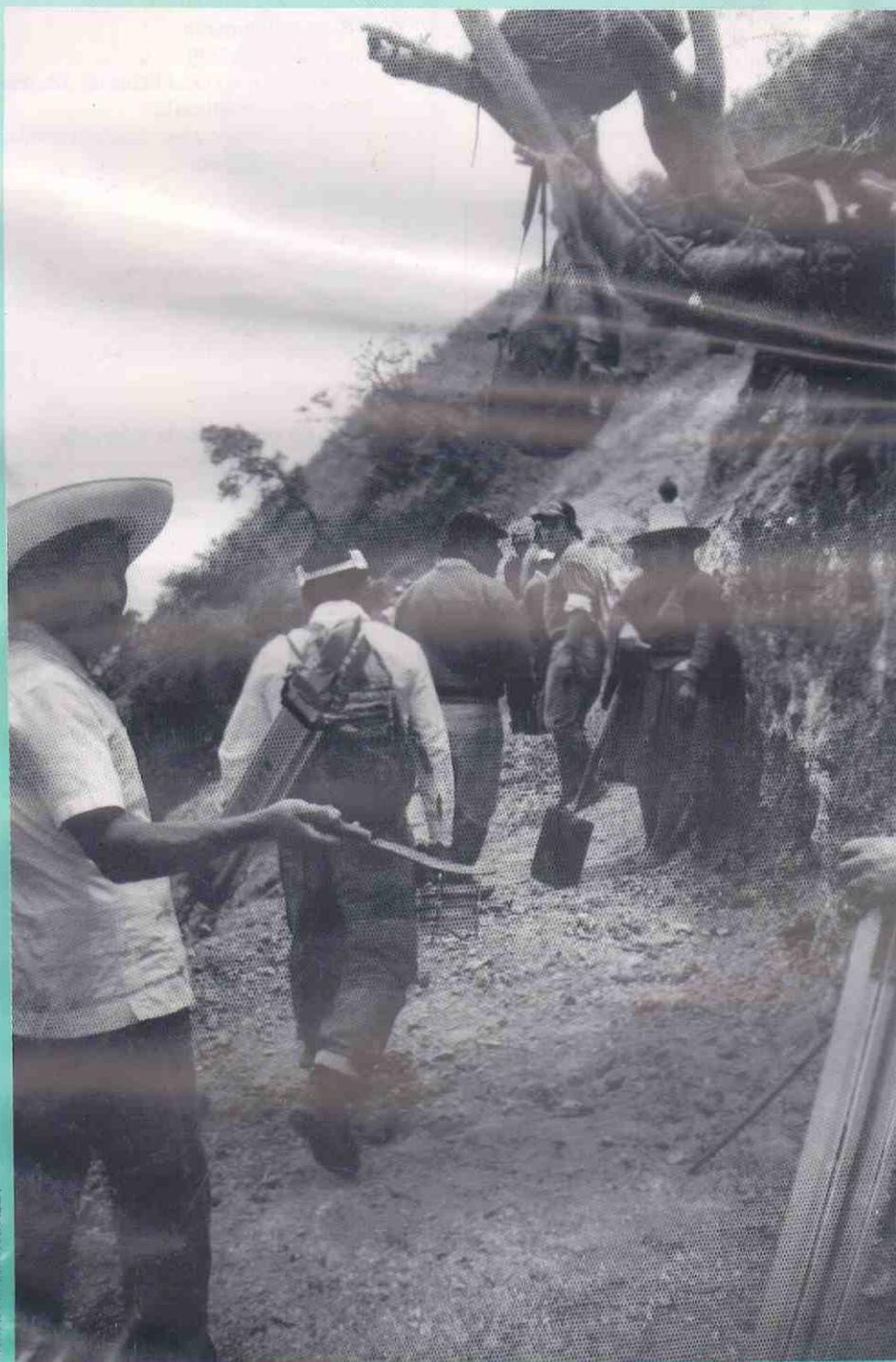


HIDRORED

RED LATINOAMERICANA DE MICRO HIDROENERGÍA

ISSN 0935 - 0578

2/97



ARCHIVO HIDRORED.

Estimado lector,

Algunos programas de difusión de Microcentrales Hidráulicas y de energía en general de nuestra región han demostrado no ser sostenibles en el tiempo. Creemos que una causa de ello es la débil estrategia financiera que los respalda.

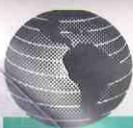
En esta oportunidad, hemos querido hacerles llegar algunos puntos de vista de personas y entidades que vienen abordando el tema financiero con la urgencia que requiere llegar a cosas más de fácil implementación, de costo razonable y que establezcan nuevos e imaginativos roles para cada uno de los interesados.

Debido al largo período de recuperación del capital, los proyectos de energía son percibidos como de "riesgo moderado", por lo que los inversionistas exigen niveles de rentabilidad relativamente altos. Esta decisión deja de lado muchos proyectos del medio rural. No obstante, reestructurando la participación del gobierno, de la cooperación técnica internacional, del sector financiero y de los usuarios, es posible esbozar esquemas menos rígidos que posibiliten la ejecución de los mismos.

En la actualidad, nos encontramos a medio camino de obtener estas alternativas, que en muchos de nuestros países se vienen implementando aún con carácter exploratorio.

El tema está planteado, debiendo desprenderse de la discusión mayores elementos que contribuyan a enriquecer la experiencia hasta ahora lograda. Esperamos que este número de la revista contribuya efectivamente a ello.

El comité editorial



Energía rural/Energía renovable: Perspectivas del Banco Mundial

Salvador Rivera y Anke Sofia Meyer

El desafío

- Más de 2,000 millones de personas no tienen acceso a la electricidad.
- Más de 2,000 millones de personas dependen de la biomasa para obtener combustibles y el uso de éstos suele ser ineficaz e insostenible.
- La energía moderna (incluso los recursos renovables y el uso moderno de los

recursos energéticos de la biomasa) es una condición necesaria para el desarrollo rural.

El rol del Banco Mundial en el desarrollo de energías renovables para zonas rurales

- Inversión en infraestructura.
- Movilización de financiamiento.
- Creación de un ambiente tolerable.

El Banco Internacional de Reconstrucción y Desarrollo y la Corporación Financiera Internacional

BIRD/AID

- Préstamos a gobiernos.
- Deuda únicamente.
- Garantías (no ADI).
- Instrumentos no crediticios (ej. TA, asesoría sobre políticas).
- Iniciativas especiales: Iniciativa Solar, ASTAE, RPTES, etc.

CFI

- Crédito al sector privado.
- Deuda o patrimonio - límite de 25% de inversión.
- Iniciativas especiales: REEF, programa SME (PVMTI).

Creación de un ambiente tolerable

- Reformar las instituciones.
- Retirar barreras y distorsiones.
- Optimizar el papel del sector privado.

Recientes proyectos de energía renovable del Banco Mundial

En proceso / Aprobados

- Desarrollo de energía renovable en la India, US\$ 280 millones.
- Sistemas domésticos de energía solar en Indonesia, \$ 111 millones.
- Distribución de servicios energéticos en Sri Lanka, \$ 55 millones.

Proyectos en reserva

- Gasificación biomasa en el Brasil.
- Energía renovable en la China.
- Programa argentino para el abastecimiento de energía eléctrica en zonas dispersas.
- Proyecto de energía social/comercial en el noreste del Brasil.
- Energía renovable a pequeña escala en Indonesia.
- Energía renovable II en la India.
- Electrificación rural en Bolivia.

Garantías del Banco Mundial

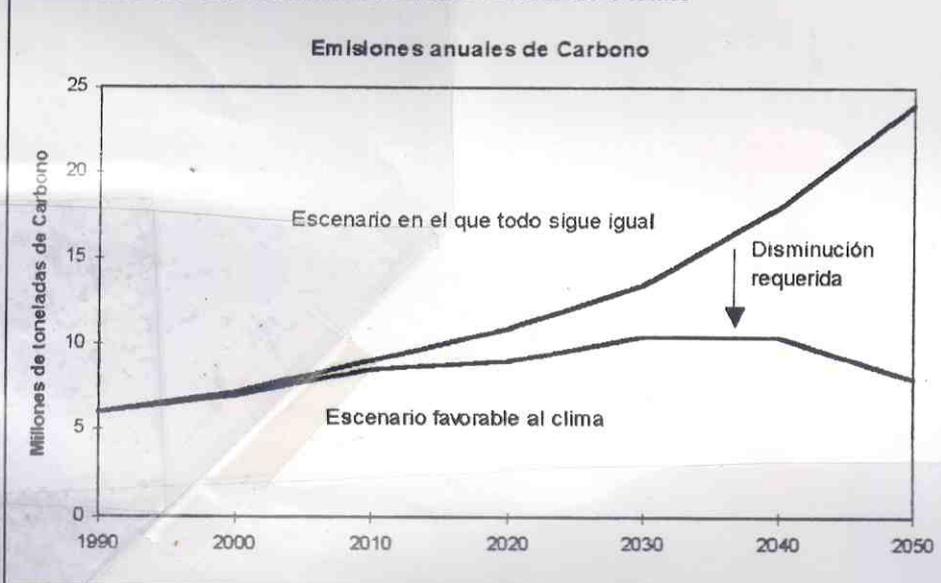
- Garantía de crédito parcial (prórroga del vencimiento del préstamo).

Porcentajes de la población urbana y rural que goza de servicios de electrificación en países en desarrollo (porcentaje)

Región	Población urbana		Población rural	
	1970	1990	1970	1990
Norte de África / Medio Oriente	65	81	14	35
América Latina / El Caribe	67	82	15	40
Sub-Sahara Africano	28	38	4	8
Sur de Asia	39	53	12	25
Asia Oriental/ El Pacífico	51	82	25	45
Todos los países en desarrollo	52	76	18	33
Total (en millones)	320	1,100	340	820

Fuente: (Banco Mundial)

Escenario del calentamiento mundial: Tremendo desafío





- Garantía de riesgo parcial (cubre el riesgo político y no comercial).
- Costo: 0.25% del monto garantizado y expuesto a riesgos.

