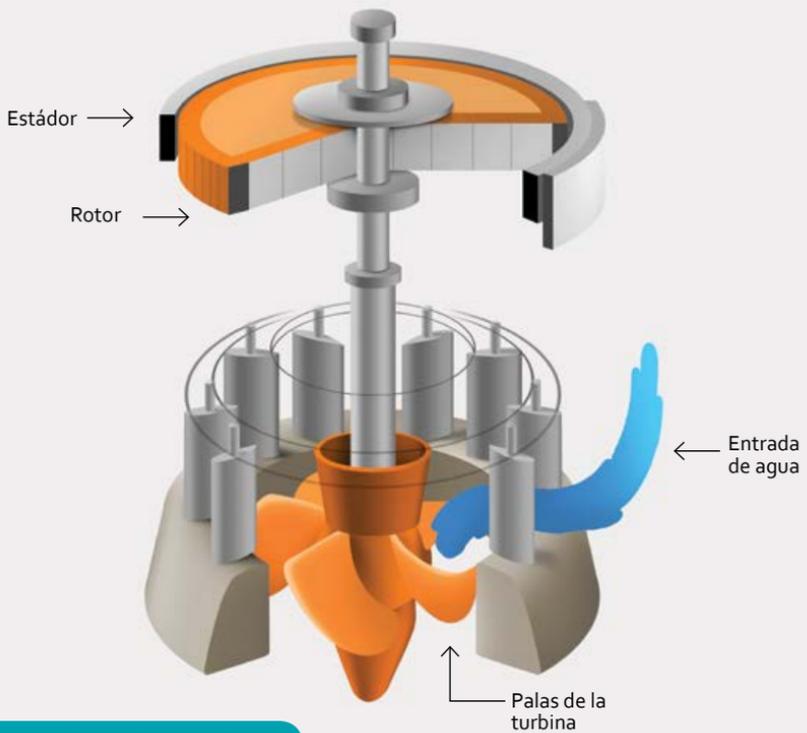


Fuente: CNEE - 2012

Gráfica 2: Matriz energética de Guatemala, 2026
Energía total: 15,713 GWh



Fuente: CNEE - 2012



TURBINA KAPLAN

Conceptos básicos

- **Máquina hidráulica:** es una máquina que produce movimiento para accionar algún dispositivo, cuya utilización nos interesa. Cuando la máquina es accionada por la fuerza del agua se dice que es una máquina hidráulica.
- **Turbinas:** son máquinas que al ser accionadas por la energía del agua, produce energía mecánica que es transformada en eléctrica al transmitir su movimiento a un dispositivo llamado generador.

- **Generador:** es la máquina encargada de producir energía eléctrica. Está compuesta por un rotor y un estator. En la página anterior se muestra una turbina Kaplan unida a un generador por medio de un eje central.
- **Bocatoma:** es una obra civil que se construye a la orilla del río para acumular agua, permitiendo el desvío de ésta hasta el canal de conducción.
- **Canal de conducción:** es una obra civil utilizada para conducir el agua desde la bocatoma hacia la cámara de carga.
- **Cámara de carga:** es una obra civil en forma de caja que sirve para almacenar el agua en alto, para luego ser lanzada, por medio de tubería de acero, metros más abajo hacia la casa de máquinas donde se encuentra la turbina.
- **Tubería de presión:** las tuberías de presión tienen por objeto conducir el agua desde la cámara de carga hacia la turbina, que se encuentra dentro de la casa de máquinas.
- **Casa de máquinas:** es la obra civil que resguarda la turbina hidráulica, el generador y otros dispositivos necesarios para crear la electricidad.



GENERADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA

¿Cómo funciona una central hidroeléctrica de pequeña escala?

Una central hidroeléctrica de pequeña escala es un conjunto de instalaciones que tienen como objetivo utilizar la energía potencial (asociada a la altura) y cinética (asociada al movimiento) que tiene un río, y transformarla en energía eléctrica. La potencia de una central hidroeléctrica se mide generalmente en kilovatio (kW), megavatio (MW) y gigavatio (GW) que equivalen a mil, un millón y mil millones de vatios, respectivamente.

