



Fotos: archivo Programa de energía, ITDG.

### ***Estimados lectores:***

Entender a la sostenibilidad como punto estratégico para acelerar los procesos de electrificación parece muy razonable, pero lo es más si la entendemos como un problema multidimensional que abarca diversos aspectos, dentro de los cuales, destaca la falta de capacidad para un adecuado manejo. Precisamente pensando en propuestas para la solución de dicho problema, les presentamos un claro y acertado modelo de gestión de servicios eléctricos aislados: el caso piloto del distrito de Conchán (Cajamarca, Perú), que resalta las bondades de un adecuado esquema de manejo eficiente.

Asimismo, queremos compartir con ustedes una interesante propuesta presentada por la Universidad Nacional del Comahue al gobierno argentino sobre la necesidad de un adecuado marco legal que favorezca el desarrollo sostenible de pequeñas centrales hidráulicas.

Cuba y su continuo trabajo en electrificación rural también comparte sus experiencias con nosotros en esta nueva edición.

Finalmente les alcanzamos los detalles del IX ELPAH realizado en Neuquén - Argentina en el mes de noviembre del 2001 el mismo que se desarrolló con éxito.

Les recordamos que estamos gustosos de recibir sus artículos para poder publicarlos en esta su revista.

*El Comité Editorial*

# Modelo de gestión de servicios eléctricos aislados

Teodoro Sánchez y Rafael Escobar

## Introducción

La sostenibilidad de los proyectos de electrificación rural es un aspecto sumamente importante para acelerar los procesos de electrificación, pero aún no ha sido resuelto. Según la visión de ITDG, se trata de un problema multidimensional relacionado con las diversas barreras que existen para la electrificación rural; entre las más importantes, los altos costos de transacción, la poca disponibilidad de tecnologías frente a un mercado pobre y aislado, la falta de mecanismos financieros apropiados, la escasa capacidad local para el manejo sostenible de los sistemas de generación o suministro y la inexistencia de un marco legal e institucional apropiado.

Entre estas barreras, la escasa capacidad local para el manejo eficiente de los sistemas es una de las más importantes. Un estudio de rendimiento *ex post* de sistemas aislados de generación desarrollado en el Perú mediante un proyecto ESMAP/ITDG entre 1996 y 1998 demuestra que en todos los pequeños sistemas aislados de suministro de energía eléctrica –incluidos aquellos administrados por el Estado– hay serias dificultades para poner en marcha esquemas de manejo eficiente. Así, como parte del mencionado estudio, y a partir de sus conclusiones y de un análisis de las diferentes variables sociales y económicas que intervienen en estos casos, se diseñó un modelo de gestión denominado “Servicios de gestión de pequeños sistemas eléctricos aislados”, que es en esencia el modelo que se describe a continuación.

Este modelo fue ensayado como “caso piloto” en el distrito de Conchán y luego en otros dos centros poblados con resultados exitosos. Actualmente está siendo replicado en otras instalaciones.

## El modelo de gestión

El objetivo central de este modelo es el manejo o gestión eficiente de pequeños sistemas eléctricos aislados. Se entiende por sistema eléctrico el conjunto de elementos relacionados al sistema de generación eléctrica y el uso de la energía, operación, mantenimiento y administración de

un pequeño sistema eléctrico. En el medio rural –y en particular en el caso peruano, donde se ha desarrollado y se está aplicando este modelo– el manejo eficiente tiene una relación muy importante y directa con responsabilidades y beneficios bien definidos, tanto por el lado de los propietarios de los bienes (el sistema de generación) como por el lado de los usuarios y de los responsables operadores y administradores del sistema.

Este modelo de gestión considera la entrega de todas las responsabilidades de operación, mantenimiento y administración a una microempresa local privada por parte del propietario del sistema de generación<sup>1</sup>, bajo un contrato de mediano o largo plazo, términos de referencia claros y específicos, y respetando el marco legal vigente. El modelo comprende, entonces, tres actores principales: el propietario, los usuarios y la empresa prestadora de servicios de gestión.

### a) El propietario

En el caso peruano, cuando se trata de servicios eléctricos en pequeños centros poblados rurales, la propiedad de los sistemas de generación es un tema muy delicado y muchas veces controversial, pues por lo general no existe un dueño formalmente constituido; la propiedad generalmente se atribuye al gestor del financiamiento o este se la “autoatribuye”. Si la gestión fue realizada por la Municipalidad, entonces esta reclamará sin duda alguna el derecho de propiedad, aunque en términos reales, propiedad de la Municipalidad significa propiedad del pueblo<sup>2</sup>. En los otros casos (comunal, privado, cooperativa), la situación de la propiedad está más clara y definida<sup>3</sup>. En cualquiera de estos casos, para la aplicación de este modelo el tema de la propiedad debe estar bien definido.

### b) La empresa

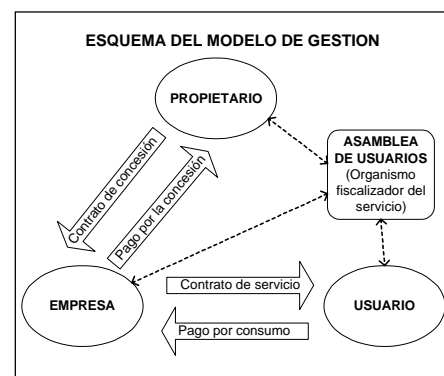
La empresa privada se responsabiliza por la gestión del sistema y lo conveniente es que sea una empresa local. Su incorporación en la gestión debe ser mediante un concurso público y respetando las normas legales vigentes.

La idea de que sea una empresa local tiene como objetivo reducir al mínimo los costos de gestión, no sólo por la diferencia relativa en costos de personal entre los centros poblados más grandes y los más pequeños sino también al ahorro de costos de transporte, viáticos y otros costos que enfrentan las empresas o servicios más centralizados. Sin embargo, el reclutamiento de la pequeña empresa privada local con este fin no es sencillo ni inmediato, pues en los pequeños centros poblados aislados normalmente no existen tales empresas; más aún, ni siquiera existe la capacidad local. Por tanto, ITDG-Perú ha adoptado un mecanismo que consiste en evaluar las capacidades humanas existentes en el centro poblado, y luego reclutar<sup>4</sup> con cartas de intención, mediante un proceso formal, a posibles empresarios.

Para ello, se convoca a un concurso, se capacita a los candidatos, se elaboran las bases y se hace la convocatoria. Asimismo, se conforma una comisión evaluadora, se definen los criterios de evaluación, etcétera. Finalmente, se evalúan las propuestas de los concursantes y se define la ganadora. Esta hará las gestiones correspondientes para inscribirse legalmente como tal, para luego asumir el trabajo de gestión de los servicios eléctricos.

### c) Los usuarios

Se trata de la población que recibirá el servicio de energía eléctrica y que se dispone a pagar una tarifa. Todos ellos cuentan con el servicio domiciliario de electricidad y con instrumentos de medición del consumo.



<sup>1</sup> La comunidad, la municipalidad o el Estado, representados por sus líderes o autoridades locales.

<sup>2</sup> Por lo general, las autoridades locales tienden a confundir su papel de representantes del pueblo y, por lo tanto, se sienten propietarios y no consideran claramente a la población.

<sup>3</sup> En algunos casos se encuentran sistemas de propiedad del Estado que han sido entregados para su administración a las municipalidades.

<sup>4</sup> En el proceso de reclutamiento participa la asamblea de usuarios y el propietario, además de un comité de vecinos, para que la elección resulte democrática.

## Instrumentos de aplicación del modelo

Como se ha podido apreciar, se trata de un modelo sencillo en cuanto a su concepción y diseño; lo determinante para su éxito es usar adecuadamente una serie de instrumentos, algunos de ellos difíciles de aplicar, porque se trata de temas que tocan aspectos de la economía, de los mitos y creencias y hasta de los prejuicios y vicios que pueda haber en cada lugar. Los principales instrumentos a utilizar son:

\* **Esquema de tarifas.** Uno de los temas más importantes para el éxito de este modelo es el diseño y aplicación de un modelo tarifario justo. En ese sentido, las evaluaciones de campo de diferentes casos y la experiencia propia de los autores ha demostrado que la tarifa justa es siempre un valor acorde al consumo (ver esquema tarifario más adelante): quien más consume más paga, y por tanto se requiere del uso de medidores de consumo de energía.

\* **Contratos.** La elaboración de contratos que especifiquen los compromisos asumidos por cada una de las partes –propietario, empresa y beneficiarios– debe respetar las normas legales vigentes para que los compromisos asumidos por las partes sean cumplidos.

\* **Reglamentos.** El servicio de electricidad requiere de una serie de reglamentos sobre los derechos y deberes de los usuarios; ello permite un uso ordenado y respetuoso de la energía y se evitan faltas por el lado del usuario o de la empresa.

\* **Capacitación.** Como ya hemos visto, por lo general no existe la capacidad local, y menos la empresa o empresas que podrían encargarse del sistema. Por tanto, la aplicación de este modelo exige crear esta capacidad a través de capacitaciones en diferentes aspectos relacionados con la operación, mantenimiento y administración, que deben alcanzar a todos los involucrados en el servicio: propietarios, empresas y usuarios.

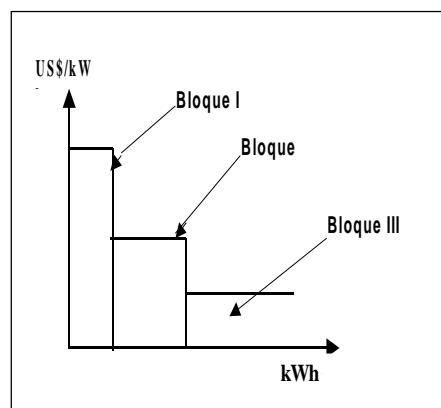
\* **Fiscalización.** La participación de la población en la toma de decisiones con respecto al servicio eléctrico y del sistema en general debe ser organizada. Para ello, es importante conformar una asamblea de usuarios que, de alguna forma, será el ente fiscalizador del servicio. La participación de la población también se canaliza a través del comité de vecinos, organización que normalmente ya existe.