Garantías del Banco Mundial: Ejemplo

Programa de co-financiamiento de eficiencia energética de Hungría, \$ 5 millones:

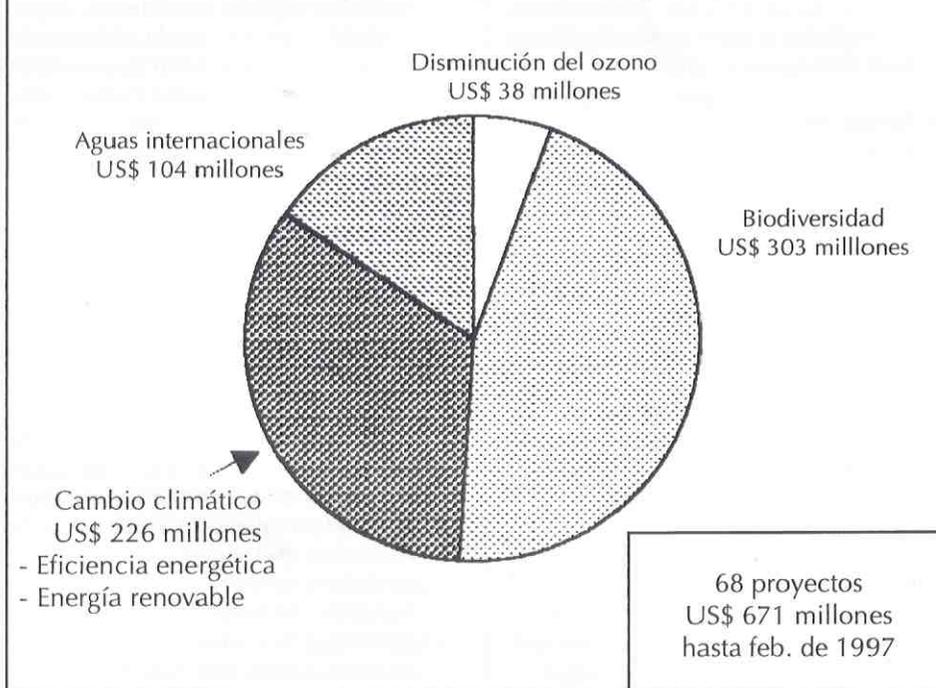
- Garantías de crédito parcial para reducir el riesgo del crédito en el financiamiento de eficiencia energética otorgada a instituciones financieras locales que reúnen las condiciones necesarias. Las garantías cubrirán las pérdidas de las instituciones financieras sobre las transacciones garantizadas, hasta el porcentaje garantizado de la transacción (generalmente 15 - 50%).
- Asistencia técnica para apoyar las transacciones financieras de eficiencia energética que reúnen las condiciones necesarias (total estimado de US\$ 25 millones durante 5 años).

Rol del GEF (Global Environment Facility)

- Promover la adopción de ER, retirando las barreras y reduciendo los costos de implementación.
- Reducir los costos a largo plazo de las tecnologías energéticas que emiten gases dañinos.

*Salvador Rivera y Anke Sofia Meyer, trabajan en el Departamento de Industria y Energía del Banco Mundial, U.S.A.,
Telefax (202) 477-0558
(202) 522-3483*

GEF / Costos adicionales en la financiación de energía limpia



Financiamiento de proyectos de energía renovable

Donald Tarnawiecki

I. INTRODUCCIÓN

Los términos "energía no-convencional" y "energía renovable" se han vuelto casi sinónimos en los últimos años. Sin embargo, nosotros preferimos éste último porque concuerda con el nombre del Programa de Promoción que se viene llevando adelante mediante un contrato con COFIDE y la cooperación financiera de Holanda. También, porque varias tecnologías de uso de la energía renovable han adquirido ya una madurez tecnológica y competitividad económica suficientes como para permitir su creciente comercialización, la cual se viene verificando en el Perú, sobre todo en paneles fotovoltaicos y calentadores solares de agua. Y finalmente, preferimos el concepto de "renovable" porque alude al concepto de sostenibilidad, tanto en el aspecto ambiental como en los aspectos social y económico.

II. MERCADO PARA LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL PERÚ

Características generales

1. **Mercado potencial y real.** Al analizar el mercado para las energías renovables, conviene hacer una distinción entre mercado potencial y mercado real. El primero alude a la demanda que existiría bajo condiciones de un mercado perfecto, es decir, donde todos tuviesen acceso a la plena información acerca de los productos, que éstos fuesen disponibles en cualquier lugar y donde el problema del financiamiento de las transacciones fuese mínimo. Sin embargo, en la práctica estas condiciones no se cumplen.
2. **Altos costos de transacción.** Los

mercados de energías renovables se caracterizan precisamente por costos relativamente altos de transacción o trámite: gran parte de la demanda se ubica en zonas rurales o urbanas pequeñas, alejadas de los centros industriales, comerciales y financieros. Por ello, muchos de estos demandantes no cuentan con acceso a la información sobre las posibles ventajas de los productos de uso de energías renovables; y los intermediarios financieros y proveedores no aprecian la importancia potencial del mercado para estos productos.

3. **Oferta incipiente.** Las ofertas de sistemas de uso de energías renovables es aún incipiente y, salvo algunas excepciones, hay pocas zonas del país donde existe la capacidad para proporcionar



el indispensable servicio de posventa de manera costo-efectiva y sostenible. Las características de la demanda ya indicadas no ofrecen gran incentivo para que los proveedores potenciales inviertan en incrementar su oferta.

4. **Alta inversión y bajo costo de operación y mantenimiento.** La mayoría de las tecnologías de uso de las energías renovables requiere de una alta inversión inicial, pero ofrece la ventaja de bajos costos de operación y mantenimiento que compensan con creces esta inversión.
5. **Importancia del financiamiento.** El financiamiento es particularmente importante en este mercado, debido al requerimiento de una alta inversión inicial. El financiamiento a mediano plazo permite que las cuotas de repago de los préstamos correspondientes sean pagables por los usuarios. Incluso, es posible diseñar esquemas de financiamiento cuyas cuotas permitan igualar el ahorro del mayor costo operativo de las tecnologías convencionales evitadas por la inversión en energías renovables.
6. **Tamaño del mercado real.** El tamaño del mercado real para las energías renovables depende críticamente del: (i) número de usuarios potenciales que cuenten con las garantías reales exigidas por el sistema financiero para efectuar préstamos y (ii) disposición de este sistema para ofrecer dichos préstamos a mediano plazo –tres o cuatro años– condición indispensable para que éstos sean pagables por los usuarios.

Características de los mercados específicos

- a) **Módulos fotovoltaicos.** Son básicamente cargadores aislados de baterías mediante la transformación de la energía solar en electricidad de corriente continua. Son apropiados para la electrificación doméstica y comunal básica, así como para el bombeo de agua, en las zonas rurales o urbanas aisladas que no tienen acceso al sistema eléctrico interconectado; no lo tendrá nunca probablemente, por el alto costo involucrado. Este mercado está ya parcialmente creado, puesto que muchos de los pobladores de tales zonas ya cuentan con sistemas de baterías recargables, pero con el inconveniente de transportarlas constantemente a los centros de carga. La instalación de un módulo fotovoltaico evitaría tales viajes al usuario, ahorrándole gastos y, sobre todo, brindándole un mejor servicio. También le ahorraría el costo de adquirir kerosene (para lamparines), velas y pilas

secas. En conjunto, dichos costos representarían en promedio unos US\$30 mensuales, cuyo evitamiento al adquirir un módulo fotovoltaico doméstico le permitiría al usuario recuperar esta inversión en 48 meses¹. Se calcula conservadoramente una demanda potencial del orden de US\$80 millones para los módulos fotovoltaicos a nivel nacional, sólo a nivel de hogares rurales.

- b) **Termas solares.** Ahorran los costos de operación de hogares, hostales, albergues, hoteles y centros deportivos, al reemplazar a las termas convencionales eléctricas o a gas. Por ejemplo, si una familia promedio consume unos US\$20/mes en su terma eléctrica, la adquisición de una terma solar se pagaría en 48 meses². Esta demanda es mayormente urbana, por lo cual sería mucho más fácil ubicar a los sujetos de crédito que en el segmento de mercado anterior. No obstante, este producto es menos conocido que los módulos fotovoltaicos, salvo en la ciudad de Arequipa, donde se han fabricado estos aparatos desde hace varias décadas e instalado miles de unidades, incluso existiendo tiendas que las exhiben y venden
- c) **Secadores solares.** Se puede afirmar que los secadores solares tienen una utilidad demostrada en añadirle valor a una serie de productos agrícolas, al disminuir su grado de perecibilidad o al transformarlos en otros productos con demanda en el mercado. Sin embargo, los secadores solares tienen una demanda heterogénea por la diversidad en la composición y requerimiento de los diferentes productos a secar y porque la demanda final está representada por varias clases de usuarios, como los campesinos individuales, cooperativas, comunidades campesinas, y las pequeñas, medianas y grandes empresas agrarias. La especificidad del sistema respecto al producto agrícola y a la ubicación y tipo de unidad agropecuaria dificulta enormemente la producción masiva de secadores solares. Sin embargo, existe en Cusco una empresa proveedora de secadores solares verticalmente integrada con su empresa agro-exportadora que produce maíz morado, kiwicha, orégano y paprika secados, principalmente (Cuti y Cusqui, respectivamente).
- d) **Mini y pico centrales hidroeléctricas.** Constituyen sistemas para generar electricidad para centros poblados y

pequeñas unidades de producción aisladas, allí donde exista un río o canal cercano con un caudal más o menos predecible o regulado. Esta alternativa proporciona un servicio eléctrico de calidad similar al de la red convencional. En la actualidad, este segmento de mercado cuenta con un mecanismo de financiamiento propio y subsidiado por el Estado, el Convenio FONAVI-PRONAMACHCS, que ofrece créditos a comunidades campesinas, empresas comunales y cooperativas de electrificación que cubren hasta el 100% del costo, salvo la mano de obra utilizada en las obras civiles y los estudios de factibilidad e ingeniería, los que deberán ser asumidos por la comunidad.

- e) **Energía eólica.** Esta fuente de energía sufrió un proceso de franco decrecimiento de su empleo para bombeo de agua durante los años 1980 por la competencia desleal de las motobombas, que consumían combustibles altamente subsidiados, y a la extensión del riego por gravedad, también subsidiada, de los Proyectos Especiales del INADE. A esto se sumaron problemas de confiabilidad técnica. En la actualidad, existen dos o tres proveedores de unidades hechas por lo general a pedido, que no responden necesariamente a ninguna estandarización de piezas, partes o usos. Adicionalmente, subsiste el problema de localización de unidades pequeñas y aisladas por el problema de la variabilidad del recurso y la poca información existente sobre el mismo. Por estas razones, el mercado para energía eólica en la agricultura es todavía incipiente, aun cuando su potencial sería significativo. De otro lado, ya se está empezando a emplear este recurso en la generación eléctrica para la red nacional.
- f) **Biogás.** Esta tecnología se ha aplicado desde la década de los 80 con la participación del Organismo Latinoamericano de Energía (OLADE), especialmente en el departamento de Cajamarca. A la fecha, existen por lo menos una veintena de instalaciones de varias tecnologías y tamaños que están fuera de uso. Una de las razones es que la energía generada por estas unidades (gas metano combustible) no ha producido los beneficios esperados al usuario: en algunos casos, este gas ha sido empleado sólo por los guardianes de las instalaciones. De otro lado, a escala de grandes



empresas –por ejemplo granjas de pollos a escala industrial– la finalidad principal de las instalaciones de biodigestores es el procesamiento de la excreta y otros residuos animales, y así controlar la contaminación generada por dichos residuos; y así mismo, beneficiarse de la disponibilidad de un combustible para el calentamiento de los galpones u otros. Se conoce de un ejemplo de este tipo de granja en la Costa Central del país.

III. FINANCIAMIENTO DE LA ENERGÍAS RENOVABLES

Las energías renovables cuentan con los siguientes mecanismos de financiamiento:

1. **Crédito privado.** Estos créditos operan bajo condiciones de mercado bancario y comercial (de proveedores).
2. **La línea de crédito PROER.** Es un fideicomiso de COMIDE, constituido por una donación del gobierno de Holanda para la promoción de energías renovables. Los recursos son canalizados por COFIDE a los intermediarios financieros supervisados por la Superintendencia de Banca y Seguros, para luego ser colocados por éstos en el mercado. A partir del 18 de abril de 1996, se firma el Convenio COFIDE-Holanda, por el cual Holanda efectúa la donación mencionada por US\$5.0 millones equivalentes.
3. **Inversión pública.** Financiamiento reembolsable con recursos del Tesoro Público y de Endeudamiento Externo como, por ejemplo, las obras ejecutadas por la Dirección Ejecutiva de Proyectos del Ministerio de Energía y Minas, tales como la electrificación mediante paneles fotovoltaicos en las islas de los Uros y Taquile en el Lago Titicaca.
4. **Recursos de la cooperación internacional.** Son canalizados mayormente a través de ONGs, casi siempre bajo condiciones de donación o crédito subsidio como, por ejemplo, pequeños proyectos hidroeléctricos realizados con fondos del BID y canalizados a través del ITDG en el departamento de Cajamarca.
5. **Programa FONAVI-PRONAMACHCS.** A partir de 1992, se autoriza a canalizar parte de los recursos del FONAVI para ejecutar obras de electrificación rural bajo condiciones subsidiadas de financiamiento.