Existen diferentes tipos de centrales hidroeléctricas de pequeña escala, que varían según su concepción arquitectónica, su régimen de flujo y su altura de caída de agua. Las principales en Guatemala son las centrales de filo de agua y las centrales de embalse, unas con más capacidad de producción de energía que otras, pero todas logran mejorar el acceso y la disposición de energía eléctrica renovable.

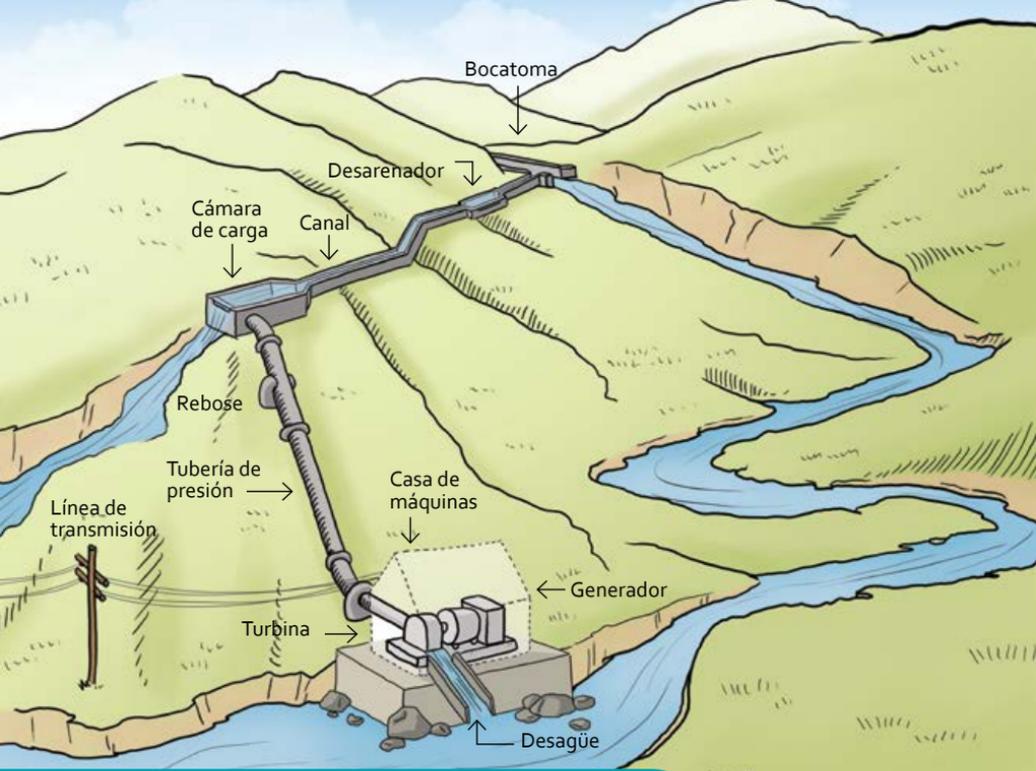
En la fotografía se observa un generador unido a una turbina tipo Pelton operada desde un tablero de control computarizado de la minicentral hidroeléctrica de Jolomijix, municipio de Panzós, en Alta Verapaz.

En el Cuadro 2 se muestra la clasificación de los diferentes tipos de centrales hidroeléctricas de pequeña escala, según su potencia de producción de energía.

Cuadro 2: Clasificación de centrales hidroeléctricas de los Estados Unidos de América y Europa

Central hidroeléctrica	Potencia (kilovatios)
Pico central	0 a 10
Micro central	10 a 100
Mini central	100 a 1,000
Pequeña central	1,000 a 10,000
Mediana central	10,000 a 100,000

Fuente: Fundación Solar, 2012.