## Esquema de tarifas para un modelo sostenible

La elección del esquema tarifario a utilizar en un pequeño sistema de servicios

eléctricos hasta ahora es, por lo menos, complicada. Hay diversas experiencias que incluyen varios esquemas, entre ellos: (i) tarifas planas; es decir, un monto único independiente del consumo; (ii) tarifas diferenciadas por tipo de aplicación, que generalmente distinguen entre usos domésticos, comerciales y productivos, y (iii) tarifas reguladas por el Estado.

El esquema que se describe a continuación es un modelo desarrollado por ITDG con el fin de complementar el modelo de gestión explicado, llamado “modelo de bloques descendentes”. Este modelo tarifario requiere del uso de medidores de energía y el costo por kWh desciende de acuerdo con el consumo, como se muestra en el siguiente gráfico:



Esquema de tarifas para el modelo de bloques descendentes

El **bloque I** tiene un costo similar o ligeramente mayor a la tarifa promedio estipulada por el organismo nacional regulador de tarifas (Comisión Nacional de Tarifas) para zonas rurales, en el caso del Perú la BT-5. Es recomendable que se encuentre por encima de esta tarifa; sin embargo, dependerá de las condiciones socioeconómicas del lugar y de los cálculos de recaudación, pues el modelo supone la autosuficiencia en la gestión del sistema. En los casos más grandes incluso se puede pensar y definir las tarifas que permitan la reposición del sistema

El **bloque II** debe estar alrededor de la tarifa promedio para zonas rurales (BT-5), o muy ligeramente menor, mientras que el **bloque III** tiene costos promocionales. Generalmente este es el bloque que permite usos productivos y, por tanto, su costo debe ser bajo, pero sin afectar las recaudaciones.

Además, se establece un pago mínimo razonable que asegure una recaudación mínima y que puede considerarse como un pago por derecho de acceso a la energía.

En los casos trabajados por ITDG-Perú, equivalen a 60% del monto pagadero por el primer bloque (por ejemplo, en el caso Conchán). También debe tenerse en cuenta el tipo de fuente de generación: hidro, diesel u otro.

## Características favorables del modelo de bloques descendentes

\* El consumo de un alto porcentaje de la población rural es muy pequeño: en el caso peruano oscila entre 10kWh y 20kWh por mes. Por tanto, un modelo de esta naturaleza asegura una recaudación básica a partir del pago mínimo.

\* El alto costo por kWh del primer bloque permite mejorar la recaudación aportada por las familias de bajo consumo, que normalmente son la mayoría.

\* Las familias que tienen un consumo mínimo difícilmente superan el primer bloque, pero no necesariamente son las más pobres. En algunos casos incluso pueden estar por encima de aquellas de economías medias; sin embargo, sus intensas actividades agrícolas las obligan a permanecer fuera de sus domicilios la mayor parte del tiempo. Usan la energía en la noche –y en algunos casos sólo los fines de semana–, principalmente para iluminación, radio y televisión.

\* Las familias de economía media y los ricos difícilmente superan el segundo bloque; sin embargo, suelen tener más de un televisor, y a veces hasta algún equipo de frío (en climas calientes) o un pequeño negocio (bodegas, restaurantes).

\* El modelo tarifario tiende a ser lo más justo posible, pues el usuario paga lo que consume según la tarifa establecida: a mayor consumo, mayor pago.

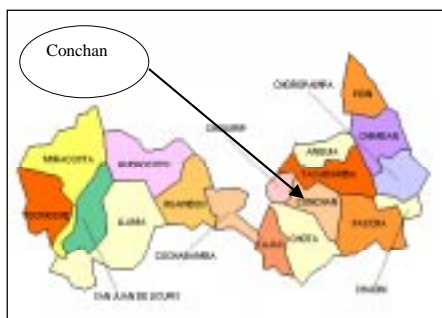
\* Las familias que superan el bloque II normalmente usan la energía con fines productivos: es allí donde el costo bajo de la energía se convierte en instrumento de promoción de los usos productivos. Las experiencias obtenidas hasta la fecha en el caso Conchán son reveladoras.

## El caso Conchán

El caso piloto de ejecución de este modelo, iniciado en 1998, se hizo en el distrito de Conchán, provincia de Chota, departamento de Cajamarca, y también formó parte de las actividades del proyecto ESMAP-ITDG. Este distrito tiene una población de 870 familias, con un promedio de 170 viviendas.

En este caso, el sistema de generación de energía eléctrica es una microcentral hidroeléctrica de 80 kW construida a iniciativa

de la municipalidad en 1995. El financiamiento lo obtuvo de Pronamachcs<sup>5</sup> a través de un crédito por US\$ 128 000, a una tasa de interés de 12%, pagadero en cinco años.



Mapa 1: Provincia de Chota

### La situación del servicio antes de la ejecución del modelo de gestión

Antes de la ejecución del modelo de gestión se hizo una evaluación técnica, administrativa y del comportamiento del consumo de la energía. Algunos resultados que pueden mencionarse son los siguientes:

\* Hasta 1998, la administración del servicio eléctrico en Conchán estuvo a cargo del Consejo Directivo del Comité de Electrificación<sup>6</sup>, con la participación de la municipalidad. Se asumía que esta forma de gestión tendría una duración de cinco años (el periodo de pago de la deuda contraída por la municipalidad), después de lo cual la municipalidad sería propietaria y única administradora del sistema.

\* En la práctica, todos los integrantes del Consejo Directivo eran miembros de la Municipalidad, por lo que se dedicaban a realizar funciones municipales y les quedaba muy poco tiempo para la gestión del sistema. Asimismo, la población identificaba a la microcentral con la municipalidad más que con el comité.

\* La operación del sistema estaba a cargo de cuatro personas<sup>7</sup> contratadas por la municipalidad de Conchán, además del Consejo Directivo (seis personas), que también intervenía en la gestión del servicio. Además, se contaba con la presencia de un regidor de la Municipalidad (síndico de rentas). Las cuatro personas encargadas de la parte operativa recibían una remuneración por la administración, operación y mantenimiento del sistema, que en total ascendía a US\$ 450 por mes.

\* Los operadores trabajaban en turnos de doce horas cada uno y con presencia permanente en la casa de fuerza. Este personal no fue capacitado adecuadamente, pues

los instaladores consideraron que su participación en todo el proceso de montaje y pruebas del equipo electromecánico resultaba suficiente.

\* No existía regla alguna sobre el servicio eléctrico, el uso de la energía era indiscriminado y en ningún caso se reportó el corte del servicio por morosidad, robo de energía u otros.

\* La Municipalidad, a través del alcalde, era responsable de la gestión del servicio, por tanto, si el alcalde lo quería, podía ser aprovechada con fines políticos.

\* No había contratos por el servicio y tampoco se contaba con un padrón de usuarios.

\* La tarifa y el costo por derecho de conexión (US\$ 28,5<sup>8</sup> por única vez) se estableció en asambleas comunales: (i) tarifa plana de US\$ 4,3 por mes; (ii) algunos casos con consumos altos—como hoteles, restaurantes, talleres y otros—tenían una tarifa de US\$ 7 por mes.

\* El monto promedio recaudado por tarifas era de US\$ 350, con una morosidad aproximada de 30%. Los costos de operación del sistema se calcularon en US\$ 500<sup>9</sup>, y el déficit promedio era de US\$ 150, que era asumido por la Municipalidad, lo paradójico es que se suponía que con el cobro de las tarifas se debían cancelar las cuotas del crédito obtenido para la construcción de la microcentral hidráulica.

\* La calidad del servicio era mala, con continuas paralizaciones y variaciones de voltaje que en muchos casos “quemaron” algunos equipos electrodomésticos, pero no había forma de señalar responsabilidades.

### La puesta en marcha del modelo de gestión

Es importante destacar que, en cada paso del proceso, el papel asumido por ITDG ha sido de promotor y mediador, de tal forma que las decisiones siempre fueron to-

madadas por consenso entre las instancias comprometidas.

El proceso se inició con la definición de la propiedad del sistema—es decir, los dueños de los activos— lo que recayó en la Municipalidad. Fue un proceso complicado por la disputa existente entre la Municipalidad y los usuarios, pero finalmente la propiedad recayó en la Municipalidad, pues esta avaló el crédito y luego asumió la deuda frente al prestatario.

Resuelto el tema de la propiedad y con la aceptación del modelo por parte de la Municipalidad, los pasos siguientes consistieron en un duro trabajo de presentación a la población del modelo y de sus ventajas frente al que existía hasta entonces, elaboración del modelo tarifario y negociación de los bloques diferenciados, elaboración de los reglamentos de los usuarios, convocatoria y reclutamiento de la empresa privada, elaboración de contratos, etcétera. Esta etapa fue sumamente delicada, pues significaba cambiar las reglas y vicios establecidos y porque el proceso podía verse afectado por las condiciones sociopolíticas del momento.

La selección de la empresa culminó con la firma del contrato, mediante el cual la Municipalidad entrega a la empresa en concesión la gestión del servicio eléctrico (operación, mantenimiento y comercialización) por un periodo de cinco años. Luego de este periodo, se podía renovar o cancelar el contrato.