IV. CONVENIO PROER COFIDE - HOLANDA

Objetivo general del convenio

El objetivo general es contribuir a mejorar las condiciones de vida de las personas de bajos ingresos y contribuir al desarrollo sostenible, mediante el acceso a las tecnologías de energías renovables.

Objetos inmediatos

De acuerdo con el Convenio, éstos son:

- (i) Establecer un fondo en fideicomiso para energías renovables;
- (ii) Dar acceso al crédito a personas que, de otra manera, no lo tendrían;
- (iii) Establecer una red activa entre los actores principales en el campo de las energías renovables en el Perú: Unidad de Promoción (UP - los Consultores del Programa), las Instituciones Financieras Intermediarias (IFIs), Instituciones Promotoras (IPs), los Proveedores de Tecnología y los beneficiarios finales (PTs);
- (iv) Crear conciencia de las oportunidades para la aplicación de energías renovables; y
- (v) Crear mecanismos de suministro tecnológico sostenible.

Comentarios a los objetivos

- Cabe señalar que es difícil lograr el objetivo de mejorar la calidad de vida de los pobladores de bajos ingresos, especialmente del ámbito rural, particularmente cuando se busca hacerlo siguiendo estricta y exclusivamente la metodología del financiamiento bancario, sin subsidios. Sin embargo, en la actualidad, el proyecto está en proceso de adecuarse a las condiciones y segmentos posibles del mercado, con lo cual sería posible alcanzar parcialmente el objetivo de la colocación de créditos y, en segunda instancia, beneficiar a la población meta.
- Además, es explicable que los campesinos que podrían acceder a este tipo de créditos para adquirir sistemas de uso de energías renovables en las dos zonas geográficas en las que se ha focalizado la aplicación del PROER -Piura y Arequipa- tengan una actitud extremadamente cautelosa respecto de las inversiones, sabiendo que hay una probabilidad muy alta de sufrir los embates del fenómeno del Niño; fenómeno que, en el Norte, puede conllevar fuertes inundaciones y en el Sur, sequías extremas.
- Se ha detectado que los créditos ofertados a los usuarios meta por los intermediarios financieros bancarios o no, son sustantivamente más caros que en el resto del mercado financiero formal nacional.
- Además, los usuarios meta han demostrado ser aquellos que menos posibilidades tienen de demostrar la tenencia de garantías reales exigidas por el sistema financiero formal, lo que se traduce en la dificultad de la colocación y las altas tasas de interés.
- La identificación de los actores involucrados en la promoción de las energías renovables del PROER debe tener en cuenta que frecuentemente una misma entidad puede ser, a la vez, proveedora de sistemas de empleo de energías renovables, promotora y consumidora final del crédito.
- La conciencia de la valoración de las ventajas ecológicas de las energías renovables sobre las energías no-renovables o de grandes inversiones indivisibles podría traer consigo el aporte del Estado para “comprar” el bien definido como no-contaminación por otros modos de energización, y así compensar la externidad de la contaminación.
- Faltaría el desarrollo a nivel comercial de tecnologías dirigidas a aumentar la productividad del trabajo hogareño realizado por la mujer, como por ejemplo el desarrollo de cocinas solares o de cocinas a microondas.
- También convendría precisar que no se trata principalmente de crear mecanismos de suministro de tecnología y créditos como tales, sino de crear mecanismos comerciales y financieros para garantizar una solución efectiva, eficiente y sostenible para los usuarios meta.

V. ESTRATEGIAS

Para resolver algunos de los problemas identificados en la líneas de arriba, se está aplicando diferentes estrategias; y un paquete adicional está siendo estudiado con miras a su aplicación futura.

a) En aplicación actual

- **Focalización.** Se está concentrando los escasos recursos actualmente disponibles en el Convenio para la promoción y asistencia técnica con los



intermediarios financieros situados en los departamentos de Piura y Arequipa, para así lograr un mayor impacto. Estos intermediarios se refieren básicamente a las Cajas Municipales de ambas localidades, las que han demostrado mayor capacidad de colocación e interés en el PROER.

- **Realización de seminarios-talleres.** Para la capacitación del personal operativo de estas Cajas Municipales para potenciar su capacidad de colocación del Crédito PROER, y para que este personal implemente -con el auspicio de las mismas Cajas- seminarios adicionales con sus clientes actuales y potenciales, y con la participación de proveedores y ONGs locales.
- **Priorización de tecnologías.** Se ha priorizado las tecnologías de uso de la energía renovable comercialmente más maduras, como los módulos fotovoltaicos, termas solares y micro y pico-centrales hidroeléctricas. Para ello, se han efectuado visitas a los fabricantes y proveedores, habiéndose relevado en una base de datos -en permanente actualización- las informaciones más significativas de cada uno de ellos.
- **Realización de estudios de demanda potencial.** Se ha iniciado estos estudios en los departamentos de Piura, Cajamarca y Puno para la tecnología fotovoltaicos individual. También se ha recopilado el desempeño de los principales proveedores de las tecnologías priorizadas en las líneas de arriba, con lo cual se puede dar inicio a la elaboración de un estudio formal inicial del incipiente mercado para tecnologías de uso energías renovables.

b) En estudio

Flexibilización de los criterios de elegibilidad

Actualmente, el Convenio COFIDE - Holanda establece los siguientes límites para los préstamos para la línea PROER: Hasta US\$1,000 para personas naturales. Hasta US\$10,000 para microempresas consumidoras de sistemas de energías renovables.

Hasta US\$100,000 para comunidades o empresas proveedoras de sistemas de energías renovables.

Se ha planteado la necesidad de flexibilizar estos límites porque no se adecúan a la demanda por energías renovables en el país:

- El límite de US\$1,000 para una familia no siempre llega a cubrir el costo total de instalar un servicio de electrificación básica, incluyendo los equipos de consumo de energía -como luminarias, radio e inversor de corriente para televisor o videograbadora-, sin los cuales el paquete pierde atractivo para el usuario.
- Si bien el costo total de paquetes, incluyendo los paneles fotovoltaicos y equipos de uso como radiotransmisor, antena parabólica, refrigeradora, bombas de agua podría estar dentro de los límites fijados para los préstamos a microempresas o comunidades, no hay ninguna garantía de que esto suceda; y como en el caso doméstico, si no se ofrece el financiamiento del paquete completo, el proyecto pierde atractivo.
- Hay una demanda potencial de usuarios finales de sistemas de uso de energías renovables que no son ni microempresas ni proveedores que podrían, sin embargo, desear acceso a la línea PROER. Por ejemplo, el caso de una planta pesquera o minera o de un hotel que quiera instalar equipos de generación o de agua caliente por medio de la energía solar, digamos por US\$50,000.

Por consiguiente, se sugiere flexibilizar los límites a los préstamos PROER, en el sentido de establecer como único límite el monto de US\$100,000 por préstamo, necesario para evitar una posible concentración de créditos en uno o pocos proveedores o consumidores grandes. No es necesario tener en cuenta los límites anteriores, puesto que el PROER no es una línea de crédito subsidiada.

La necesidad de los subsidios

Es indudable que las características del mercado del uso de las energías renovables que acabamos de describir sugieren la necesidad de incorporar al PROER una política de subsidios para, por lo menos, cubrir los altos costos de transacción y la externalidades ambientales del mercado identificado para las energías renovables. También sería deseable el empleo de subsidios, toda vez que una de las poblaciones objetivo del proyecto está constituida por los habitantes de ingresos bajos de las zonas rurales y urbanas pequeñas del país.

Subsidios al producto y a la persona

Existen básicamente dos clases de subsidios: al producto y a la persona. En el primero -**al producto**- se cubre parte del costo de producción de algún bien o servicio para mejorar su competitividad. En el segundo caso -**al consumidor**- se paga una suma determinada a los habitantes más pobres para aliviar o reducir permanentemente su pobreza, y así reducir la desigualdad social.

Cabe resaltar que los subsidios al producto son siempre ineficientes económicamente porque distorsionan la estructura de precios en el mercado y no permiten la focalización hacia las personas más pobres. En cambio los subsidios a la persona permiten esta focalización y también permiten incrementar el tamaño y la solidez del mercado de manera sostenible, pero sin distorsionar el mercado.

Ahora bien, por la cantidad de recursos que serían necesarios, la política de subsidios a la persona -en el sentido de alivio o reducción sostenible de la pobreza- escapa totalmente a los alcances y posibilidades del PROER, siendo una función de los gobiernos nacional y municipal. Igualmente, puede afirmarse acerca de la necesidad de introducir un subsidio para compensar las externalidades ambientales. En ambos casos, sería un requisito que dichos subsidios tengan el carácter de sostenibilidad.

Nueva estrategia de subsidios del PROER

Sería posible incorporar al PROER un mecanismo de subsidio que opere en la misma forma que un subsidio a la persona, pero que básicamente sirva para reducir los costos de transacción del mercado. En este caso, el subsidio sería un incremento sustancial en la partida de asistencia técnica y capacitación del PROER y las "personas" beneficiadas serían no sólo los usuarios finales potenciales, sino también las ONGs y los proveedores locales.

Se propone la creación de tres fondos especializados para la reducción de los costos de transacción del mercado de energías renovables.

1. **Fondo de promoción masiva.** Este Fondo serviría para contratar a entidades con el fin de promover masivamente el PROER, directamente en cada una de las miles de comunidades rurales del

La acumulación de energía en pequeña escala posee grandes ventajas

La acumulación de energía es uno de los desafíos técnicos de nuestra época. Para el suministro de electricidad, no existe hasta ahora competencia en cuanto al uso del agua para la acumulación de energía, ya en los sistemas de acumulación por bombeo o en sistemas con reservorios que operan como parte del sistema de una red.

Los sistemas de mini hidrogenación, especialmente en los niveles bajos del rango de potencia, se construyen a menudo sin acumulación,

dado que el costo extra, el planeamiento y el tamaño de un reservorio significativo pueden ser desproporcionados respecto a la alternativa de una central de derivación.

Una acumulación muy pequeña, quizás sólo para unas pocas horas de acumulación, puede ser una opción interesante, ya que se reduce el costo del sistema de control capaz de explotar tal acumulación. Un pequeño reservorio de acumulación puede estar al margen de los reglamentos de reservorios y lograr un valor aña-

dido de muchas maneras. En los sistemas conectados a la red, pueden permitir cubrir los picos de altos costos o puede usarse para disminuir el costo de la compra de energía reduciendo los consumos en los picos. La acumulación diaria en los sistemas aislados puede ahorrar la complicación y el costo de un grupo Diesel. En la presente edición se describen ejemplos interesantes de estas dos últimas opciones.