CENTRAL HIDROELÉCTRICA A FILO DE AGUA

Las partes y el funcionamiento de todas las centrales hidroeléctricas poseen generalmente los mismos principios. En la imagen se muestra el funcionamiento de la central hidroeléctrica a filo de agua, que inicia con captar el agua a orilla de un río por medio de una bocatoma, para luego transportarla a través de un canal de concreto hacia un desarenador y luego hacia la cámara de carga.

El agua que es almacenada en esta estructura es conducida por una tubería de alta presión (HG) hacia la casa de máquinas, en donde en su recorrido va transformando su energía potencial



SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO

en cinética (pierde su fuerza y adquiere velocidad). Al llegar el agua a la casa de máquinas y mover la turbina hidráulica, la energía cinética se convierte en energía mecánica de rotación la cual mueve el eje de la turbina hidráulica produciendo energía eléctrica a través de un generador controlado por un sistema de cómputo.

Finalmente, en una subestación esta energía es transformada, transportada y distribuida hacia las áreas de consumo como viviendas, comercios e industrias.

¿Cuáles son las ventajas y los beneficios?

Ventajas

- No se necesita de combustibles fósiles para su operación o mantenimiento, ya que su fuente de energía es 100% renovable y limpia, siendo aprovechada de la energía potencial y energía cinética de los ríos.
- Es limpia pues no contamina el agua ni el aire. La energía producida puede ser utilizada en apoyo de cualquier proyecto sostenible.
- Los precios de operación, mantenimiento y aprovechamiento son bajos.
- La operatización requiere de poco personal.
- La vida útil de una hidroeléctrica de pequeña escala oscila entre 30 y 150 años, dependiendo de la calidad de construcción, maquinaria utilizada y del mantenimiento de su estructura.

Beneficios

- El principal beneficio de una central hidroeléctrica es la disposición y acceso a la utilización de energía eléctrica favoreciendo al sector social, ambiental y económico.
- En términos sociales, las centrales hidroeléctricas de pequeña escala contribuyen al mejoramiento de la calidad de vida, abasteciendo de energía eléctrica a los hogares, centros de asistencia

médica, educación, agua entubada o potable por bombeo, comunicación, recreación, seguridad, capacitación y otros. La electricidad es la principal fuente de energía para el servicio de alumbrado público.

- En términos ambientales, la energía eléctrica proveniente de centrales hidroeléctricas de pequeña escala favorece, principalmente, en la disminución del consumo de productos derivados del petróleo, carbón y leña, reduciendo con ello las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).
- En términos económicos, el principal beneficio de la energía eléctrica es la activación del sector productivo, comercial e industrial, siendo partícipe de la generación de empleos y negocios de pequeña, mediana y gran escala, como mercados municipales y comunales, turismo, beneficios de cardamomo y café, panaderías, talleres de estructuras metálicas, carpinterías, academias de cómputo, sastrerías, tiendas de conveniencia, alfarerías, sistemas de riego, bombeo de agua, mercados de lácteos y embutidos, peluquerías, carga de celulares y otros.

La energía eléctrica producida por las centrales hidroeléctricas de pequeña escala aumenta la eficiencia y la calidad de producción en los diferentes negocios, contribuyendo al ingreso económico familiar, comercial e industrial, de las áreas rurales y urbanas del país.



CASA DE MÁQUINA

Consejos para el uso, manejo y mantenimiento de centrales hidroeléctricas de pequeña escala

Las centrales hidroeléctricas modernas son operadas desde un sistema de control computarizado y su estructura de obra civil es monitoreado por el personal de mantenimiento y de casa de máquina, en tanto que un proyecto hidroeléctrico tipo a filo de agua comprende: una bocatoma, un canal, un desarenador, una cámara de carga, una tubería de presión, una casa de máquinas -en donde se ubica una turbina, un generador de energía eléctrica y un sistema de control computarizado-, un área de



BOCATOMA

desfogue, una subestación, la red de transporte y distribución eléctrica y, por último, las acometidas domiciliarias. El proyecto es operado y controlado por una unidad administradora de energía, técnicamente capacitada.