Paralelamente a la firma del contrato, se capacitó a la población en torno a los derechos y obligaciones que tiene el usuario sobre el servicio. Asimismo, se planteó y discutió la estructura tarifaria. Finalmente fue decidido lo siguiente:

Esquema tarifario vigente en Conchán		
Concepto	Unidades	Monto
<i>Cargo por consumo de energía</i>		
Hasta 20 kWh	US\$/kWh	0,14
Más de 20 kWh hasta 60 kWh	US\$/kWh	0,12
Más de 60 kWh	US\$/kWh	0,02
<i>Otros cargos</i>		
Derecho de conexión para nuevos usuarios	US\$	28,50
Alumbrado público	US\$/mes	0,28
Cortes y reposiciones, sólo cuando se realice	US\$	0,57
Mora mensual, porcentaje del saldo deudor	%	2
Tipo de cambio: US\$ 1 = S/. 3,45, julio del 2001		

<sup>5</sup> Organismo del Estado, dependiente del Ministerio de Agricultura, que en la década del noventa se dedicó a otorgar créditos para microcentrales eléctricas. Los resultados no fueron muy halagadores y se tuvo que cerrar el programa. Finalmente, en 1999 el gobierno dio un decreto para condonar las deudas de todos los deudores de Pronamachcs.

<sup>6</sup> El Comité de Electrificación está conformado por la población como un ente de apoyo para la gestión del proyecto, y en muchos casos asume también la gestión del servicio eléctrico una vez puesto en marcha.

<sup>7</sup> Dos operadores, un tomero y un cobrador que realiza la tarea de facturación; en la práctica, esto último estaba a cargo de la secretaria de la Municipalidad.

<sup>8</sup> Tipo de cambio, US\$ 1 = S/. 3,20, diciembre de 1998.

<sup>9</sup> Este monto considera el pago del personal y otros gastos para la administración, operación y mantenimiento.

## Algunos aspectos complementarios

Para la buena marcha del sistema era necesario solucionar los problemas técnicos, en particular el que se refiere a la regulación del voltaje. Por eso la Municipalidad, con la asistencia técnica de ITDG, instaló un regulador electrónico de carga para garantizar la calidad del suministro.

Un requisito básico para acceder al servicio eléctrico es la instalación de medidores de energía. La Municipalidad brindó las facilidades del caso para que todos los usuarios pudiesen adquirir sus medidores.

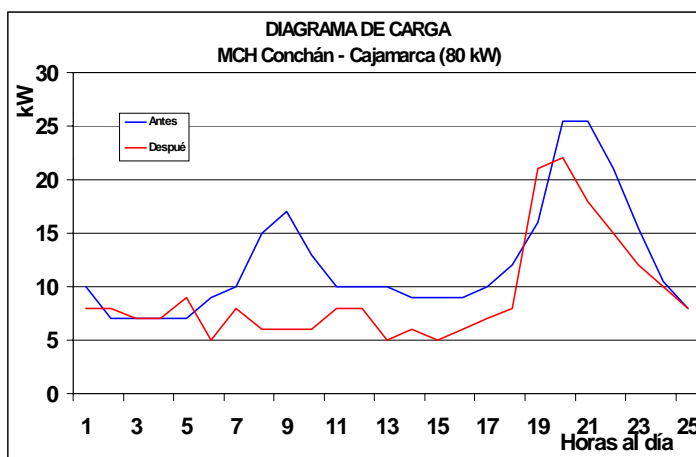
Además de la capacitación al personal de la empresa, se equipó a esta con los equipos e instrumentos básicos para la gestión, como computadora, impresora, medidor de voltaje y corriente y otras herramientas de mano.

## Los resultados del modelo de gestión en Conchán

- \* La gestión del sistema eléctrico está a cargo de una empresa privada, bajo un contrato de concesión entregado por la Municipalidad por un periodo de cinco años prorrogables.
- \* La empresa recibirá por concepto de prestación de servicios un monto mensual de US\$ 330. Además, la empresa recibirá una bonificación por buena gestión equivalente a 20% de la diferencia entre la recaudación y la prestación del servicio, siempre y cuando la morosidad no sea mayor de 6%.
- \* La empresa cuenta con un padrón de usuarios, contratos por el servicio de electricidad, solicitudes de servicio, notificaciones de pago, libros de caja y libros de registros, entre otros. Todos estos documentos forman parte de los procedimientos de gestión y están incluidos en un pequeño programa de computadora.
- \* A la fecha hay 140 usuarios<sup>10</sup> que generan una recaudación promedio de US\$ 630 al mes, con una morosidad menor de 5%. Esto significa que la recaudación ha mejorado notablemente: la planilla está cubierta con algo más de 50% y queda un saldo de US\$ 300 para otros rubros (fondo de reposición y gastos de mantenimiento).
- \* El 60% de los usuarios paga un promedio de US\$ 2,8 al mes; es decir, 35% menos de lo que se pagaba anteriormente con la tarifa plana.
- \* La capacitación y la educación en el uso racional de la energía han permitido reducir el consumo de energía, como se puede ver en el siguiente diagrama de

carga. De este modo se ha logrado disponer de una mayor oferta de energía y promocionar su uso productivo, en especial en las "horas valle".

- \* La estructura tarifaria establecida ha despertado la iniciativa de los pobladores para la creación o mejora de pequeños negocios. Un caso que vale la pena mencionar es el de un pequeño empresario dedicado a la venta de hielo y helados, que trasladó su negocio a Conchán desde el pueblo vecino de Tacabamba, por lo atractivo y beneficioso de la tarifa.
- \* Después de más de dos años de gestión del servicio eléctrico, el sistema está marchando satisfactoriamente: mantiene los niveles de recaudación y morosidad descritos y el fondo de reposición y mantenimiento permite la solución rápida de contingencias menores (cuenta de ahorros abierta en un banco local).



## Limitaciones y/o problemas encontrados

- \* En el caso de las microempresas de gestión que se forman para la administración, se presentan varias limitaciones, especialmente debido a la pobreza y a la falta de conocimientos e iniciativa empresarial. Sin embargo, quizás el tema más complicado es la vigencia de un marco legal y tributario sumamente complicado y diseñado para zonas urbanas.
- \* Entre otros problemas de carácter general está la exigencia de normas hechas bajo conceptos urbanos, no sólo en lo relacionado a los materiales sino también en lo que respecta a la dotación de energía por familia.
- \* La población está fuertemente influenciada por una serie de prejuicios desde hace muchos años, entre ellos la cultura del no pago y la creencia de que la electricidad es un deber del Estado, creencia que normalmente es fuertemente impulsada por políticos irrespon-

sables que difunden estas ideas al respecto.

- \* Todavía no es posible controlar ni evitar la intromisión política en la gestión por parte de las autoridades locales, como el alcalde. Lamentablemente este tema no está al alcance de nuestras facultades: sólo el gobierno puede normar o brindar el marco legal adecuado para asegurar la sostenibilidad del servicio.

## Referencias bibliográficas

- \* ESMAP-The World Bank. *Peru Rural Electrification Activity Completion Report*.
- \* Sánchez-Campos, Teodoro; Michel Del Buono; Alfonso Carrasco V. "Aspectos de la electrificación rural en el Perú", The World Bank Workshop, abril de 1997.
- \* Sánchez-Campos, Teodoro. "La sostenibilidad de los proyectos de electrificación rural", presentado en el Taller sobre Modelos de Gestión para Sistemas Fotovoltaicos en el Perú, organizado por el Ministerio de Energía y Minas y la Universidad Nacional de Ingeniería, agosto de 1998.

\* Sánchez-Campos, Teodoro; Rafael Escobar Portal. "Las variables de ingreso y gasto monetario

como criterios básicos para la identificación de mercados de energía en áreas rurales", presentado en el VIII Encuentro Latinoamericano en Pequeños Aprovechamientos Hidro-energéticos, Cuenca-Ecuador, 1999.

- \* Documentos de investigación sobre factores claves para la implementación exitosa de sistemas rurales aislados, tema en desarrollo del autor para optar el título de PhD, en The Nottingham Trent University, Reino Unido.
- \* Documentación interna del Programa de Energía, ITDG-Perú.

Mayores informes: Teodoro Sánchez y Rafael Escobar

Programa de Energía de ITDG-Perú  
Av. Jorge Chávez 275, Lima 18 - Perú  
Tel. (511) 447 5127 Fax (511) 446 6621  
E-mail energia@itdg.org.pe

<sup>10</sup> Hay treinta solicitudes para nuevas conexiones del servicio eléctrico.

# Marco legal para el desarrollo sostenible de pequeñas centrales hidráulicas: Una propuesta de la Universidad Nacional del Comahue

Orlando A. Audisio

## Introducción

La generación hidráulica es la mayor fuente de provisión de energía renovable que existe: contribuye con más de 22% de la electricidad que consume el mundo, lo que equivale a 2564 TWh/año.

Debido a la mayor conciencia que actualmente se tiene en cuanto a los problemas ambientales, tanto los fabricantes como los propietarios de una instalación generadora de electricidad ya no pueden permanecer indiferentes ante la pregunta de si la tecnología es o no perjudicial para el ambiente.

La energía hidráulica es una energía renovable, prácticamente gratuita y limpia. En la producción de electricidad sustituye a los combustibles de origen fósil y nuclear, con todos los problemas de eliminación de desechos que estos traen consigo.

Durante el Symposium 98', realizado por la Sociedad Hidrotécnica de Francia (Société Hydrotechnique de France), la Agencia para la Energía y el Medio Ambiente (ADEME) y la Confederación de Fabricantes de Pequeñas Turbinas (SCPTH), se demostraron los grandes beneficios que representa la generación de energía a través de fuentes renovables y, además, se exploraron los factores que limitan su crecimiento.