Andy Brown, Editor.

Reservorios de acumulación en pequeñas centrales hidráulicas

Existe un gran consenso en que los reservorios no son económicamente factibles en la mini hidrogenación debido a que implican grandes estructuras y están asociados a altos costos de capital. Por lo general, este es el caso de los reservorios estacionales, pero no es así en el caso de los reservorios diarios.

Como se describirá en el ejemplo que sigue, en los sistemas aislados la acumulación diaria tiene sentido si el caudal disponible del río es a veces insuficiente para cubrir la demanda pico. El exceso de agua durante las horas de baja demanda se acumula en un reservorio y luego se suelta durante las horas pico. De este modo, se cubre la carga y no se necesita de otras fuentes de generación tales como grupos Diesel durante las horas pico.

El costo de los de acumulación diaria se añade a los costos de los sistemas de micro hidrogenación y el valor económico de los reservorios requiere una evaluación cuidadosa. Estos reservorios se ubican a menudo sobre terreno escarpado por encima de la tubería forzada donde el terreno plano es rara vez disponible, por lo que requieren una ingeniería cuidadosa para evitar problemas de estabilidad de la pendiente. Los reservorios o cámaras de carga con fugas han sido en ocasiones la causa de deslizamiento de terreno, dañando no sólo el reservorio mismo, sino también la tubería forzada y la casa de fuerza, y en algunos casos poniendo en peligro casas y vidas. Por consiguiente, no es

recomendable experimentar con diseños de bajo costo. Los reservorios de acumulación para el desarrollo de la mini hidrogenación pueden diseñarse como cámaras de carga agrandadas. Dado que la cámara de carga requiere por lo general una superficie libre de agua de un área razonable para los propósitos de la regulación de la turbina y al mismo tiempo debe poseer una cierta profundidad para la instalación de la tubería de presión, basta con añadir a su capacidad el volumen del almacenamiento. La ubicación del reservorio después del desarenador asegura también que sólo una pequeña cantidad de sedimento será transportado al reservorio de acumulación, de modo que su eliminación requiere sólo un sumidero y una tubería de fuerza o una compuerta. Si el reservorio se ubica aguas arriba del dique de

derivación, tal como se usa en la mayoría de las grandes centrales, entonces esta solución resulta ser poco atractiva para el desarrollo de una minicentral dado que el volumen del reservorio puede reducirse a causa del sedimento.

El perfil del reservorio dependerá naturalmente de las limitaciones que ofrezcan las características topográficas del lugar. Por regla general, la profundidad del reservorio debe ser lo más pequeña posible (<2.50m), de modo que las filtraciones puedan controlarse con materiales comunes, por lo que se requiere un recubrimiento, a menos que el suelo sea impermeable.

Los materiales de recubrimiento comerciales disponibles tales como el polietileno (PE), PVC o membranas de butil sólo se pueden aplicar en pendientes laterales con gradientes



La pared de piedra del reservorio de acumulación para una minicentral hidráulica de 150 kW en las Islas Salomón en proceso de construcción.

moderadas (<300). Además, el trabajo de unir las láminas de recubrimiento y el sellado de las tuberías al penetrar las paredes del reservorio requiere personal entrenado que muchas veces no se encuentra disponible.

Ejemplo de las Islas Salomón.

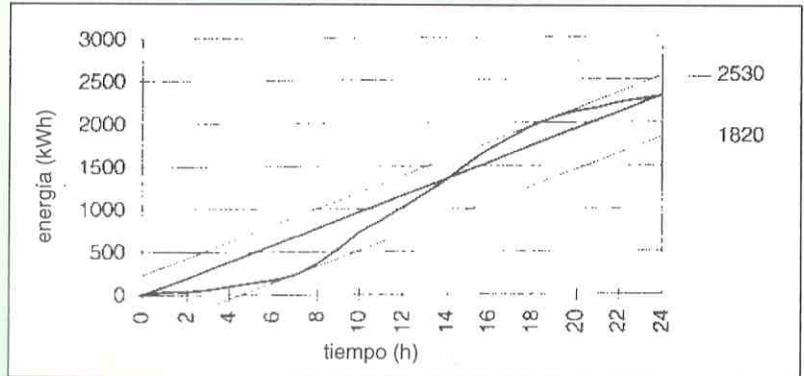
El reciente proyecto de una MCH de 150 kw en las Islas Salomón utiliza un reservorio de acumulación de 420 m³ con un recubrimiento de membrana enterrada. Se trata de una lámina de polietileno (PE) de bajo costo de 0.3 mm usado como material primario impermeable. Asimismo, se utilizó una cubierta de mampostería de piedra de 250 mm de espesor para dar protección contra impactos mecánicos. Este procedimiento resultó ser la mejor solución desde el punto de vista de costos, ya que las piedras estaban disponibles en grandes cantidades en el lugar y los obreros de los pueblos cercanos fueron capaces de construir la cubierta con un nivel aceptable, previo entrenamiento.

Al otro lado de la cubierta de polietileno (PE) se instaló un geotextil para proteger la cubierta y permitir rutas de drenaje para las aguas subterráneas y para el agua atrapada entre la cubierta de las piedras de la mampostería y la lámina de PE. El geotextil seleccionado fue un poliéster perforado con aguja producido mediante filamentos continuos de 260 gr/m². El desague del agua acumulada en el reservorio se hizo mediante las llamadas válvulas del tipo pop top, instaladas en el fondo del depósito. La ocurrencia de sobrepresiones del agua atrapada entre el material de recubrimiento y la membrana ha sido muchas veces la causa del colapso del reservorio en proyectos de hidrogenación y de irrigación.

Costos

Los costos para una solución combinada de cámara de carga y un reservorio de acumulación varían típicamente entre los US\$30 y los US\$100 por m³ de volumen neto de acumulación (incluyendo excavación, materiales, válvula de compuerta y mano de obra). En el caso de muchos proyectos aislados ubicados en áreas remotas, la construcción de un reservorio de acumulación puede ser una mejor alternativa comparada con el uso de un grupo de generación Diesel para cubrir la potencia pico durante la estación seca.

Fig. 1. Graficados en un mismo diagrama se puede ver la curva acumulativa de carga (línea de energía) y una línea recta que parte del origen representando la misma energía consumida para una carga media constante. La línea de energía también representa el caudal de agua constante para cubrir exactamente el consumo diario. El gradiente de la curva representa el proceso de acumulación: donde el gradiente es más empinado que la línea recta, el nivel del reservorio está disminuyendo y viceversa. La acumulación de energía requerida está representada por la distancia vertical entre 2 líneas paralelas, trazadas para envolver las líneas de energía tal como se muestra.



Dimensionamiento del reservorio de acumulación

El dimensionamiento del reservorio de acumulación diaria puede ser una tarea muy tediosa que requiere varias iteraciones para determinar el tamaño del reservorio con el máximo beneficio económico. Para los sistemas aislados se puede usar el siguiente método de diseño con muy buena aproximación, (dos puntos). Sabiendo que el caudal promedio del río es suficiente para cubrir la demanda media diaria, entonces el reservorio de acumulación sí puede ser considerado para mejorar el suministro y la demanda.

Para determinar el volumen del reservorio, se necesita conocer un diagrama de carga diario típico. Este diagrama se puede trazar a partir de las mediciones realizadas en sistemas aislados existentes con características de consumo similares. Éste fue el método usado para el presente proyecto.

Se usará el método gráfico que se muestra en la figura 1, que ha sido bastante difundido para el diseño de reservorios y que permite determinar el almacenamiento requerido.

La acumulación de energía requerida se convierte en un volumen de agua acumulada en el reservorio (ver ecuación abajo):

Donde:

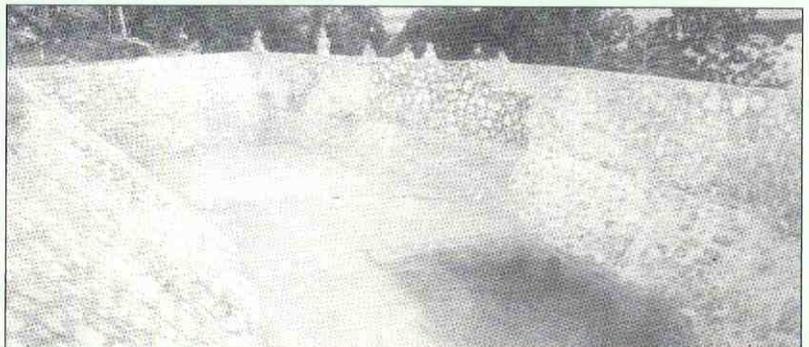
- V = Volumen neto acumulado (m³)
- ΔE = Energía a ser acumulada en el reservorio (en Joules, y no en kWh)
- g = Aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)
- H = Salto neto (m)
- η = Eficiencia total del equipo de generación (adimensional)

Para el caso del salto neto y la eficiencia, se puede usar las cifras promedio del caudal correspondiente a un algún punto entre las cargas media y pico.

El salto neto es el factor clave decisivo para dimensionar el reservorio de acumulación. En los proyectos de baja caída, los reservorios tienden a ser prohibitivamente muy grandes, mientras que en los proyectos de saltos grandes (>100 m), los reservorios tienen dimensiones razonables (<1000 m³).

P. Eichenberger, SKAT

$$V = \frac{\Delta E}{\rho g H \eta} = \frac{(2530 - 1820) \cdot 3.6 \cdot 10^6 [J]}{1000 [kg/m^3] \cdot 9.81 [m/s^2] \cdot 300 [m] \cdot 0.85} = 993 m^3$$



Pared terminada del reservorio de acumulación.

Administración de la carga usando la micro hidromicrogeneración

El suministro de electricidad al pequeño pueblo de Unterkirnach en el sur de Alemania está siendo controlado por un sistema de administración de carga. El sistema establece nuevas bases para la cooperación entre las empresas regionales y las de propiedad comunal. El pueblo de Unterkirnach ejecutó el proyecto con la financiación de la Comunidad Europea, a fin de demostrar que mientras un sistema de una empresa regional que suministra energía puede cubrir una carga de base, una empresa comunal cubre los picos y gran parte de los niveles de la carga intermedia.

La revisión de la experiencia ganada con el sistema de administración de carga demuestra que aún un potencial hidráulico pequeño puede reducir económicamente la carga ambiental de la producción de energía. Resulta muy útil tomar en consideración este ejemplo, ya que existen muchos otros pueblos con oportunidades similares en Europa así como en otros lugares.

Objetivos y estrategias

El pueblo de Unterkirnach produce energía para sus 2500 habitantes y pequeñas industrias con su propia red, la cual consta de una línea de transmisión de 26 km. de 20 kV 166 km. y de una red de distribución de baja tensión con 36 estaciones de transformación. La figura 1 nos muestra el diagrama de carga correspondiente a un día de diciembre con una carga pico de 1404 kW, que es la mayor del año. El perfil del diagrama es típico para un día de invierno en Unterkirnach.