La bocatoma de una central hidroeléctrica a filo de agua es una obra civil diseñada para recolectar agua a orilla del río, en donde se debe evitar que entren troncos de árboles, hojas, piedras, animales muertos u otro agente externo, que pueda obstruir o bloquear el paso del agua por el canal de conducción. Para ello, se coloca una malla de nylon entre el paso del río y la entrada a la bocatoma, la cual debe ser revisada y limpiada todos los días, el



DESFOGUE DE AGUA DE LA CÁMARA DE CARGA

canal normalmente es de concreto y puede ser un canal sin cubierta o tipo subterráneo, con cajas de limpieza o de seguridad en su recorrido.

La cámara de carga está estructuralmente diseñada para que evacúe sedimentos, arenas, piedras u otros agentes externos que logran ingresar por la malla y la bocatoma. Asimismo, la cámara de carga tiene un sistema de mallas que filtran y evitan el ingreso de agentes flotantes como las hojarascas a la tubería de presión. Se recomienda limpiar todos los días este sistema de filtrado a manera que pueda ingresar, a la tubería de presión, agua sin partículas sólidas. Todos los equipos que están adentro de la casa de máquinas, son controlados

por un sistema de cómputo y operados por el personal técnicamente capacitado. Se recomienda no abrir ni manipular el sistema eléctrico interno de las máquinas de la central hidroeléctrica sin la asistencia técnica profesional. En la fotografía se observa el desfogue de la cámara de carga de la central hidroeléctrica de Las Conchas, Chahal.

Experiencia de la Fundación Solar en la implementación de centrales hidroeléctricas de pequeña escala

Esta experiencia ejecutada con el apoyo económico del PNUD/GEF, a través del PURE, buscó reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la disminución de la pobreza, promoviendo varios tipos de tecnologías de energía renovable, entre estas las centrales hidroeléctricas de pequeña escala. Se realizaron en sitios aislados y conectados a la red eléctrica nacional de las zonas geográficas señaladas, identificando un potencial de generación hidroeléctrica de 56,014.5 kilovatios. Asimismo se brindó apoyo social, técnico y financiero a comunidades rurales en procesos de aprestamiento y gestión de financiamiento para la implementación de picos centrales y microcentrales hidroeléctricas.

- **Área geográfica de intervención**

Como se ha mencionado, las acciones de gestión e implementación de centrales hidroeléctricas de pequeña escala se ejecutaron en varios municipios de los departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz, Huehuetenango, El Quiché y San Marcos.



REUNIONES

- **Características de la población atendida**

Se identificaron como población objetivo, para el desarrollo de esta tecnología de energía renovable, los sitios aislados o con potencial de conexión a la red eléctrica nacional, que contaran con el acceso y disposición de recursos hídricos, capacidad organizativa y con potenciales empresariales, vinculados a la posibilidad de utilizar la energía eléctrica para mejorar las actividades productivas y sociales.

- **Componente social**

A través de reuniones con líderes, organizaciones comunitarias y municipalidades se realizaron los primeros acercamientos con las áreas a intervenir,



RECOLECCIÓN DE DATOS ESTUDIO PREFACTIBILIDAD

así como se observa en la fotografía. Los facilitadores de la Fundación Solar desarrollaron levantamientos de información socioeconómica y ambiental, dando acompañamiento a la formación de asociaciones, cooperativas y empresas campesinas para el desarrollo de gestiones en conjunto a favor de los proyectos hidroeléctricos.

- **Componente técnico**

La Fundación Solar diseñó e implementó herramientas técnicas que facilitaron la recolección de datos para determinar el potencial de generación hidroeléctrico, organizativo-financiero, productivo y comercial.

La experiencia en acciones hidroeléctricas facilitó la generación y aplicación de una ruta de intervención, que comprendiera aspectos socioeconómicos y técnico-ambientales, identificando potencialidades productivas y empresariales, dando como resultado perfiles técnicos y estudios de prefactibilidad.

- **Componente financiero**

No existe una receta para la determinación y presupuestación de costos en la implementación de una central hidroeléctrica en particular, ya que todo depende de factores propios de cada sitio (como el tipo de turbina a utilizar, la distancia de canal o la tubería de conducción, el tipo de bocatoma y otros).