Las pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH) representan hoy 30 GW de toda la capacidad instalada en el mundo, lo que equivale a 15% de toda la energía eléctrica que se genera en Europa. Jean Pierre Catalan, de Electricité de France (EDF), definió la siguiente división:

Cabe mencionar que esta clasificación aún no se ha generalizado en el mundo, pero el valor de los 10 MW como tope máximo es

aceptado por la mayoría de los investigadores involucrados en la temática y por diversas instituciones internacionales, como por ejemplo la ESHA (The European Small Hydro Association).

Conceptualmente, debe considerarse la energía –y principalmente las PCH– como un medio para cumplir objetivos sociales y económicos de poblaciones aisladas. En este contexto, el desarrollo argentino del sector energético en las PCH es esencial, principalmente por cuatro razones:

- \* Primero, el nivel mínimo de servicios de energía exigido para satisfacer necesidades básicas de las comunidades aisladas – como iluminación, cocina y calefacción – de primera importancia y, por lo tanto, debe asegurarse.
- \* Segundo, la provisión de energía es esencial para alcanzar el objetivo social de aliviar el trabajo humano pesado (particularmente el de las mujeres, niños y sectores económicamente más vulnerables de las poblaciones aisladas).
- \* Tercero, se requiere de un suministro de energía para sostener y apoyar actividades económicas tradicionales y/o de reciente aparición.
- \* Finalmente, debe concebirse el suministro de energía para el desarrollo de infraestructura, de manera tal que permita elevar la productividad de áreas aisladas y la eficacia económica en el uso de los recursos.

El desarrollo de las PCH ha sido desatendido y/o postergado, particularmente a partir de falsos conceptos vertidos desde las grandes centrales, en el sentido de que no hay mucho campo para el desarrollo técnico. Sin embargo, existe una considerable tendencia para mejorar el costo efectivo de las

PCH desde el punto de vista técnico y no técnico, especialmente en aquellos sistemas de mediana y baja altura.

En Latinoamérica, Brasil, que posee la mayor capacidad instalada de PCH, tiene estructurada una política para el desarrollo de proyectos de PCH. Esta política considera la pequeñas fuentes de generación de energía renovable como una alternativa para las grandes obras hidroeléctricas. Los grandes emplazamientos presentan el inconveniente de estar sujetos a complejos procesos de ofertas y largos permisos ambientales para poder cumplir la legislación vigente del gobierno.

Consideramos que, para enmarcar legalmente un proceso de desarrollo sostenible de las PCH, Argentina debería estudiar y plantear la creación o implementación de un ente (dependiente de la Secretaría de Energía de la Nación) que genere, ponga en marcha, coordine y audite la ejecución del marco legal para PCH aprobado por el Congreso de la Nación. Como base para este marco se debería tomar la estructura planteada y los estudios realizados para la formulación de la Ley 25.019.

Este ente debería tener como objetivo básico el apoyo a cualquier iniciativa, ya sea nacional o regional, de promocionar la generación de electricidad utilizando recursos renovables en general, e hidráulicos en particular. De este modo se aseguraría la evolución política gubernamental, para fomentar las fuentes de energía renovables. Esto no sólo debe abarcar el desarrollo de la pequeña fuente energética hidráulica sino que, además, se deberá enmarcar una estructura para salvaguardar la viabilidad de la capacidad existente.

Es necesario asegurar que las reglas de dicha estructura estén incorporadas al marco legal, para promocionar y proyectar la imagen institucional como la de una organización que representa los intereses de la pequeña hidráulica en Argentina.

Antes de continuar es necesario encontrar la respuesta a una pregunta: ¿Cómo podemos asegurar por un largo tiempo un futuro para las tecnologías que involucran la pequeña hidrogenación?. Además, debemos dejar

Pequeñas centrales hidroeléctricas	Hasta 10 MW
Minicentrales hidroeléctricas	Hasta 2 MW
Microcentrales hidroeléctricas	Hasta 0,5 MW
Picocentrales hidroeléctricas	Hasta 50 kW

## EDITORIAL

Este número de nuestra revista *Pequeños Molinos de Viento* es el último en una serie de cuatro, con el financiamiento del Ministerio de Cooperación de Holanda. Lo que habrá después aún no se sabe, pero estaremos en contacto.

Esperamos haberles ofrecido una visión clara sobre los avances en pequeños sistemas eólicos que se dan en todo el mundo. Aún hay un abismo entre los complejos y costosos equipos producidos en los países desarrollados y los esfuerzos locales, dirigidos a lograr soluciones eficaces y de bajo costo. Las limitadas técnicas de producción y la escasez de recursos siguen siendo un importante impedimento para los diseñadores y productores del sur. Al mismo tiempo, la inversión inicial es una barrera casi insuperable para el usuario.

Estudios sobre su uso final en India, Sri Lanka, Colombia y Kenya han indicado que una aerobomba generalmente es más económica que cualquier alternativa, en particular la bomba fotovoltaica.

El apoyo integral a la instalación —cubriendo los aspectos de mercado, la distribución, el acceso a líneas de crédito apropiadas y el mejoramiento continuo de productos— sería un factor clave para cambiar el panorama. Una red de aerobombeo regional o global podría brindar un soporte eficaz al asesorar a productores locales, usuarios y proveedores de crédito en todos estos temas. No cabe duda de que la gran industria detrás de la tecnología fotovoltaica ha mostrado su capacidad para enfrentar los retos del mercado desde hace ya muchos años.

No obstante, diversos fabricantes de pequeños sistemas —orientados a las demandas del sur— han conquistado un lugar como proveedores profesionales. Están Kijito en Kenya, Jobber en las Filipinas, Poldaw en Inglaterra y Aureka en India, entre otros. En esta edición, Zero/Manx y Poldaw reportan buenas noticias de Zimbabwe, mientras que la aerobomba de mecate se ha convertido en un tema de estudio atractivo en todo el mundo.

El respaldo de las organizaciones donantes sigue siendo necesario para vin-

cular los esfuerzos dispersos. Ningún productor debería tener que empezar desde cero, si puede aprender de sus compañeros en otra parte del mundo. Como Arrakis, les abrimos nuestra página de Internet para el intercambio de información. ¡Los invitamos a enviar sus experiencias!

Se requiere de un mayor esfuerzo para lograr el desarrollo continuo de productos y resolver la temática del mercado y de inversión. Un productor local, una agencia de desarrollo rural o un pequeño agricultor solos no podrían crear el ímpetu necesario para la instalación progresiva de aerobombas y pequeños sistemas eólico-eléctricos. Son indispensables la coordinación regional y la entrada de recursos financieros desde fuera. Por ello, en este lugar no podemos dejar de poner bajo la atención de los organismos financieros la necesidad de un amplio programa de respaldo.

*Jan de Jongh  
Remi Rijs  
Arrakis*

## *Poldaw: Actividades actuales*

El diseño de nuestra aerobomba de 3,5 metros, en 1991, dio lugar a la gama de modelos que tenemos hoy en día. En ese momento, el desarrollo incorporó toda la información técnica disponible y las experiencias con aerobombas tradicionales y modernos. El reto que nos propusimos fue crear una máquina de bajo costo, sin sacrificio alguno en cuanto a la integridad y confiabilidad de la estructura. La producción comercial se inició en 1994 en Zimbabwe y el Reino Unido y es 100% local. Desde entonces, otros fabricantes, en Paquistán, India, Nigeria, Etiopía y Turquía han entrado a la producción de aerobombas Poldaw.

En 1996 pusimos en funcionamiento un modelo de 5 metros que se caracteriza por su doble capacidad de bombeo (en comparación con el modelo original) a un incremento del costo de sólo 50% a 75%. La primera unidad se construyó en 1998 y ahora se encuentra en producción en varios países.

Nuestros productores en Zimbabwe, Paquistán y el Reino Unido operan con éxito: ya han vendido más de cien aerobombas en conjunto.

En Paquistán, la aerobomba se instaló en el marco de un proyecto del gobierno



Aerobomba de 3,5 m. en Zimbabwe

para abatir la sequía en Baluchistán. En una primera fase se instalaron veinticinco unidades, y para la segunda fase del proyecto están previstas unas 250 aerobombas, que surtirán de agua a los poblados remotos donde las bombas originales (diesel, eólicas, manuales) han de-

jado de funcionar y la gente ha recurrido al método rústico del balde y sogá.

En Zimbabwe, la venta de la aerobomba abastece mayormente el mercado nacional para el riego a pequeña escala, aunque también se exporta a Zambia para el mismo uso.

# PEQUEÑOS MOLINOS DE VIENTO

En Inglaterra, es sorprendente la frecuencia con que una aerobomba se convierte en la opción de bombeo más atractiva, generalmente en lugares a más de un kilómetro de distancia de la red eléctrica. Aunque nuestros modelos están dirigidos principalmente a los países en vías de desarrollo, también existe un mercado local.

Desafortunadamente, nuestro productor en la India ha dejado de producir los equipos. Bajo el actual esquema de apoyo del gobierno, el usuario de nuestras máquinas sólo recibe un subsidio parcial por la ausencia de la caja de transmisión (que es precisamente una característica del diseño). Esperamos que esta situación se nivele una vez que se haya creado un mercado más equitativo.

Este año nos buscó una organización boliviana que necesitaba un modelo más pequeño. En la región, el recurso eólico es óptimo, y decidimos diseñar un modelo de 1,8 m que pudiera venderse en el mercado a un precio inferior a los US\$ 500. A la fecha estamos realizando ensayos con varias unidades, y en cuanto

nos convenzamos de la calidad del modelo, en algún momento del 2002 podría entrar en producción comercial.