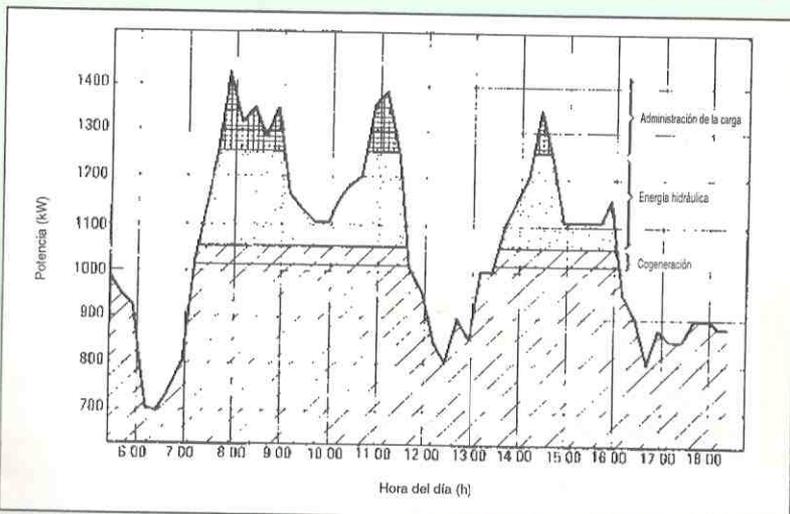


Fig. 1: Diagrama de carga de Unterkirnach de diciembre de 1982 antes de la implementación del proyecto mostrando formas de cubrir los picos mediante la administración de carga, hidroenergía y cogeneración.

El costo de la energía que tiene que pagar el pueblo a la empresa regional depende mucho de la carga pico de la red del pueblo. La meta principal del Concejo del pueblo era reducir el costo de la energía disminuyendo la carga pico, usando fuentes locales de energía tanto como fuera posible.

Se llevaron a cabo tres acciones:

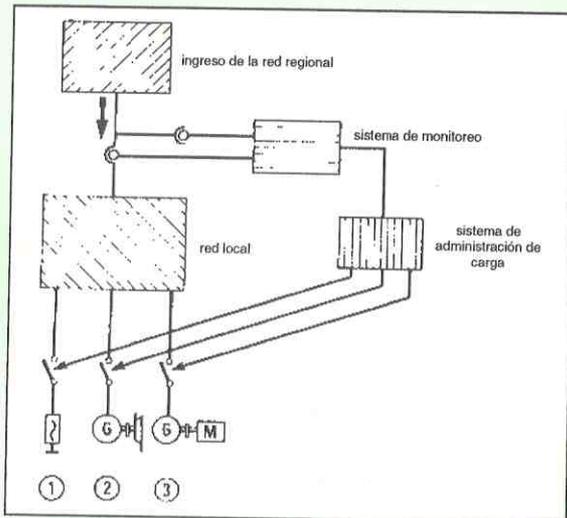
Con la ayuda de un sistema de administración automático de carga se pudo lograr que las cargas de consumidores seleccionados se interrumpieran por corto tiempo. Se trata de cargas tales como sistemas de calefacción de pisos, calderas de agua, bombas de calor, etc. Con este sistema de control, la carga pico se pudo reducir en 150 kW.

Se construyó una central hidráulica con una pequeña cámara de almacenamiento, con lo cual se redujo la carga pico en 200 kW. Como la descarga del río no permitía una operación continua para este fin, el sistema operaba la central hidráulica sólo durante los horas pico.

Finalmente, una planta de cogeneración redujo el pico en 25 kW adicionales durante diez meses al año.

Los componentes técnicos

La figura 2 muestra el principio del Modelo Unterkirnach. La energía de la empresa regional que alimentaba a la red del pueblo era monitoreada y analizada en forma continua por medio de una micro computadora. Cuando la carga variaba, el sistema de administración de carga escogía gru-



pos de cargas específicas para que fueran conectadas o desconectadas, actuaba sobre la planta de cogeneración y controlaba la central hidráulica en ocho etapas de niveles de potencia. El corazón del paquete es el sistema automático de administración de carga, el cual conecta las cargas remotas mediante comunicaciones sobre la red. El sistema consiste en un transmisor central, una PC con un monitor e impresora, y en superponer un transformador de frecuencia y un acoplador para la red 20 kV. Con este sistema son posibles 383 Hz de las señales de control sobre las 50 Hz de la red, las que pueden ser recibidas en cualquier punto de la red. De este modo, se puede controlar los 20 grupos de cargas distribuidos sobre la red del pueblo.

Fig. 2: Esquema del modelo de Unterkirnach, donde:
1 = administración de carga
2 = energía hidráulica
3 = cogeneración

La central hidráulica

La central hidráulica utiliza tres pequeños ríos con un área total de cuenca de 30 km². El caudal varía entre 0.11 m³/s y 19 m³/s, contándose además con un reservorio de acumulación con un volumen de 20 000 m³ embalsados mediante un dique. El salto total disponible varía entre 23 y 25 m, disponiéndose de una tubería forzada de 1 m de diámetro y 976 m de longitud que abastece a una turbina Francis de 270 kW que gira a 765 rpm con un caudal de 1.2 m³/s. Las paletas directrices de la turbina se controlan mediante un servomotor eléctrico que recibe sus señales de un control automático de nivel de agua. La señal de un sensor instalado en el reservorio se compara en el valor desajustado, lo que permite regular las paletas directrices de la turbina. En los momentos fuera de las cargas pico, la operación de la planta mantiene el nivel del agua del reservorio a 10

cm por debajo de la cresta del dique. Cuando se produce una carga pico en la red, el sistema de administración de carga envía una señal al control de nivel de agua para abrir el distribuidor de la turbina en pasos definidos de acuerdo a la magnitud del pico. Una vez que cesó el pico, el sistema de administración permite que la central regrese al modo de control de nivel de agua. En los meses secos, la central se conecta a un modo de trabajo en el cual sólo opera durante los picos. De este modo, la central genera un promedio de 1 GWh/año, ahorrándose unos 2.5 millones de litros de combustible en 10 años, si se compara con una central térmica convencional.

La central de cogeneración

La central de cogeneración consiste en un motor Diesel de 25 kW, un generador e intercambiadores de calor. La energía eléctrica se alimenta a la red mientras que el calor del sistema de escape y enfriamiento de 40 kW calienta agua para ser usada en la calefacción de dos escuelas, la piscina cubierta de la comuna y la sala de asambleas. La central opera a temperaturas ambientales de 11°C y menores, lo cual asciende a 8000 horas de operación al año. Esta central puede ahorrar aproximadamente unos 47000 litros de combustibles por año.

La operación de la central también es controlada automáticamente, por el sistema central de administración de carga.

Evaluación

El sistema de administración de carga ha estado en operación continuamente por muchos años y ha demostrado ser todo un éxito. Los clientes han expresado su satisfacción con la administración de la carga, ya que el sistema conecta primero grupos de carga tales

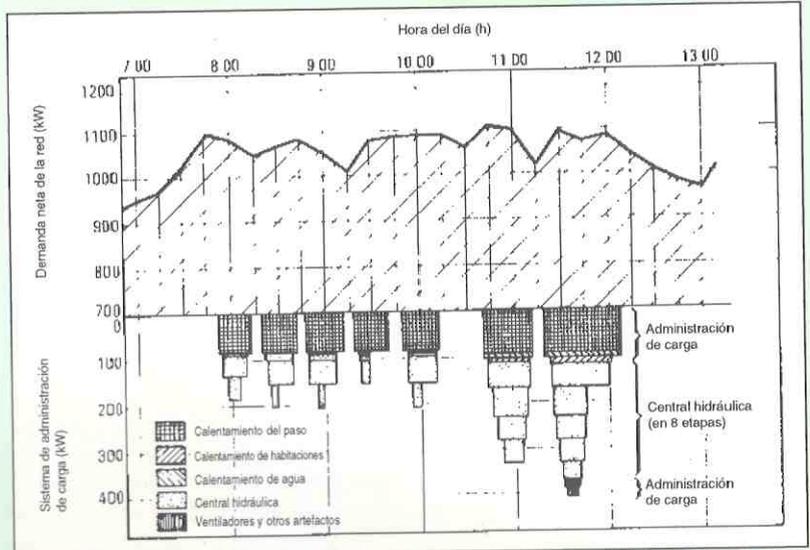


Fig. 3: Diagrama de carga para Unterkirnach con el sistema de administración de carga en operación (en marzo). Nota: los datos provienen de antes de la instalación de la cogeneración.

como el sistema de calefacción de pisos y las calderas de agua, y luego, si el pico persiste, conecta las bombas, los sistemas de ventilación y las bombas de calor para intervalos cortos.

El pico se redujo del inicial de 1400 kW a 1130 kW, lo que es mucho más significativo de lo que parece, ya que el consumo aumentó en un 16% desde que se encargó el sistema.

La figura 3 muestra el efecto del sistema de administración de carga para un día particular, 8 de mayo, cuando la potencia pico entre las 7:00 horas y 13:00 horas. Se redujo en 400 kW. El diagrama muestra claramente la variación reducida de la energía alimentada a la red por la empresa regional, aun cuando el caudal era excepcionalmente bajo en esa época.

Costos

La central hidráulica, el sistema de administración de carga, la central de

cogeneración de carga y la central de cogeneración costaron US\$1.6 millones. La Unión Europea contribuyó con una subvención de US\$192 000 y el Gobierno con US\$75 000.

R Metzler, FAKT

DETALLE DE LA INVERSIÓN

	%
Tubería forzada	35
Reservorio	15
Equipo electromecánico	17
Casa de fuerza	9
Cogeneración	4
Sistema de administración de carga	7
Planeamiento y administración	8
Otros	5

Mini Hydro Power Group

Este suplemento ha sido recopilado por el Mini Hydro Power Group (MHPS), asociación conformada por las siguientes organizaciones:
 Swiss Centre for Development Cooperation in Technology and Management (SKAT); Association for Appropriate Technology (FAKT).
 Alemania: Intermediate Technology Development Group (ITDG), Reino Unido: y. Projekt-Consult (PC), Alemania

Comité Editorial

A. P. Brown (Editor-coordinador)
 Alison Doig (ITDG)
 R. Metzler (FAKT)
 B. Oetli (SKAT)
 T. Scheutzlisch (PC)

Este suplemento ha sido financiado por la Environment, Forestry and Energy Division, Swiss Development Cooperation.

Las cortes fallan a favor de la pequeña hidrogenación en Alemania y Suiza

Las historias relacionadas con las recientes dificultades comerciales que encaran los generadores hidráulicos en Alemania y Suiza han sido descritas en estas páginas en los dos últimos años. El 10 de mayo, la Corte del Estado de Baden Württemberg en Alemania dio un veredicto sobre un largo caso entre una pequeña y una gran central de propiedad parcial del Estado.

El caso fue peleado para defender las reglas gubernamentales que establecían que las empresas estaban obligadas

a pagar una tasa más alta a los generadores hidráulicos. La corte falló a favor del operador de una pequeña central hidráulica, impulsando la confianza de la industria de la energía renovables en Alemania.

Más reciente es el caso de una victoria similar obtenida en Suiza. Aquí, de nuevo, las cortes fallaron a favor de que las tasas subsidiadas tuvieran que ser pagadas de acuerdo a ley. Estas historias serán descritas con más detalles en el próximo número.



país. Luego de establecido el mercado, se podría proceder a cargar los costos para extenderlos al flujo de préstamos, con lo cual se garantizaría la sostenibilidad de esta promoción.