El aporte comunitario consiste en brindar la mano de obra no calificada. También áreas para la construcción, madera u otro material local como arena de río y piedra, según los recursos de cada sitio.

Por efectos de ejemplificación en el Cuadro 3 se detallan las actividades y costos generales presupuestados dentro del estudio de prefactibilidad en la micro central hidroeléctrica ubicada en la comunidad de Yalambojoch, municipio de Nentón, departamento de Huehuetenango, con una potencia instalada de generación de 91 kW.

Cuadro 3: Presupuesto general para la construcción de la micro central hidroeléctrica Yalambojoch, Huehuetenango, Guatemala. Potencia 91 KW

ACTIVIDAD	COSTO (USD)
Obras civiles	355,000.00
Obras mecánico-eléctricas	
• Turbina, generador, transformador, paneles, repuestos, instrumentos de medición, etc.	
• Transporte y administración.	
• Instalación y puesta en operación.	221,875.00
• Obras civiles relativas a los trabajos mecánico-eléctricos.	
• Case de máquinas, canal de desfogue, etc.	
Línea de distribución	
• 13.2/7.62 KV media tensión	
• 240/120 V baja tensión	310,625.00
• Adquisición de materiales para conexiones domiciliarias.	
Gran total	887,500.00

Fuente: Fundación Solar, 2012.

Acciones realizadas por el PURE

El PURE se enfocó en la preparación de condiciones que facilitaron las gestiones de las comunidades ante instituciones nacionales e internacionales que apoyan la implementación de tecnologías de energía renovable, como las centrales hidroeléctricas de pequeña escala para usos productivos en las áreas señaladas. Entre las acciones realizadas están:

- Identificación de 56,014.50 kW de potencia de generación hidroeléctrica con opción a ser aprovechados con sus respectivos registros técnicos.



MICRO CENTRAL HIDROELÉCTRICA SEASIR

- Acompañamiento social y técnico en la gestión para la implementación de una microcentral hidroeléctrica, con una potencia instalada de 101.85 kW, ubicada en la microrregión de Jolomijix, Panzós, departamento de Alta Verapaz, beneficiando a 1,728 habitantes directos.
- Acompañamiento social y técnico en la gestión para la implementación de una microcentral hidroeléctrica, con una potencia instalada de 59 kW, ubicada en la comunidad Seasir, Cahabón, departamento de Alta Verapaz, beneficiando a 1,009 habitantes directos.



PICO CENTRAL HIDROELÉCTRICA SANTA TERESA

- Acompañamiento social y técnico en la gestión para la implementación de una microcentral hidroeléctrica, con una potencia instalada de 94 kW, ubicada en la microrregión Las Conchas, Chahal, departamento de Alta Verapaz, beneficiando a 2,032 habitantes directos.
- Elaboración de 16 perfiles básicos.
- Elaboración de 10 estudios de prefactibilidad con una potencia de generación de 22,395 kW.
- Implementación de 3 picos centrales hidroeléctricas, en los departamentos de Baja Verapaz y Alta Verapaz, con una producción total de 594 vatios.

A continuación se detallan los estudios de prefactibilidad elaborados por el PURE, asociados a actividades productivas:

Cuadro 4: Estudios de prefactibilidad ejecutados dentro del Proyecto Usos Productivos de la Energía Renovable en Guatemala (PURE)