Siempre nos interesa incentivar a los fabricantes para que consideren la producción comercial de nuestras aerobombas. Nuestra página web es una fuente de información útil para posibles productores y usuarios y describe las máquinas en mayor detalle.

*Información: Sandy Polak, Poldaw Designs,  
una división de Neale Consulting Engineers Ltd.  
Highfield, Pilcot Hill, Dogmersfield,  
Hants RG27 8SX, Reino Unido  
Tel.: +44 1252 629199  
Fax: +44 1252 815625*

*Correo electrónico: tapolak@aol.com  
Web: www.tribology.co.uk*

*poldaw.htm*



Aerobomba de 1,8 m. en Bolivia

## *Progreso acerca de la Aerobomba de Mecate*

En los números anteriores, la aerobomba de mecate de Nicaragua –una opción de bombeo atractiva y de bajo costo para ganaderos y pequeños agricultores– ha sido descrita extensamente. Se ha hecho hincapié en la restringida capacidad de giro del cabezal del molino que limita su potencial de aplicación. En un primer avance, elaborado en 1995 por Henk Holtslag, la sogá (“mecate”) de transmisión es llevada hacia el centro de la torre aprovechando una polea adicional. Este modelo permite una mayor libertad de giro (de 360°), pero si el cabezal da más vueltas en el mismo sentido la sogá queda atrapada.

Nos han llegado dos comunicaciones acerca de este problema: de un grupo universitario de Inglaterra / Colombia y del productor en Nicaragua.

### **Trabajo universitario en Inglaterra y Colombia**

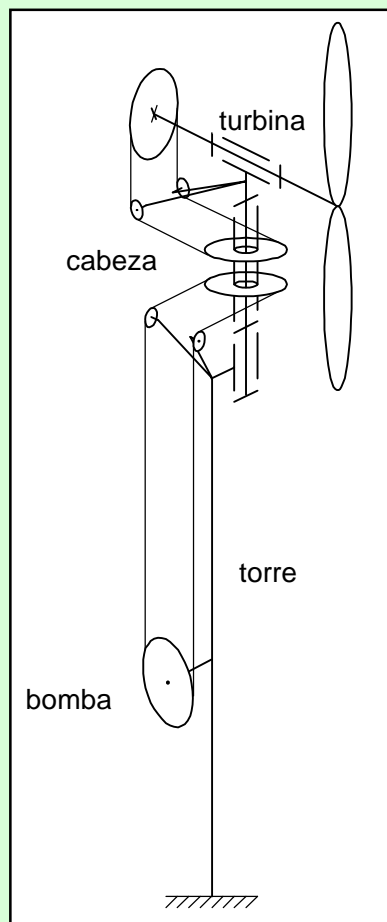
El problema del diseño es la transmisión. Una polea montada en el eje del rotor mueve, mediante una sogá, la polea de la bomba de mecate. El cabezal básicamente gira libremente sobre la torre, pero la sogá de transmisión impide un curso angular de más de 250°. Con los cambios del viento, la sogá de

transmisión se enreda.

Un sistema mejorado debería permitir una rotación irrestringida del cabezal alrededor de un eje vertical. Una opción sería usar engranajes perpendiculares entre el rotor y un eje secundario que girara verticalmente por la torre sobre el eje de rotación; seguido por otro engranaje que movería la polea de la bomba. Sin embargo, para elaborar tal sistema se necesitan métodos de producción más precisos, raramente disponibles en un taller local.

Fue preciso buscar otra solución. Como resultó poco exitoso dejarse inspirar por problemas similares de la cinemática, decidimos seguir otra línea de pensar: una polea doble adicional, girando en un plano horizontal alrededor del eje de rotación del cabezal. Ahora la fuerza motriz se transfiere en dos pasos: (i) el eje del rotor mueve la polea horizontal superior mediante un primer mecate de polietileno; (ii) la polea horizontal inferior mueve la polea de la bomba con un segundo mecate. La figura muestra el funcionamiento.

El prototipo fue construido e integrado en una aerobomba en la Universidad Tecnológica de Los Llanos, en Villavicencio, Colombia. Dos técnicos asistieron en la producción de la transmisión adaptada en un pequeño





# PEQUEÑOS MOLINOS DE VIENTO

taller. Las estructuras consistían básicamente en cuatro brazos tubulares; cada uno incorpora una pequeña polea en un extremo. Dos tubos se fijaron en el cabezal y otros dos en la parte superior de la torre. Después de inclinarlos, cortarlos y ajustarlos hasta lograr un alineamiento exacto de las poleas, fueron soldados en su lugar.

La polea doble debía ser insertada en algún punto entre el cabezal y la torre, lo que garantizaría su rotación sin restricciones. El cojinete de pivoteo superior, construido de madera, se presentó como el elemento más propicio sobre el cual fijar la doble polea. Debido al diámetro del cojinete, un rodamiento comercial que girara alrededor del mismo resultaría excesivamente pesado y costoso. Por ello, se optó por usar un juego de tres ruedas de patines (cada una integrando un pequeño rodamiento), montadas en los tres rayos de una rueda de aluminio. Con los rodamientos cargando la polea doble, el plástico de las ruedas giraba permitía que

estas giraran sobre el cojinete con una fricción mínima. La idea, derivada de C.E. Oram, resultó económica y eficaz. El diámetro de las ruedas de patín no es muy crítico, siempre que sean idénticas.

La transmisión modificada fue probada en Villavicencio y funcionaba según las expectativas. La preparación en un taller local indica que esta modificación puede ponerse en marcha usando métodos básicos y, por lo tanto, sería una solución viable para los países en vías de desarrollo.

Cabe mencionar que, con la transmisión adaptada, la polea de la bomba gira en sentido contrario en comparación con la transmisión original.

*Mayores informes:*

*Jean Sébastien Chevassu: juanito@hotmail.com*  
*Mauricio Gnecco: mjgnecco@hotmail.com*  
*Arthur Williams: arthur.williams@ntu.ac.uk*  
*Dept. Electrical & Electronic Engineering,*  
*Nottingham Trent University,*  
*Burton Street, Nottingham, NG1 4BU, Reino Unido*  
*Tel.: +44-115-848 2313*  
*Fax: +44-115-848 6567*

**Progreso en Nicaragua**

En Nicaragua, CESADE diseñó una transmisión adaptada para la aerobomba con la asesoría de la organización no gubernamental holandesa DOG. Al cabo de dos años de pruebas con diferentes transmisiones angulares, a finales de 2000 se instaló una "transmisión de tres poleas" en una aerobomba para pruebas de campo. Los requisitos de diseño eran nuevamente el bajo costo y la facilidad de producción y mantenimiento. El nuevo concepto conserva la posición excéntrica del rotor necesaria para garantizar un comportamiento de orientación adecuado. La nueva transmisión – si su funcionamiento es satisfactorio – incrementaría el costo de la aerobomba en aproximadamente US\$ 60 a US\$ 100.

*Informes: Henk Holtslag, CESADE*  
*Web: [www.ropepumps.org](http://www.ropepumps.org)*

*Correo electrónico: [holtslag.dapper@wxs.nl](mailto:holtslag.dapper@wxs.nl)*

## El nuevo TERI centro de ensayos

El SWHPTC (Centro de Ensayos de Pequeños Sistemas Eólicos e Híbridos) de TERI fue realizado con apoyo financiero de MNES (Ministerio de Fuentes Energéticas No convencionales). El SWHPTC está dirigido a desarrollar, probar y certificar productos eólicos y realizar estudios de desempeño y servicios de capacitación. El SWHPTC cubre una superficie de 500 m<sup>2</sup> en Mithapur, ubicado en la costa occidental de Gujarat, India, a unos 10 km al sur del puerto de Okha. Es un terreno llano sin obstáculos, ideal para realizar pruebas con turbinas eólicas.

Un edificio techado de 80 m<sup>2</sup> alberga los instrumentos, un pequeño taller, un generador diesel eléctrico, un banco de baterías y una oficina. La velocidad y dirección del viento son monitoreadas a tres niveles en una torre de 25 metros de altura, equipada con un *logger* NRG-9300. Además del viento, se registran la presión atmosférica, la temperatura ambiental y algunos parámetros eléctricos.

El SWHPTC tiene previsto desarrollar actividades en los siguientes rubros:

- \* Ensayo y certificación de pequeños cargadores eólicos de baterías; sistemas eólicos de bombeo; sistemas híbridos.
- \* Investigación y desarrollo de sistemas renovables de desalinización; de producción de hielo para pueblos pesqueros; aerobombas para uso especial (aguacultura, salineras).
- \* Desarrollo de prototipos, pruebas de campo y comercialización de sistemas híbridos: eólicos solares para alumbrado doméstico; eolo-diesel-solares para electrificación de comunidades; eolo-diesel para redes en isla.
- \* Programas de capacitación de diseño y producción; instalación, operación y mantenimiento; monitoreo y evaluación de desempeño.

Actualmente se encuentran bajo prueba una aerobomba mecánica y

algunos sistemas híbridos.

*Información: K. Raghavan,*  
*Consultant Hybrid Systems, Teri, Darbari Seth*  
*Block*  
*Habitat Place, Lodhi Road, New Delhi - 110*  
*003*  
*Tel.: +91 (11) 468 2100/11*  
*Fax: +91 (11) 468 2144/45*  
*Web: [www.teriin.org](http://www.teriin.org)*  
*Correo electrónico: [raghavan@teri.res.in](mailto:raghavan@teri.res.in)*

## *El aerogenerador ZERO en Africa*

La red de expertos ambientales ZERO en Harare, Zimbabwe, ha diseñado un cargador de baterías en conjunto con Manx Wind Energy Services, del Reino Unido. El equipo, de 500 W de potencia, está dirigido a los bajos vientos del continente africano al sur del Sahara y pretende operarse de un modo económicamente efectivo. El proyecto fue financiado por la Embajada de los Países Bajos, en Harare.