2. Fondo contingente de preinversión.

En muchos casos, las comunidades tienen voluntad para asumir al menos una parte importante del costo total de sus proyectos de energía renovable, a condición de contar con un estudio que demuestre la factibilidad técnica, económica, financiera y ambiental de su ejecución. Hay un justificado temor de invertir en tales estudios sin saber a ciencia cierta si el resultado va a ser factible. Por ello, se recomienda establecer un fondo de preinversión que financiaría tales estudios, bajo la condición de contingencia, lo cual significa que si el estudio demuestra que el proyecto es factible, su costo se acumularía al principal de la inversión, mientras que si sucediese lo contrario, el préstamo pasaría a la categoría de no reembolsable.

3. **Fondo de garantías.** Por su lejanía geográfica de los centros financieros, o por no contar con títulos de propiedad registrados, muchos de los usuarios potenciales del PROER no son actualmente sujetos de crédito para las instituciones financieras, incluyendo Cajas Municipales y Rurales, aun cuando cuenten con ingresos adecuados. Sin embargo, el tamaño de este segmento de mercado es apreciable. Para vencer este problema, se recomienda la creación de un Fondo de Garantías específico al usuario, y no al producto financiero.

VI. COMENTARIOS FINALES: UN EJEMPLO DE SUBSIDIO SOSTENIBLE A LA PERSONA

Por ejemplo, el estado decide cubrir a fondo perdido parte del costo de construcción de alguna obra de infraestructura social para alguna comunidad pobre, exigiendo previamente que se constituya una empresa privada local que se encargue de la operación y mantenimiento, facturación y cobranza en dicha comunidad. El subsidio sería depositado como garantía en el sistema financiero, con lo cual la empresa local automáticamente adquiriría la calidad de sujeto de crédito, financiándose así el costo total del proyecto.

En otras palabras, este subsidio se otorgaría **si y sólo si:** (i) la comunidad posee los ingresos suficientes para cubrir el total de los costos de operación y mantenimiento de los sistemas, y el costo del servicio de facturación y cobranza, sin lo cual la inversión del estado se convertiría inevitablemente en un desperdicio de recursos, (ii) la comunidad tiene la voluntad firme de cubrir por lo menos estos costos y se compromete a hacerlo formalmente y (iii) constituye la empresa privada que asumirá este servicio y de facturación y cobranza a los propios usuarios. En caso contrario, es preferible canalizar el subsidio hacia otra comunidad o actividad. Como es evidente, el tamaño del subsidio deberá calcularse en función al nivel de pobreza de esta comunidad. Es también evidente que las comunidades no son uniformes en cuanto a pobreza, pero se preferiría adoptar un mecanismo de subsidio a la persona "comunidad" que a las personas individuales en ella, por los mayores costos necesarios para discriminar entre dichas personas.

En consecuencia, esta política recomendada reemplazaría al sistema de préstamos FONAVI que operan bajo condiciones de subsidio, pero al producto financiero: la tasa de interés cobrada es del 0.9% mensual (en soles), al rebatir; y el plazo de repago es de hasta 12 años. Además, la constitución de garantías es mucho menos rigurosa que la exigida por las instituciones financieras. Este mecanismo tiene el inconveniente de distorsionar el mercado financiero. Además, al no prever algún mecanismo de preinversión contingente, el programa FONAVI-PRONAMACHCS no ha adquirido la dinámica esperada (apenas habría gastado la décima parte de los fondos asignados, los que asciende al 5% del total recaudado por FONAVI). Y cuando un proyecto se ejecuta, como no se exigen los tres requisitos indicados en la líneas de arriba, no está garantizada la sostenibilidad de los proyectos.

NOTAS:

- 1 Considerando una inversión de US\$960 para un módulo fotovoltaico básico y el financiamiento a una tasa de interés del 2% mensual.
- 2 Considerando un costo de US\$650 para una terma de 110 lt de capacidad y el financiamiento a una tasa de interés del 2% mensual.

Mayores informes:

Programa Promoción de Energías Renovables, Convenio COFIDE - HOLLANDA

Lord Cochrane 280, San Isidro, Lima 27, Perú

Telefax (511) 222 0758

Financiamiento de pequeñas centrales hidroeléctricas

Gonzalo Rico Calderón

1. INTRODUCCIÓN

La situación energética de América Latina presenta, en el caso de Sudamérica, un amplio campo de contrastes, oportunidades, necesidades y posibilidades.

Por una parte, existen grandes mercados energéticos, con diversas fuentes y redes de abastecimientos, que cubren los mercados más concentrados, los centros urbanos y productivos más desarrollados del sub-con-

tinente y que aprovechan en función de su potencial todo el espectro de posibilidades que ofrecen, hoy en día, tanto las fuentes primarias de energía como las tecnologías de conversión, desde los hidrocarburos y los recursos hidráulicos hasta la energía nuclear. (La geotermia está aún ausente del mercado, a pesar del potencial existente en la cadena volcánica de los Andes).

Los grandes mercados de América del Sur se han desarrollado en tal magnitud, que

actualmente se analiza la complementariedad hidrológica de las grandes fuentes hidroeléctricas de las principales cuencas del sub-continente. Estos hechos presentan claramente un mercado desarrollado, con grandes y reales opciones de aplicar conceptos de mercado, tales como la competitividad en la generación, el libre acceso a la red y la desregulación en estas etapas del funcionamiento de los mercados eléctricos, limitando la regulación a la distribución.



En algunos países del sub-continente estos conceptos forman parte del ordenamiento legal (Argentina, Bolivia, Chile, Perú, etc.) y en otros se halla en curso la reforma o reestructuración.

Con el gran desarrollo de estos sistemas troncales, que han tenido lugar particularmente en las décadas de 1960 y 1970 principalmente, y en menor grado en la década de 1980, se han logrado grados de cobertura poblacional significativos (Argentina 94%, Uruguay 96%, Chile 94%, Brasil 89%, Colombia 85%, Ecuador 78%, Perú 52%, Bolivia 54% y Venezuela 90%). Sin embargo, en mayor o menor medida coexisten con este extraordinario desarrollo áreas no servidas o deficientemente servidas que están fuera del alcance de las grandes redes, o cuya conexión a las grandes redes no resulta económicamente viable por la dimensión de los mercados dispersos.

Simplificando y admitiendo un grado de aproximación razonable, se puede constatar que existen dos ámbitos energéticos diferenciados en América del Sur, uno de los cuales merece nuestra especial atención: el área no servida o insuficientemente servida, que en términos de superficie es probablemente más extensa que el área actualmente servida.

2. LOS RECURSOS HIDROENERGÉTICOS Y LA DEMANDA

En América del Sur y particularmente en la región andina, caracterizada por fuertes gradientes topográficas y pluviométricas, existe (con marcadas excepciones en áreas casi desérticas del Trópico de Capricornio) un importante potencial de desarrollo hidroenergético de pequeña escala. Éste se adapta a la magnitud de la demanda de energía de las poblaciones pequeñas y la población dispersa, que en las próximas décadas no merecerá la atención de las empresas de mayor magnitud del sector eléctrico de América del Sur, tal como ha sucedido en las últimas tres décadas, aún bajo el sistema de propiedad estatal de las empresas y con mandatos legales, en muchos casos explícitos, para la atención de la totalidad de los territorios nacionales.

Los déficits de cobertura del servicio eléctrico en los países solamente a lo largo de la cordillera andina afectan aproximadamente a 25 millones de personas, que no tienen acceso a la energía eléctrica, bajo ninguna forma. Si se añade la población no servida del Brasil y la Argentina solamente, esta cifra llega a 45 millones de habitantes sin servicio eléctrico. Esto es paradójico en una región geográfica que

dispone de recursos hidroeléctricos inexplorados en una proporción de 10 a 98% de los recursos potenciales económicamente aprovechables de la región.

Si esta demanda potencial se cuantifica en base al consumo *per capita* promedio más bajo de América del Sur, de 400 kWh por año, la demanda insatisfecha de la población antes mencionada alcanzaría a aproximadamente 18,000 GWh por año, que en términos de potencia sería una demanda previsible del orden de 4000 a 8000 MW, con factores de carga de 50% a 255.

Obviamente, esta demanda potencial instantánea de 1997 sufre incrementos permanentes al ritmo del crecimiento poblacional, a tal punto que alcanzar la cobertura total del servicio puede convertirse en una tarea titánica, semejante al mito Sísifo.

Sin embargo, en los términos de la realidad presente, esta situación constituye un desafío a la capacidad de los Estados para generar las condiciones más adecuadas al desarrollo de los medios de producción energética, que dentro del enfoque sustentable otorga a la pequeña generación hidroeléctrica una preferencia especial, dadas las condiciones naturales y de relativa concentración de mercados eléctricos.

3. REQUERIMIENTOS DE FINANCIAMIENTO

En el contexto antes mencionado, se puede anticipar importantes requerimientos de financiamiento del sector energético para el desarrollo de áreas no tradicionales de servicio, en base a pequeñas centrales hidroeléctricas. Hipotéticamente, la implementación de un cuarto de la demanda potencial de instalaciones de servicio eléctrico en los próximos 10 años, como pequeñas centrales hidroeléctricas, demandaría entre 1000 y 2000 millones de dólares de inversión.

Estos requerimientos tienen, también hipotéticamente, las siguientes fuentes:

- El ahorro interno de las comunidades interesadas o de los empresarios involucrados.
- El aporte de los Estados para el desarrollo de la infraestructura rural energética.
- La cooperación técnica y económica internacional (bilateral).
- Los organismos multilaterales de crédito regionales y no regionales.
- La implementación conjunta en el marco de la protección del medio ambiente del planeta.

- Las organizaciones sin fines de lucro y no gubernamentales en general.
- La banca comercial y, en general, las fuentes comerciales.

Algunas de las fuentes mencionadas pueden ser de aplicación preferencial, dependiendo de las características técnicas, económicas, financieras, institucionales y ambientales de los proyectos. Sin embargo, es evidente que en su conjunto pueden contribuir en forma significativa al desarrollo de las fuentes hidroeléctricas pequeñas.

• El ahorro interno de las comunidades interesadas o de los empresarios involucrados.

Esta fuente, dependiendo del contexto socioeconómico de la implementación del proyecto, generalmente resulta siendo de escaso monto y en la mayoría de los casos no llega a cubrir sino los estudios previos y un máximo del orden de 10% del costo total del proyecto.

No obstante su escasa importancia cuantitativa, constituye normalmente el esfuerzo inicial y de mayor riesgo, y por lo tanto de mayor valor relativo en el proceso de gestación y de implementación del proyecto.

La existencia de estos recursos y de la iniciativa correspondiente, sea institucional, cooperativa, municipal o individual es decisiva en la identificación y formulación de los proyectos hidroeléctricos pequeños.

- El aporte de los Estados para el desarrollo de la infraestructura rural energética. La importancia del Estado es insustituible en comunidades o regiones donde la capacidad institucional y económica no alcanza los niveles mínimos necesarios de conocimiento técnico y empresarial para el desarrollo de proyectos y la gestación de iniciativas energéticas, y en aquellos donde los Estados nacionales, a través de diversas instituciones como las municipalidades, tienen responsabilidades de promoción o inversión del sector energético. Esto es aún más patente si existen limitaciones para el desarrollo autónomo de las regiones o existen marcadas diferencias socioeconómicas y de entorno natural dentro de un mismo territorio, que obligan a los Estados y gobiernos a la aplicación de políticas distributivas interregionales.

• La cooperación técnica y económica internacional (bilateral).