Nombre del proyecto	Ubicación	Potencia instalada	Conexión a la red	Actividad productiva
Santa Teresa (Proyecto comunitario)	San Miguel Tucurú, Alta Verapaz	1,230 KW	Conectado	Beneficio de café
Pueblo Viejo (Proyecto comunitario)	Panzós, Alta Verapaz	570 KW	Aislado	Producción de hule
Mayagua (Proyecto municipal)	Panzós, Alta Verapaz	500 KW	Conectado	Proveer de energía eléctrica a parque ecológico y recreativo municipal
Chibalám - Chimachó (Proyecto comunitario)	Cubulco, Baja Verapaz	400 KW	Aislado	Proveer de energía eléctrica a los comunitarios
Xeúl (Proyecto Comunitario)	Cubulco, Baja Verapaz	400 KW	Aislado	Proveer de energía eléctrica a los comunitarios
Coatán I (Proyecto municipal)	Tacana, San Marcos.	2,150 KW	Conectado	Bajar costos de energía eléctrica a nivel general, beneficiando producción y comercio del municipio
Coatán III (Proyecto municipal)	Tacana, San Marcos.	14,700 KW	Conectado	
Corral Grande (Proyecto municipal)	San Pedro Sacatepéquez, San Marcos	2,479 KW	Conectado	
Los Ángeles (Proyecto comunitario)	Tajumulco, San Marcos	223 KW	Conectado	Beneficio de café
Yalambojoch (Proyecto comunitario)	Nentón, Huehuetenango	91 KW	Aislado	Aserradero e invernadero

Fuente: Fundación Solar, 2012.

Proveedores de materiales y servicios profesionales para la construcción de centrales hidroeléctricas de pequeña escala

Para el funcionamiento adecuado de una hidroeléctrica se requiere que el diseño, los materiales y la experiencia en construcción sean de alta calidad, pues así se obtiene la mayor eficiencia en torno a la vida útil del proyecto. En Guatemala existen muy pocas empresas que construyen y proveen materiales de calidad para la construcción de esta tecnología. Las más conocidas son:

Cuadro 5: Empresas proveedoras de materiales y servicios profesionales para la construcción de centrales hidroeléctricas de pequeña escala en Guatemala

Empresa	Datos para contactarlos	Actividad comercial
Grupo ITSA, S.A.	20 calle, 5-36 Z.10 Guatemala, Guatemala. PBX: 2382-2500 Fax: 2382-2501 www.grupoitsa.com	Construcción de obras civiles (bocatomas o presas, canal de conducción, cámara de carga, casa de máquina, red de conducción y distribución eléctrica y acometidas domiciliarias)
Grupo EMO	15 Av. A 13-18, Z.13 Guatemala, Guatemala. Tel. 2361-9444 www.grupoemo.com	
CONASA	5 Av. A 20-97, Z. 10 Guatemala, Guatemala. Tel. 2328-3100 www.conasa.com.gt	
CALSA, S.A.	3 Av. C 3-53, Z. 2 Guatemala, Guatemala. FAX: 2232-4921 www.calsaconstructora.com	
Corporación San Francisco, S.A.	11 Av. 4-26, Z. 2 Cobán, Alta Verapaz, Guatemala. Fax: 7951-3029 PBX: 7952-1812 www.susitioweb.com	

Cuadro 5: Continuación proveedoras

Empresa	Datos para contactarlos	Actividad comercial
Soluciones en Acero, S.A.	Carretera a San José Pinula, Km. 18, Guatemala, Guatemala. Tel. 5208-0553 www.enacero.com.gt	
TUVALC, S.A.	1 Av. 19-39, Z.1 Guatemala, Guatemala. Tel. 2220-7714 www.tuvalc.com	
MAINCO	15 Av. A 5-20, Z.1 Guatemala, Guatemala. Tel. 2386-8787 www.mainco.com.gt	
Multiválvulas	3C 15-05 Z.4, Villa Nueva, Metrobodega, Ofibodega 1. Guatemala, Guatemala. Tel: 6636-3910 www.multivalvulas.com.gt	Tubería y accesorios de alta presión (tubería para la conducción y acceso del agua a la turbina)
REGEPLAST, S.A.	7ª. Av. 7-80 Z.12, Guatemala, Guatemala. PBX: 2475-1188 www.regeplast.com	
Distribuidora Poliducto P.V.S, S.A	4 Av. 6-29 Z. 4, Condado terminal I No. 31, Guatemala, Guatemala. Tel: 2332-2753	
Multitubo, S.A.	3 Av. 2-42 Z.13, Pamplona, Guatemala, Guatemala. Tel: (502) 2472-0992	
DISTUN	Calzada Aguilar Batres 45-70 Z.11, Guatemala, Guatemala. Tel: 2477-4012	
Grupo ITSA, S.A.	20 calle, 5-36 Z.10 Guatemala, Guatemala. PBX: 2382-2500 Fax: 2382-2501 www.grupoitsa.com	Maquinaria de generación (turbina, generador, sistemas de control PLC)
Tecno mecánica	45 Calle 15-03 Z.12, Av. Petapa, Guatemala, Guatemala. PBX: 2390-2800 FAX: 2390-2812 E-mail: tecnomecanicade guatemala@gmail.com	