El objetivo principal fue demostrar la factibilidad de la construcción local. Un criterio de diseño importante fue maximizar los componentes de fabricación local del sistema.

Sobre la base de los datos meteorológicos inicialmente disponibles, se escogió un rotor de 3,6 m de diámetro de paso fijo acoplado directamente a un generador eléctrico de imanes permanentes, ensamblado en el país. Las tres aspas de elaboración manual son de madera nacional. El sistema integra una torre tubular de 18 metros –estabilizada con tensores– y un juego de poleas y varilla para la erección *in situ*.

El diseño suponía una producción energética de 50 kWh mensuales, en un viento de 4 m/s. Como mecanismo de protección contra ráfagas se optó por la cola inclinada.

Dentro del proyecto se llevaron a cabo mediciones del viento en cuatro lugares en las cercanías de Harare, usando *loggers* Wind Prospector. Las mediciones revelaron velocidades mensuales que, como promedio, varían entre los 2 y los 4 m/s. Las pruebas, realizadas entre julio y noviembre de 1999, mostraron una producción mensual de energía de 106 kWh, correspondiente a una potencia de 134 W continuo. Esta cantidad equivale a la producción de 19 paneles solares de 50 W<sub>p</sub> en el mismo sitio, mientras que el costo del aerogenerador es sólo un 20% de la opción PV.

La turbina ZERO se está produciendo con African Windpower (Pvt) en Harare y se comercializa mayormente dentro de la región SADC (los países del sur de África), pero también se ha exportado a Europa y los Estados Unidos. El proyecto muestra la conveniencia de combinar la experiencia específica de expertos externos con la capacidad de industria del país. El resultado es un producto de fabricación local apto para los mercados doméstico y de exportación, que puede competir en uno de los sectores de mayor crecimiento de las energías renovables.

(Artículo original: Renewable Energy 16 (1999), pp. 934-939, Pergamon Press, Elsevier Science Ltd.; Información: Dr. Geoff Watson, geoffw@manxwind.com)

### **Pequeños Molinos de Viento**

es una revista semestral co-redactada y publicada en inglés por GEDA (India) y en castellano por ITDG (Perú).

La versión en inglés, "Small Scale Wind Energy Systems" viene insertada en la revista "FIRKI" de GEDA.

La edición en castellano aparece como parte de "Hidrored", de ITDG-Perú.

La revista es financiada por el Ministerio de Relaciones Exteriores de los Países Bajos (NEDA-DML/KM).

### **Coordinación y redacción:**

Arrakis-RED,  
Wilhelminastraat 26,  
5141 HK Waalwijk,  
Países Bajos;  
tel.: +31(40)281 9454;  
fax: +31(40)281 9602;  
correo electrónico:  
tnntr@hotmail.com;  
info@arrakis.nl.

Web: <http://www.arrakis.nl/>.

*El contenido de esta revista puede ser reproducido siempre y cuando sea citada la fuente. Para cualquier información, artículos o suscripciones, favor contactar con la redacción.*

bien en claro a qué nos referimos cuando usamos el término sostenibilidad en PCH.

Las pequeñas centrales hidráulicas se consideran sostenibles si pueden, por lo menos, ser operadas de manera normal por el lapso de su vida útil y con sus principales componentes técnicos de origen. Según esto último, podemos decir que la sostenibilidad está supeditada a una serie de factores, donde los principales –y más influyentes– son de carácter técnico, social, financiero e institucional.

Cuando hablamos de factores de índole técnica, queremos decir que estas máquinas electrogeneradoras deben ser confiables desde el punto de vista de su operación. Desde el aspecto financiero, las PCH son sostenibles si no requieren de asistencia financiera externa para sostener por un largo tiempo su operación y su mantenimiento particular y general.

La sostenibilidad de las PCH puede enfrentar un panorama de incertidumbre si se presentan conflictos sociales que amenazan o ponen cierta cuota de riesgo a la existencia u operación de las instalaciones, aspecto que debe tenerse muy en cuenta cuando las instalaciones se encuentran emplazadas y su funcionamiento y/u operación son coordinados dentro de comunidades aisladas.

Los factores institucionales relacionan la función y responsabilidad de los agentes gubernamentales o de universidades y ONG que puedan brindar servicios tales como asesoría y/o entrenamiento. Este aspecto se considera muy importante, pues se relaciona con la capacitación del personal que operará la PCH.

Además, cada uno de estos factores podría afectar a otros; por ejemplo, podemos considerar los problemas técnicos que, acompañados de un pobre esquema de gestión y/o de administración, pueden llevar al usuario a dejar de recibir de manera parcial o total el soporte financiero.

Un aspecto positivo que se puede mencionar y que fortalece estos cuatro factores se refiere a la fuerte relación de propiedad por parte de los usuarios: esto parece contribuir en gran medida a la sostenibilidad.

### Propuesta

Por lo expuesto, consideramos que un marco legal para el desarrollo de las PCH debería considerar como estrategia principal la puesta en marcha de una serie de incentivos para atraer inversiones para el desarrollo, construcción y/o repotenciación de estas pequeñas máquinas, así como establecer las siguientes prioridades:

\* La provisión de electricidad debe ser concebida como una obligación social para mejorar el estándar de vida de la población que reside en áreas aisladas o de poca accesibilidad.

- \* Es conveniente asegurar los costos y los beneficios de las PCH.
- \* Es necesario mejorar los aspectos económicos, no sólo a través de una reducción de costos de las PCH sino también considerando la diversificación de su uso.

Además, este marco debería contemplar, entre otras pautas, que:

- \* Las PCH no necesiten pasar por un proceso de licitación para la concesión del servicio.
- \* Las PCH puedan operar a través de una autorización extendida por el ente y que implique un trámite muy simple.
- \* Las PCH sean registradas en el organismo gubernamental que la Ley determine.
- \* Las PCH cuenten con una aprobación emitida por el ente gubernamental del estudio de factibilidad y del proyecto ejecutivo básico del emplazamiento.
- \* Se consideran necesarios tres permisos en todas las etapas involucradas, que van desde la gestación de la idea hasta la puesta en marcha de la PCH: (i) un permiso preliminar para comenzar la obra; (ii) un permiso para la instalación de la central, y (iii) un permiso para permitir que la central hidráulica entre en operación.
- \* Se debe contemplar que las PCH que comiencen a operar antes de los cuatro años de aprobado y reglamentado el marco legal estén exentas del pago de 50% del derecho de transmisión (peaje) que todas la generadoras deben pagar, y que las empresas distribuidoras desembolsen 50% del costo de transmisión remanente. Finalizado este período, este descuento quedará sin efecto.
- \* Las PCH quedarán exceptuadas del pago de regalías cuando las plantas generadoras estén ubicadas en jurisdicciones municipales, provinciales y/o nacionales. (**¿y cuándo pagan?**)
- \* La administración gubernamental no debe tener dentro de su programa de promoción y desarrollo de las PCH diferencias entre emplazamientos de bajas y altas alturas.
- \* Es necesario plantear diferencias únicamente en los aspectos administrativos; es decir, se debe contemplar que las instalaciones de baja altura puedan ser reguladas por entes regionales y/o municipales, mientras que las instalaciones de gran altura deberán ser reguladas exclusivamente por el ente gubernamental.
- \* El gobierno central debe establecer pautas claras a través de normas y/o disposiciones, de modo que no haya impedimentos de ninguna índole para el desarrollo de las PCH.
- \* La autoridad para resguardar los aspectos ambientales en todos sus aspectos debe recaer únicamente para el ente gubernamental.
- \* Con respecto al uso del recurso hídrico, la norma legal de promoción a las PCH debe fijar como prioridad el agua para consumo humano e irrigación por sobre la generación de hidroenergía.

- \* Se debe contemplar mediante estudios rigurosos aquellos proyectos que planteen la posibilidad de emplazamientos multiusos.

En algunos países que nos pueden servir como ejemplo, la pequeña generación y la electrificación de sitios aislados o no abarcados por la red pública de distribución se han vinculado, lo que ha tenido un impacto negativo en términos de sostenibilidad en el largo plazo. Lo que pretendemos con estas pautas es comenzar a discutir el marco de trabajo organizacional que es necesario articular para un programa efectivo de largo plazo que permita el desarrollo y uso de las PCH.

Cuando se compara con otro tipo de sistemas aislados, la opción por la generación hidráulica tiene distintas ventajas, tales como:

- \* La generación con PCH es competitiva en cuanto a su capacidad para satisfacer las necesidades energéticas rurales, su transporte (bajo peso) y su flete.
- \* Las turbinas hidráulicas pueden abastecer de energía a pequeñas industrias y talleres. Esto le da un potencial significativo en el desarrollo y la posibilidad de ingresos económicos para áreas rurales y/o aisladas.
- \* Este tipo de generación proporciona energía eléctrica a casas particulares e instituciones públicas (escuelas, centros asistenciales, oficinas, etcétera) a un costo relativamente menor que otro tipo de generación (solar) y que la red pública.

Con el advenimiento de las lámparas compactas de bajo consumo, una comunidad que está siendo abastecida por una microturbina, este suministro puede ser llevado a cabo por una picoturbina hidráulica y a un costo de generación mucho menor.

Otro aspecto importante a tener en cuenta –principalmente cuando el centro de consumo es una comunidad aislada– es la capacitación a personas de la comunidad para que estas puedan realizar el manejo de la planta, y preparar con suficiente antelación un plan para su operación y manejo sostenible.