En la actualidad, estas fuentes, influyen en forma directa e indirecta en el curso



del desarrollo de iniciativas de proyectos y en el enfoque institucional y financiero de su ejecución. Una característica dominante es la falta de especialización de las fuentes (es decir que la cooperación se otorga para los más diversos fines, constituyendo el desarrollo de proyectos hidroeléctricos pequeños un aspecto menor de un abanico amplio de objetos de cooperación). Otra característica es, con algunas excepciones, el alto grado de intervención burocrática de los Estados y gobiernos receptores, que alargan el ciclo de decisiones y el plazo en el que un financiamiento es efectivo y en el que un proyecto puede pasar a la fase de ejecución.

Sin embargo, además de su importancia cuantitativa, estas fuentes resultan de alto valor inductivo y catalizador de las iniciativas de proyectos, que en el marco de los compromisos de los países desarrollados con la Organización de las Naciones Unidas debería ser en el futuro la más importante por su potencial (hasta el 0,75% del Producto Bruto Interno de los países desarrollados).

La creciente canalización de recursos de estas fuentes a través de entidades no gubernamentales, tanto de los países donantes como de los países receptores, crea posibilidades de mayor accesibilidad de estos recursos, menores tiempos de gestión y mayor impacto real.

- **Los organismos multilaterales de crédito regionales y no regionales.**

Para América del Sur son importantes el Banco Mundial y sus agencias (como son la Corporación Financiera Internacional, Global Environmental Facility, etc.), el Banco Interamericano de Desarrollo, la Corporación Interamericana de Inversiones, la Corporación Andina de Fomento, el Fondo Financiero de la Cuenca del Plata, etc.

Cada una de estas instituciones tiene sus propias ventajas, limitaciones y características operatorias. Desde un punto de vista externo se constata una amplia actividad del Banco Mundial en la formulación de políticas y la promoción de reformas estructurales que creen condiciones más favorables para la electrificación rural en condiciones ambientalmente compatibles (a través de ESMAP, con apoyo de países desarrollados y otros organismos multilaterales). IFC cuenta de una división de electricidad que trabaja en la promoción de la participación privada, a través de las

estrategias de asistencia del GEF para el desarrollo de energías renovables, etc.

No se sabe de acciones directas de financiamiento del FONPLATA para pequeñas centrales hidroeléctricas, pero no se puede descartar su adecuación futura a las necesidades reales. Ya que depende de la magnitud de los proyectos hidroeléctricos y del rol de respaldo que corresponde a los gobiernos en el acceso a los créditos de la CAF, BID, IIC y otros, todavía no tiene la fluidez y agilidad necesarias en los procesos de decisión de financiamientos. La tendencia de otorgar mayor cabida al sector privado en estos ámbitos es favorable, aunque la accesibilidad real a las fuentes de financiamiento implique aún largos procesos de formalización y garantías que no siempre están al alcance de los propietarios potenciales de centrales pequeñas.

- **La implementación conjunta en el marco de la protección del medio ambiente del planeta.**

El desarrollo de proyectos energéticos que sean no-emisores netos de carbono, como los hidroeléctricos, tienen en el futuro la oportunidad de movilizar recursos de capital de países desarrollados, que asociándose con capital local, pueden optar por los beneficios de la denominada "implementación conjunta".

- **Las organizaciones sin fines de lucro y no gubernamentales en general.**

Las organizaciones no gubernamentales que reciben fondos de cooperación y asistencia técnica constituyen fuentes importantes de financiamiento de promoción de energía renovable, entre ellas de hidroelectricidad.

- **La banca comercial y en general las fuentes comerciales.**

La banca comercial en la mayor parte de los países de la región no ofrece a las empresas pequeñas condiciones adecuadas de plazo y costo financiero para el financiamiento de pequeñas centrales hidroeléctricas, que generalmente tienen plazos largos de recuperación de capital y niveles de rentabilidad modestos, aunque también generalmente seguros. De acuerdo a la experiencia, esta opción está entre las últimas o tiene un carácter complementario.

4. ASPECTOS INSTITUCIONALES

El problema de financiamiento de las pequeñas centrales hidroeléctricas está íntimamente ligado a la cuestión institucional

de los sujetos de crédito. Al no ser corriente la actividad empresarial de generación y distribución de energía en pequeña escala en la región, las formas empresariales o societarias tienen en cada caso características particulares, y generalmente confrontan dificultades similares.

Se constata la existencia de iniciativas individuales que confrontan dificultades técnicas, legales, de organización y de respaldo financiero. Existe un gran número de entidades cooperativas de servicio que se basan en el esfuerzo de sus socios y/o de tratamientos especiales de los gobiernos, a fin de asegurar la continuidad de sus operaciones por su importancia social.

Son excepcionales las empresas energéticas que tienen una estructura comercial y formal en el marco de las disposiciones legales que rigen la actividad económica en todos los campos.

Para acometer proyectos hidroenergéticos pequeños se requiere crear condiciones culturales, de conocimiento técnico, impositivas y de fomento al desarrollo y fortalecimiento de las empresas energéticas especializadas, a través de políticas claras de los estados y de trabajo conjunto con entidades de cooperación internacional, entidades de fomento como el GEF, organizaciones de capacitación empresarial, etc.

Un aspecto de constante y de negativa incidencia en la continuidad y desarrollo de iniciativas energéticas de esta naturaleza, aparte de la existencia, disponibilidad y accesibilidad de financiamiento y lo relacionado con éste, es la carencia de crédito, que a pesar de la viabilidad de los proyectos, en el mejor de los casos demora significativamente su conclusión.

Un enfoque regional de fomento y promoción al desarrollo de las energías renovables debería acometer sistemáticamente la cuestión de la constitución de la promoción y fortalecimiento institucional y la solución de mecanismos de financiamiento de proyectos, con dispersión de riesgos y preferentemente de mecanismos de repago a través del fideicomiso de los ingresos de las empresas energéticas financiadas con recursos al fomento energético.

5. EL CAMPO DE ACCIÓN DE E&Co Y SUS MOTIVACIONES

En ese contexto, al igual que en otras áreas en el mundo en vías de desarrollo, existe en América del Sur un campo amplio para el desarrollo de energías renovables, ambientalmente superiores, a la escala de



las necesidades de los pequeños y medianos mercados de lo que pueden llamarse la periferia o el "Hinterland" de los mercados energéticos mayores. Las tecnologías disponibles de energía renovable, en constante progreso, permiten una adecuación no solamente de escala sino también de economía y de conciliación con factores sociales y culturales.

Las necesidades están planteadas, latentes, como testimonio de las grandes diferencias entre la ciudad y el campo, entre las perspectivas de progreso y las dificultades.

En el marco de lo que aún se considera tradicional para la solución de los problemas de servicio eléctrico o energético, en muchos países de la región todavía existe la expectativa de que los empresas de servicio energético sean realizados por entidades del sector estatal, inhibiéndose el desarrollo de iniciativas empresariales propias, locales y descentralizadas, basadas en la iniciativa cooperativa, edil, mixta o puramente privada. En algunos países, esta actitud resulta además reforzada por la falta de disposiciones legales que liberen las iniciativas potencialmente existentes.

A estas condiciones objetivas de la implantación de empresas o iniciativas energéticas para la atención de los mercados

menores pero extensos de América del Sur, se suma el hecho de las condiciones no siempre favorables para la transferencia o aun para la adquisición de tecnología y el financiamiento de proyectos.

E&Co identifica su rol en este contexto, como un rol catalizador en la génesis, desarrollo y consolidación de empresas e iniciativas energéticas de fuente renovable, que estén dirigidas a sectores sociales no servidos o insuficientemente servidos.

E&Co, a diferencia de otras fuentes de financiamiento, pretende participar del riesgo, al menos parcialmente, con el propósito de contribuir a generar mejores condiciones de inversión y de apalancamiento financiero en relación a fuentes de financiamiento más convencionales.

La misión de E&Co es promover empresas en países de desarrollo que generen proyectos económicamente auto-sustentables, que utilicen tecnología ambientalmente superior y que contribuyan a la mejor distribución de la energía, particularmente entre los pobres.

Para E&Co una empresa energética es una entidad, organización, negocio o comunidad que implemente el uso de energía y

tecnología ambientalmente compatible para proveer servicios energéticos. El campo de las actividades de E&Co abarca los servicios de intermediación entre empresas energéticas no tradicionales y fuentes de capital o entidades de servicios profesionales, la contribución a la complementación de estudios avanzados de proyectos para su bancabilidad, la construcción de un puente tecnológico y de gestión entre las entidades financieras y las pequeñas empresas, además de la contribución al cofinanciamiento de los proyectos energéticos a ser ejecutados.

E&Co es una entidad que, aunque cuantitativamente puede ofrecer recursos financieros limitados, cualitativamente constituye una contribución substancial a la consolidación de las iniciativas de proyectos hidroeléctricos pequeños, porque la confianza que otorga a los usuarios de sus servicios financieros se basa en las virtudes y la elegibilidad de sus proyectos antes que en la solidez de sus garantías y el respaldo económico de sus iniciativas.

*El autor es representante de E&Co para América del Sur
Mayores informes:
Telf. 591-42-84901 Fax 591-411-7109*

Aprovechamiento de las cuencas para la electrificación y el desarrollo sostenido de las comunidades altoandinas

Lucio Valderrama y Eduardo Roldán

El Proyecto Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos tiene como uno de sus objetivos apoyar a la población rural localizada en la región Sierra, impulsando el mejoramiento del hábitat rural sin descuidar el manejo racional de nuestros recursos naturales y la conservación del medio ambiente.

En este marco, en febrero de 1993 se celebra el Convenio FONAVI-PRONAMACHCS, con el fin de promover el desarrollo de la vivienda, dotación de energía, saneamiento y acondicionamiento rural para mejorar el nivel de vida de la población.

Los sectores más pobres pueden ayudarse a sí mismos, siempre y cuando se les dote de los medios para hacerlo. Actualmente, esto se plasma a través de planes de acción de carácter nacional, como los que ejecuta el

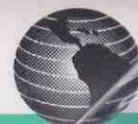
PRONAMACHCS, en donde el aspecto de infraestructura rural tiene mucha importancia. Tampoco es posible pensar que el sector rural se desarrollará con un sistema de producción masiva basado en tecnologías sofisticadas, intensivas en capital, con una dependencia energética alta y ahorradora de mano de obra, pues esto presupone que ya se es rico, ya que para establecer un solo puesto de trabajo se necesita una cantidad considerable de inversión de capital significativo.

En cambio, un sistema de producción por las personas moviliza los recursos inapreciables que poseen todos los seres humanos, sus cerebros inteligentes y sus manos habilidosas, con el apoyo de herramientas de primera clase (no de última tecnología, pero sí básicas). Esta forma de desarrollo, haciendo uso de lo mejor del conocimiento y de experiencias modernas, conduce a

la descentralización, es compatible con las leyes de la ecología, con el cuidado de los escasos recursos, y se adapta para servir a la persona en su lugar de origen.

Por otro lado, debemos tener conciencia de que todo plan de desarrollo está ligado al desarrollo económico y a la conservación del medio ambiente, elemento necesario para mantener a nuestro planeta como un lugar habitable. Por eso, el único desarrollo sostenible es el que sea, además, económica y ecológicamente viable, lo que por supuesto atañe también al manejo de nuestras cuencas y su importancia para lograr el despegue en el desarrollo de nuestro sector rural.