Cuadro 5: Continuación proveedoras

Empresa	Datos para contactarlos	Actividad comercial
Thomson and Howe Energy Systems Inc. Fred Howe, AET	8107 Highway 95A Kimberley, BC V1A 3L6 EEUU. Tel: (250) 427-4326 Fax: (250) 427-3577 E-mail: thes@cintek.com	Maquinaria de generación (turbina, generador, sistemas de control PLC)
Arconsult	Escazú, Costa Rica. P.O. Box. 567-1250. Tel. 2288-0945 Móvil: 8390-9100 Fax. 2228-9890 Web: www.arconsultcr.com E-mail: info@arconsultcr.com	
INGESA	Av. Reforma 6-64 Z.9, Plaza Corporativa Reforma, Torre Jardín # J2, Guatemala, Guatemala. FAX. 2362-7001 PBX: 2339-1271/72/73. www.grupocypsa.com	Diseño y planificación de proyectos hidroeléctricos
Lombardi, Latinoamérica, S.A.	13 calle 2-60 Z.10. Edificio Topacio Azul. Guatemala, Guatemala. Tel: 2363-0868 FAX: 2332-8944 Email: info@lombardilatinoamerica .com	
Baterías DECA	1 C 14-31 Z.1, Guatemala, Guatemala. Tel: 2285-0613	Baterías (para almacenamiento de energía eléctrica proveniente de una pico central hidroeléctrica)
La Casa de las Baterías, S.A.	Calzada Roosevelt Plaza Helvetia 34-79, Local 3, Z.11 Guatemala, Guatemala. Tel: 2310-7568	
A.E.C. Repuestos, S.A. Alternadores y Starters	Anillo Periférico 18-37 Z.11, Guatemala, Guatemala. Tel: (502) 2439-6913	Alternadores (para generación de energía eléctrica producida por una pico central hidroeléctrica)
Repuesto Eléctrico Automotriz	Calzada Roosevelt 13-10 Z.2, Mixco, Col. Escuadrilla C. Com. Villa Jersa. Guatemala, Guatemala. Tel: 2250-6901	

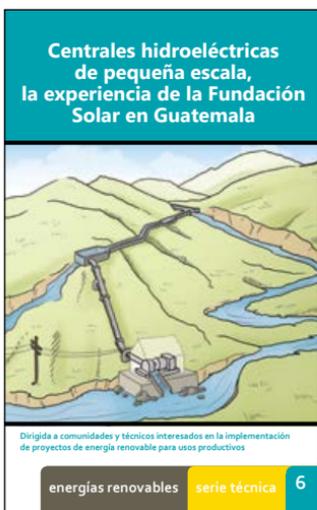
LECCIONES APRENDIDAS

- Un abordaje social con metodologías participativas, desde el inicio de la implementación, reduce las causas de la oposición social a centrales hidroeléctricas de pequeña escala. El mismo debe considerar al menos: 1) ampliar el conocimiento de las comunidades sobre la tecnología; 2) brindar información fidedigna sobre las ventajas y desventajas de los proyectos hidroeléctricos; 3) distinguir claramente la diferencia entre centrales hidroeléctricas de pequeña escala y grandes hidroeléctricas; y, 4) fomentar el diálogo entre actores en igualdad de condiciones.
- La inclusión de mujeres líderes comunitarias a las acciones de gestión e implementación es clave para el éxito del proceso de sensibilización y aprestamiento de un proyecto comunitario hidroeléctrico.
- El intercambio de experiencias con proyectos similares contribuye a la adopción y empoderamiento del proyecto.
- La incorporación de líderes al contexto de conservación del medio ambiente y gestión de riesgos, aumenta la confianza entre los comunitarios y entidades involucradas.
- El diseño y socialización de una ruta de implementación conjunta del proyecto, entre

el promotor y la comunidad, aumenta la credibilidad por parte de los líderes comunitarios.