### Conclusiones

Como conclusión podemos decir que un marco legal apropiado para el desarrollo sostenible de la PCH debe contemplar un incentivo financiero para las partes intervinientes: el fabricante y la empresa y/o ente a cargo de la generadora, lo que permitirá una expansión de la actividad de manera real y equitativa y facilitará el acceso a este tipo de actividad. Además, se deberán elaborar instrumentos complementarios, tales como sistemas de subsidios, regulaciones, concesiones y licencias, así como brindar soportes de tipo organizativo.

Además de las iniciativas y/o acciones políticas y administrativas gubernamentales, para promover el desarrollo de la pequeña generación hidráulica se considera importante ponderar cuatro puntos:

- \* Desarrollar la integración de la pequeña central hidráulica con el medio ambiente de manera ecológica.
- \* Limitar los costos y mejorar su competitividad con respecto a otras fuentes renovables de energía alternativa, desarrollando tecnologías adaptables y productividad para pequeñas turbinas hidráulicas.
- \* Abrir nuevos mercados relacionados al potencial hídrico marginal y a proyectos de mejoras de rehabilitación.

\* Desarrollar la adecuación de las centrales hidráulicas, según las necesidades de energía eléctrica y la capacidad hidrológica del emplazamiento.

Por último, un sistema bien concebido es aquel que contempla el pago de los consumidores de una manera racional y equitativa por el servicio prestado; esto permitirá que la función reguladora opere correctamente y que el sistema de generación sea, durante toda la vida útil del emplazamiento, totalmente sostenible.

#### Referencias bibliográficas

\* Marchegiani, Ariel R. *Pequeños aprovechamientos hidroeléctricos*. U.N.C., 2000

Informes: Ing. Orlando A. Audisio  
 Universidad Nacional del Comahue  
 Facultad de Ingeniería, Departamento de  
 Mecánica Aplicada  
 Calle Buenos Aires 1400  
 (8300) Neuquen, Argentina  
 Correo electrónico:  
 oaudisio@uncoma.edu.ar

# La hidroenergía en Cuba, perspectivas y barreras

Raúl Olalde, Peter Kublank y Thomas Scheutzlich

## Resumen

La electrificación rural es un objetivo importante para el gobierno cubano, y la población rural es la más beneficiada. Ello ha originado un cambio radical en los campesinos, principalmente serranos.

Mirando al futuro con una nueva óptica de este contexto energético, el Programa de Mini y Microcentrales Hidroeléctricas prevé el aprovechamiento de un potencial de unos 25 MW en algo más de cuatrocientas localidades de zonas aisladas, principalmente en las montañas. La realidad futura de todas estas perspectivas de desarrollo e introducción depende de una acertada política del Estado dirigida a incentivar y estimular la utilización de estas formas de energías renovables, teniendo en cuenta la profunda crisis económica que presenta Cuba y el bloqueo económico al que está sometida.

En este trabajo, independientemente de la panorámica actual y perspectivas de la hidroenergía, se analizan las barreras fundamentales que inciden negativamente en la política energética, los aspectos financieros, los de conocimiento e información y las capacidades constructivas existentes en el país.

## Introducción

En 1960, el nivel general de electrificación en Cuba era de apenas 56% y sólo 4% correspondía a las zonas rurales.

El desarrollo de las fuentes renovables de energía se inició a mediados de la década del ochenta en la montaña, con la introducción de la hidroenergía.

En Cuba existe un Programa Nacional Hidroenergético dirigido por el Instituto

Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) que es el órgano de administración del Estado encargado por el Consejo de Estado y de Ministros para administrar y desarrollar los recursos hidráulicos del país, entre ellos los hidroenergéticos.

Este organismo cuenta con empresas de investigaciones y proyectos hidráulicos (EIPH) a lo largo de todo el país, delegaciones territoriales que lo representan en cada provincia y empresas constructoras y de mantenimiento.

Además de esta institución, se creó el Área de Investigaciones y Desarrollo de Hidroenergía (AIDH), que es una asociación entre el productor nacional de turbinas hidráulicas "Empresa Planta Mecánica" de Santa Clara –perteneciente al Ministerio Sideromecánico y Electrónica (SIME)–, las EIPH del INRH y la Universidad Central de Las Villas (UCLV) del Ministerio de Educación Superior (MES). Esta asociación desarrolló un estudio de trascendental importancia para el Programa Nacional Hidroenergético, donde se estandarizaron las familias de turbinas

hidráulicas para pequeñas centrales hidroeléctricas y minicentrales, tomando como base los embalses ya construidos en el país y los saltos de ríos estudiados en zonas montañosas.

## Desarrollo

### Antecedentes

Como resultado de un proceso de desarrollo gradual dirigido a la electrificación y ejecutado hasta la década del ochenta, se sabe que estaban en explotación las siguientes obras hidroenergéticas:

- \* PCHE Guaso 1 750 kW (pequeña central hidroeléctrica)
- \* PCHE San Blas 1 000 kW
- \* MINICHE Piloto 275 kW (minicentral hidroeléctrica)
- \* CHE Habanilla 43 000 kW (central hidroeléctrica)

Con una producción energética de:

Años	Generación MWh	Ingresos MP (pesos cubanos)
1995	15 237,7	460,7
1996	22 071,2	1035,3
1997	21 783,2	1026,7
1998	22 754,3	1090,9

La diversificación de las fuentes de generación con la introducción de las fuentes de energía renovable permitió que en 1992 el nivel de electrificación del país se elevara a 95%. En esta época la población rural de Cuba era de un 26% (alrededor de 2,8 millones de habitantes); de ellos, 80% disfrutaba del servicio de electricidad (Sistema Electroenergético Nacional –SEN–, grupos electrógenos o hidroenergía).

### Actualidad

Actualmente, el desarrollo de la hidroenergía se ha detenido parcialmente debido al colapso que sufrió su introducción a partir de 1991, con el comienzo de la crisis económica del país. Su desarrollo en lo fundamental depende de las inversiones extranjeras, a través de proyectos que se licitan en el país tomando como base el potencial hidroenergético existente.

En el país hay 219 embalses construidos con distintos fines. En su gran mayoría, están diseñados y ejecutados para su aprovechamiento hidroeléctrico. De los embalses existentes, veintidós cuentan con índices técnicos y económicos muy favorables para su aprovechamiento hidroeléctrico; estos representan una potencia de 30,33 MW y una generación anual de 113,44 GWh.

### Aprovechamiento del potencial hidroenergético

#### Potencial hidroenergético disponible

- A pie de presa  
80 microcentrales hidroeléctricas  
60 minicentrales hidroeléctricas  
30 pequeñas centrales hidroeléctricas

Hay en explotación 176 centrales, con una potencia instalada de 57,3 MW y con una generación media anual de energía de 90 GWh/A. Estas centrales benefician a 18 600 viviendas y 4 500 instalaciones económicas y llegan a los lugares más remotos del país. La mayoría funciona en régimen aislado. Los estudios plantean que otro 6% de la población rural puede acceder a la electrificación mediante la hidroenergía.

Hay 175 centrales administradas por el INRH, con una potencia de 14,37 MW, de las cuales 26 están conectadas al SEN.

Otra estrategia desarrollada en el país con vistas a fomentar el desarrollo hidroenergético ha sido la creación del AIDH, que es una asociación entre el productor nacional de turbinas hidráulicas “Empresa Planta Mecánica” de Santa Clara, las EIPH del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) y la Universidad Central de Las Villas. Esta asociación viene encargándose de varios proyectos de investigación relacionados con el desarrollo de familias de turbinas axiales para pequeñas centrales hidroeléctricas y de series de microturbinas hidráulicas para pequeños aprovechamientos hidroener-

géticos (microcentrales) a partir de los estudios de estandarización realizados con anterioridad.

La Unión de Empresas de Proyectos e Investigaciones Hidráulicas está trabajando en inspecciones estatales a los proyectos hidroenergéticos (PAH) y estudios de prefactibilidad de PAH a pie de presas.

Asimismo, se estudia la factibilidad para la interconexión de varios PAH como un sistema único independiente.

### Perspectivas

Mirando al futuro con una nueva óptica en este contexto energético, el Programa de Mini y Microcentrales Hidroeléctricas prevé el aprovechamiento de un potencial de unos 25 MW en algo más de 400 localidades en zonas aisladas, principalmente en las montañas, contribuyendo al Plan Turquino y con las turbinas hidráulicas que se producen en el país. Esto puede ser una realidad y su desarrollo se sostiene sobre la base de los equipos que se produce en el país para las microcentrales, con excepción de las microcentrales de potencias de 0,3 a 5 kW, en las cuales juegan un papel fundamental las picoturbinas, que se encuentran en desarrollo en la actualidad.

En el país hay 219 embalses construidos con distintos fines. En su mayoría están diseñados y ejecutados para su aprovechamiento hidroeléctrico. De los embalses existentes, 22 tienen índices técnicos y económicos muy favorables para su aprovechamiento hidroeléctrico, lo que en total representa una potencia de 30,33 MW y una generación anual de 113,44 GWh.

En breve quedarán culminados diversos proyectos hidroenergéticos, que garantizarán una potencia instalada total de 660 kW y una generación de energía de 37600 MWh por año. Según los últimos estudios realizados, el potencial bruto total asciende a 14 600 GWh/año.

Para principios del 2002 concluirá el desarrollo de la familia de turbinas axiales para pequeñas centrales hidroeléctricas y de las familias de picoturbinas hidráulicas, en colaboración con la empresa productora nacional de turbinas hidráulicas. Se tiene previsto que este centro de investigaciones y desarrollo, con la colaboración de Ingeniería Sin Frontera de España, instale cerca de ocho

picoturbinas en la zona montañosa central de Cuba (Escambray), como parte de un proyecto social y de desarrollo tecnológico. Además, se gestiona un proyecto de colaboración con la empresa Planta Mecánica de Santa Clara y el INRH para el desarrollo de más de doscientas microcentrales hidroeléctricas.