Es una realidad innegable que el hombre tiene derecho al progreso. En el campo, donde las principales actividades son la agrícola y la minera, las cosas son distintas



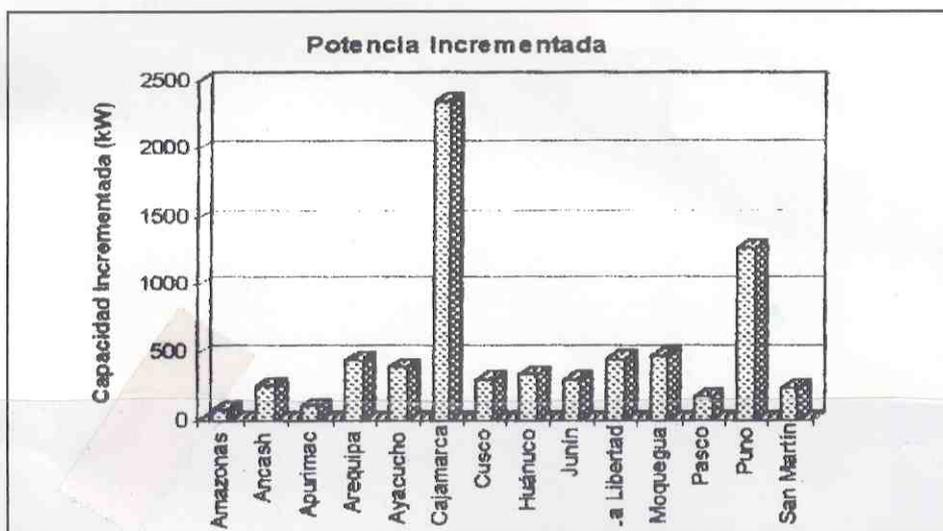
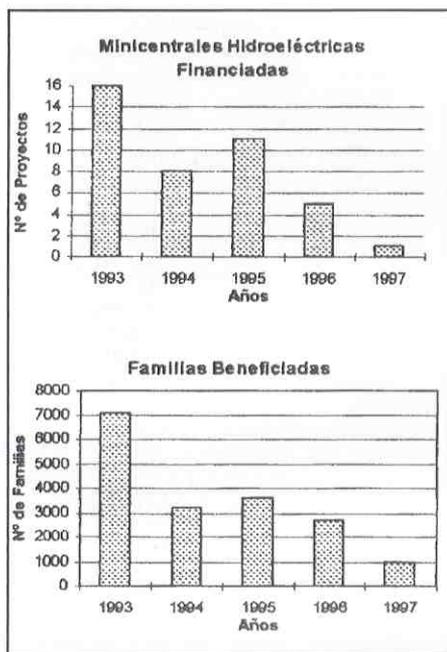
al resto del país. En la mayoría de los pueblos del país, no existe suministro de electricidad. La electrificación en el Perú alcanza solamente el 62% de nuestra población, la misma que se concentra mayoritariamente en las ciudades.

Electrificación rural: simple evolución

El hombre por naturaleza es una criatura que busca transformar su entorno para mejorar su modo de vida.

Una de las líneas de acción del Convenio FONAVI-PRONAMACHCS es la electrificación de las comunidades rurales con la construcción de minicentrales hidroeléctricas.

La decisión de realizar proyectos de electrificación rural se basa en que si bien la electrificación por si sola no constituye progreso para un pueblo, su disponibilidad es necesaria para un proceso de desarrollo sostenido.



¿Electrificación rural = Progreso?

NO, Pero su disponibilidad es una condición necesaria para iniciar procesos sostenidos de desarrollo económico y social.

La estrategia de desarrollo de la década de los años 90 debe dirigirse hacia varios pequeños proyectos de rápida maduración, como las minicentrales hidroeléctricas, cuyos menores costos de inversión y menores plazos de realización los hagan más accesibles a la industria nacional.

En la actualidad, el PRONAMACHCS, con recursos del Convenio FONAVI, viene financiando 41 minicentrales hidroeléctricas a nivel nacional por un monto de S/. 19'500,000.00, de las cuales se han concluido 18, y 23 se encuentran en ejecución. Éstas permitirán un incremento de la potencia instalada del país en el orden de 7,0 MW, beneficiando a más de 17,500 familias.

FINANCIAMIENTO

PRONAMACHCS otorga créditos a las organizaciones campesinas a 12 años y bajos intereses para la construcción de minicentrales hidroeléctricas. Para ello, debe cumplir con los requisitos de orden técnico y legal, con la respectiva constitución de garantía que respalde el financiamiento. Los préstamos son en moneda nacional con una tasa de interés actual del 0.90%. La recuperación del préstamo se inicia una vez finalizadas las obras materia del financiamiento.

¿Quién ejecuta y quién supervisa?

- Contratistas privados ejecutan obras civiles, fabricación de equipos y montaje de obras.
- Organismos estatales supervisan.

La inversión se viene realizando en los siguientes departamentos: Cajamarca, Puno, Arequipa, Cusco, Junín, Ancash, Apurímac, Pasco, Huánuco, La Libertad, San Martín, Moquegua, Ayacucho y Amazonas. Para su construcción, convoca a concurso de pre-

cios entre firmas nacionales para la fabricación y suministro de todos los componentes. Durante los próximos 4 años, se espera construir de 30 a 40 minicentrales más.

REQUISITOS EXIGIDOS A LAS COMUNIDADES PARA RECIBIR EL FINANCIAMIENTO

La comunidad campesina debe cumplir con los requisitos técnicos y los requisitos legales para hacerse beneficiario de un préstamo.

Los requisitos técnicos deben ser superados en el expediente técnico del proyecto definitivo, el cual debe contener:

- Memoria descriptiva.
- Especificaciones técnicas.
- Planos de ejecución de obra.
- Estudios de suelos.
- Metrados y presupuesto de obra.
- Análisis de costos unitarios.
- Cronograma de ejecución física de obra.
- Cronograma valorizado de obra (para efectuar los desembolsos).
- Estudio geológico en la zona del canal, cámara de carga y/o desarenador, perfil de caída, casa de máquinas, tendido de líneas de transmisión, red de distribución.
- Detalles de montaje.
- Acuerdo de no interferencia del uso del agua para generación de energía y uso agrícola.

Los requisitos legales son los referidos al otorgamiento de garantía sobre el préstamo.

BENEFICIOS DE LA ELECTRIFICACIÓN RURAL

La electrificación es percibida mayoritariamente en el ámbito rural como un servicio con el cual "progresan el pueblo". En general, su disponibilidad inspira en los pobladores un sentimiento de orgullo y de esperanza, y no sólo mejora sus niveles de vida, sino que también desarrolla la agroindustria, con el propósito de dar un mayor valor agregado a los productos agropecuarios.

Usos inmediatos de la electricidad

- Ampliación de la frontera agrícola (bombeo de agua).
- Se introduce el concepto de agroindustria.
- Tecnificación de actividades mineras.
- Elevación del nivel de vida y educación de los campesinos.
- Incremento de servicios turísticos.
- Mejora de la infraestructura de salud.

Para mayor información dirigirse a:
 Ing. Lucio Villanueva y/o Ing. Eduardo Roldán
 Ministerio de Agricultura, Proyecto Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos - PRONAMACHCS
 Telf. (511) 4718442 Fax (511) 4718442



**DISTRIBUCION
GRATUITA**



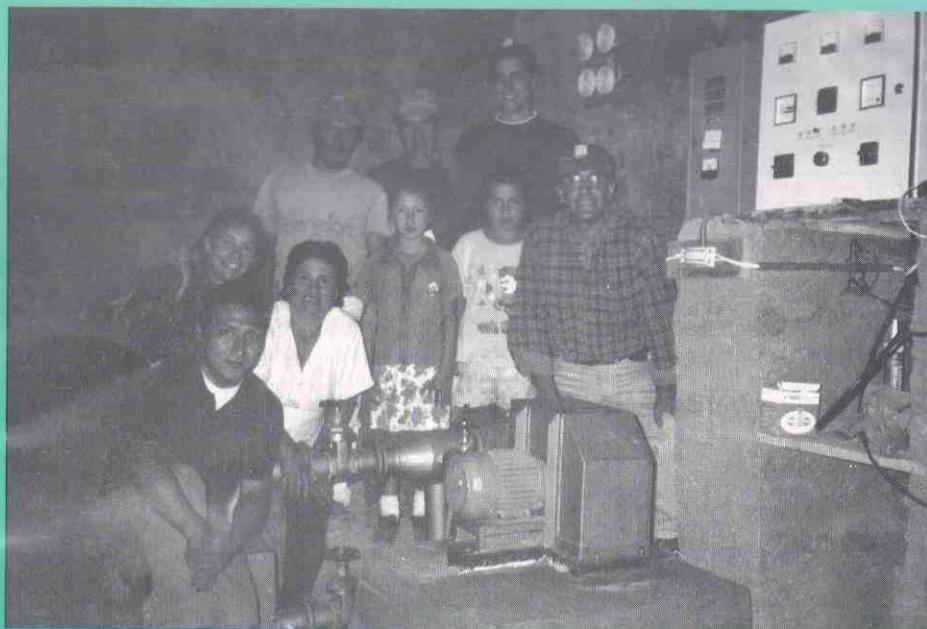
**UNITED
DISTILLERS**

Transferencia de tecnología

United Distillers apoyó la realización de un taller de Transferencia de Tecnología en Reguladores de Generadores de Inducción para Picocentrales Hidráulicas, realizado en Cajamarca, en Julio de 1997.

El Programa de Energía de ITDG-Perú, bajo el auspicio de la misma institución realizará otro taller en este campo para la primera quincena de mayo de 1998. Esta vez el taller será a nivel latinoamericano.

En las próximas ediciones de HIDRORED estaremos entregando mayor información al respecto y las características del taller.



Cargador de baterías equipado con un motor de inducción y regulador ensamblado en el taller auspiciado por United Distillers.

IMPRESSUM

HIDRORED es una revista internacional para la divulgación de información sobre técnicas y experiencias en micro hidroenergía. Paralela a ésta existe la revista HYDRONET editada en inglés en Sri Lanka con quienes tenemos una mutua colaboración.

Corresponsales:

Argentina (Misiones): Jorge Senn
Bolivia (Cochabamba): Walter Canedo
Colombia (Bogotá): José Montaña
Ecuador (Quito): Milton Balseca
Honduras (Comayagüela): Jorge F. Rivera
México (Xalapa): Claudio Alatorre
Perú (Lima): Teodoro Sánchez
Venezuela (Caracas): Carlos Flores

Comité Editorial:

Teodoro Sánchez (ITDG-Perú)
Walter Canedo (PROPER-Bolivia)
Carlos Bonifetti (MTF-Chile)
Mauricio Gnecco (FDTA-Colombia)

Editores Asociados:

Gabriel Ibarra
(Universidad del País Vasco, España)
José A. Muñoz (HIDROSERVIS, Perú)
Jorge Senn (ATAHUALPA, Argentina)
Carlos Zárate (FAKT, Alemania)
Instituto Nacional de Recursos
Hidráulicos de Cuba (INRH, Cuba)

Editores:

HIDRORED: ITDG-Perú,
Casilla Postal 18-0620 Lima, Perú,
Fax (511) 446-6621,
E-mail: hidro@itdg.org.pe

Traducción:

Federico Coz

Corrección:

Fortunata Barrios

Coordinación:

Saúl Ramírez, Homero Miranda
Beatriz Febres, ITDG-Perú

Producción:

Programa de Energía, ITDG-Perú

Impresión:

Tarea Gráfica