- El difícil acceso a sitios aislados y la vulnerabilidad a factores climáticos incrementa los costos y las actividades a realizar.
- Sigue siendo un reto la forma de financiamiento de proyectos aislados, ya que no son sujetos de crédito, por lo que las alianzas público privadas son vías estratégicas de análisis para el desarrollo de proyectos hidroeléctricos.
- El aprestamiento a líderes (hombres y mujeres), en las distintas áreas de operación y mantenimiento, garantiza la eficiencia y el ciclo de vida de los proyectos hidroeléctricos.
- Es importante que los proveedores de máquinas de generación eléctrica brinden el servicio de supervisión y reparación de forma constante y rápida, bajo acuerdos y garantías, para no interrumpir por períodos largos el servicio de energía eléctrica por desperfectos mecánicos.
- La contratación de profesionales expertos en la implementación de centrales hidroeléctricas y un excelente equipo en el abordaje social, optimiza la planificación de ejecución y reduce los contratiempos, que incurren al aumento del costo final de un proyecto hidroeléctrico.

Bibliografía: •La mayoría de datos de esta serie técnica fueron generados por el registro del Proyecto Usos Productivos de la Energía Renovable en Guatemala (PURE), Fundación Solar. •Instituto Nacional de Estadística (2012). Banca en línea. [En red] Disponible en: <http://www.ine.gob.gt/np/poblacion/index.htm> •Ministerio de Energía y Minas, República de Guatemala (2010). Banca en línea. [En red] Disponible en: http://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2012/06/INFORME_BALANCE_ENERGETICO.pdf •Comisión Nacional de Energía Eléctrica de Guatemala (CNEE). (2012). Banca en línea. [En red] Disponible en: <http://www.cnee.gob.gt/xhtml/prensa/Presentaciones/Contexto%20%20Energ%C3%ADa%20Renovable%20en%20Guatemala%20y%20Matriz%20Energ%C3%A9tica%20del%20Pa%ADs.pdf>



Esta es una serie técnica de la Fundación Solar, a través del Proyecto Usos Productivos de la Energía Renovable (PURE), con el apoyo financiero del Fondo Mundial del Medio Ambiente (GEF por sus siglas en inglés -Global Environment Facility-) y administrado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Elaborada por Omar Alfaro, Fundación Solar.

Editada por Xiomara Campos.
Diseñada e ilustrada por Tritón imagen & comunicaciones.

Producida en Guatemala.
Enero de 2013.
Tiraje de 300 ejemplares.

Fundación Solar

Fundación Solar es una organización privada de desarrollo (OPD), establecida en Guatemala desde septiembre de 1994.

La organización nace de la inquietud de un grupo de profesionales comprometidos con Guatemala y convencidos que apoyar y desarrollar proyectos enfocados en el uso de la energía renovable, la conservación del medio ambiente, el fortalecimiento de las capacidades locales y la organización de base en las comunidades rurales, son la respuesta para impulsar el progreso del país.

Desde su creación la Fundación Solar ha identificado instituciones afines a su filosofía de trabajo con las que ha establecido alianzas, logrando con el apoyo de estos socios la gestión y administración de financiamiento para la ejecución de proyectos en el área rural, como una contribución para reducir la pobreza y proteger el patrimonio ambiental y cultural.



5ta calle 17-10 zona 15, Vista Hermosa I,
Colonia el Maestro II, Ciudad de Guatemala,
Guatemala Centroamérica.
Teléfonos: +502 2369-1181 y +502 2369-4402
www.fundacionsolar.org.gt
fsolar@fundacionsolar.org.gt



Al servicio
de las personas
y las naciones