La realidad futura de todas estas perspectivas de desarrollo e introducción depende de una acertada política del Estado dirigida a incentivar y estimular el uso de estas formas renovables de energías. La principal barrera para el desarrollo exitoso de estos proyectos es el aspecto financiero, si se tiene en cuenta la profunda crisis económica que atraviesa Cuba y el bloqueo económico al que está sometida.

Es evidente que, a pesar de las medidas internas que tome el Estado en función de un desarrollo energético sostenible, el futuro de estas tecnologías depende de factores tales como la situación política en el contexto internacional, las políticas financieras internacionales y el apoyo de organismos internacionales a países pobres y en vías de desarrollo del Tercer Mundo.

### Las barreras para el desarrollo de la energía hidráulica en Cuba

#### Los aspectos de política

Después de la desaparición de las relaciones comerciales con el bloque socialista –especialmente con la extinta URSS–, la economía cubana ha sufrido un proceso de transformación gradual en los años noventa, a través del cual se pretende entrar en las relaciones económicas internacionales. Así, ha habido grandes transformaciones en la esfera de las inversiones extranjeras y se han creado nuevas posibilidades y facilidades para el inversionista extranjero en Cuba. Como resultado de estas medidas, en 1994 se detuvo el proceso de deterioro de la economía del país y en 1995 comenzó el proceso de recuperación, lo que se reafirmó en 1996.

La Asamblea Nacional del Poder Popular es el órgano supremo del poder del Estado y el Consejo de Ministros es el gobierno de la República de Cuba. A partir de abril de 1994, la política energética de Cuba está regida por el Ministerio de Economía y Planificación.

Inversiones en proceso en el sector hidroenergético		
Central	Potencia instalada kW	Generación de energía MWh/A
Céspedes (II)	1 500	5 000
Chambas	1 100	3 200
Corojo	2 000	13 200
Moa	2 000	16 200
Total	6 600	37 600

En Cuba existe el Programa Gubernamental para el Desarrollo de las Fuentes Nacionales de Energías, vigente desde 1993, en el que se dicta la política estatal del país para sentar las bases y dar prioridad al desarrollo de fuentes energéticas, entre ellas las no contaminantes, como la biomasa de la industria azucarera, la hidroenergía, leña, carbón y otras biomásas combustibles no cañeras, biogas, energía solar y eólica.

Asimismo, se ha desarrollado el "Plan Turquino", que pretende crear condiciones de vida para el campesino que vive en regiones aisladas y que se dedica al cultivo en zonas montañosas, pues el uso de energías renovables permitirá la electrificación de sus viviendas y el logro de los objetivos sociales.

Por otro lado, se ha desarrollado el Programa de Ciencias y Técnicas del CITMA, "Desarrollo Energético Sostenible", a partir del cual se financian por diferentes vías proyectos científicos y de innovación tecnológica que contribuyen al desarrollo e introducción de las fuentes renovables de energía.

A partir de estos dos programas y del Plan Turquino, el Estado cubano ha puesto en marcha una política de incentivos para el desarrollo de fuentes de energías renovables.

En Cuba existe una Ley de Inversiones Extranjeras, vigente a partir de 1995, cuyo objetivo es promover e incentivar la inversión extranjera para llevar a cabo actividades lucrativas que contribuyan al fortalecimiento de la capacidad económica y al desarrollo sostenible del país, sobre la base del respeto a la soberanía e independencia nacionales y de la protección y uso racional de los recursos naturales. Para tales efectos se han establecido las regulaciones legales pertinentes.

Analizando el contexto económico del país, la principal fuente de energía (administrada por el Ministerio de la Industria Básica) está basada en la generación de electricidad mediante la combustión de combustibles fósiles en termoeléctricas que ha alcanzado máximas en los años 1988-1989 y 1997 de 15 TWh/año.

El MINBAS regula el desarrollo de la política de distribución eléctrica del país. La política de precios eléctricos propuesta por el MINBAS y aprobada por el MFP se aplica de forma diferenciada al consumidor estatal o privado y al productor de energía que genera el Sistema Electroenergético Nacional (SEN). En este caso se encuentran el INRH y el MINAZ.

En todos los casos, la compra de electricidad por parte de la Unión Eléctrica está condicionada en lo fundamental por la conexión o no con el SEN y juega un papel fundamental el llamado "costo evitado", que actualmente asciende a tres centavos de dólar el kW para la hidroenergía y, en algunos casos

específicos (ocho proyectos a desarrollar), hasta ocho centavos de dólar. Se prevé que a partir del 2002 todas las nuevas obras hidráulicas recibirán un pago de ocho centavos de dólar por kW generado al Sistema Electroenergético Nacional.

La Ley Eléctrica puede constituir una legislación que, en el caso de Cuba, debe ser aprobada por la Asamblea Nacional del Poder Popular. Esta ley reguladora debe partir de la aprobación de un decreto ley del Consejo Ejecutivo de Ministros de la República de Cuba. Independientemente de la inexistencia de esta ley, el gobierno de la República de Cuba presta particular atención al estado del programa energético en el país.

Esta ley podría garantizar un estímulo al MINAZ y al INRH para la generación de electricidad, a partir de las fuentes renovables que ambos organismos administran. Como es lógico, el alcance de una ley de este tipo tendría una connotación nacional y el aspecto del estímulo al uso de las fuentes renovables sería tan sólo un elemento a tomar en cuenta. Esta ley se encuentra en fase de análisis y preparación y su presentación como anteproyecto es una perspectiva para el año 2002.

#### Los aspectos financieros

Considerando todo el proceso en lo político y la crisis generada a principios de los noventa, se produjo un estancamiento en el desarrollo de la hidroenergía y otras fuentes de energías renovables y se traza como estrategia la captación de recursos financieros en el exterior, ya sea a partir de donaciones o de oportunidades de negocios con inversionistas extranjeros.

Teniendo en cuenta esta realidad, el sistema bancario cubano juega un papel decisivo como autoridad rectora y reguladora de las operaciones financieras. Las instituciones financieras tienen disposición para negociar cualquier proyecto de inversión en el campo de las energías renovables, en todos los casos bajo la aprobación del MINVEC y en dependencia del alcance del proyecto y nivel de compromiso del gobierno. Es evidente que en caso de constituir una inversión de carácter general en el territorio, el Consejo de Ministros, en coordinación con el Banco Central de Cuba, facilitará las vías y métodos más adecuados y factibles para el desarrollo de un proyecto de envergadura nacional, como puede ser uno relacionado con el desarrollo de las fuentes renovables de energía.

El bloqueo económico impuesto por el gobierno de Estados Unidos a Cuba ha producido desde el triunfo del gobierno revolucionario, en 1959, cuantiosas pérdidas financieras, lo que se ha recrudecido a partir de la aprobación de la Ley Torricelly y Helms-Burton, que trata de eliminar los posibles intercambios comerciales y de colaboración de otros países con Cuba.

Evidentemente, este tipo de medida afecta sensiblemente la economía de cualquier país y reduce las posibilidades inversionistas en cualquiera de los sectores económicos, incluyendo el de las energías renovables.

Los limitados recursos financieros por la crisis económica existente en Cuba son consecuencia del bloqueo. Este aspecto es otra importante barrera para el desarrollo de energías renovables. Así, cada vez se dificulta más la obtención de créditos, y en los pocos casos en que se obtienen, se trata de "créditos duros" a pagar en muy corto plazo.

La falta de incentivos o estímulos financieros es consecuencia de la inexistencia de la Ley Eléctrica referida en los aspectos políticos.

En algunos países se ha instaurado un sistema impositivo proteccionista del medio que, al mismo tiempo que penaliza el uso de combustible fósil, estimula el desarrollo de fuentes renovables por subvenciones sostenidas con dichos impuestos.

#### Los aspectos de información del conocimiento

En Cuba hay un amplio conocimiento sobre las energías renovables y su utilización: es el país del Caribe con mayor preparación para acometer cualquier proyecto en ese campo.

La información pública en Cuba sobre energía se concentra mayormente en el apoyo al Programa de Ahorro de Energía Eléctrica de Cuba (PAEC), elaborado por la Unión Eléctrica del MINBAS. Este proyecto está formado por cuatro aspectos o subproyectos.

Vinculados con la información pública, hay dos proyectos:

\* *Proyecto de motivación al ahorro.* Presta especial atención al pico eléctrico y a las consecuencias económicas de su crecimiento; promueve formas y hábitos de uso adecuado de todos los equipos electrodomésticos como forma de ahorrar energía, disminuir la demanda pico y alargar su vida útil, y promueve la introducción de nuevos equipos, como lámparas ahorradoras y otros. Se apoya fundamentalmente en cortos en la radio y televisión nacional. Además, se elaboran materiales bases dirigidos a las diferentes organizaciones de masas para potenciar su conocimiento y aplicación.

\* *Proyecto educativo.* Introducción, con la colaboración del MINED, en los programas de enseñanza primaria y media, de los conceptos de ahorro de energía y protección del medio ambiente que garanticen la formación de hábitos y costumbres en las nuevas generaciones; introducción en las carreras técnicas vinculadas a la energía de todas las temáticas que garanticen que el profesional graduado en cualquier frente que desarrolle su actividad tenga como principal premisa

la eficiencia energética y la protección del medio ambiente.

La información sobre las energías renovables se realiza en las comunidades donde se prevé la implementación de determinado tipo de energía. Esta es una dificultad real que existe en Cuba, pues las comunidades geográficamente aisladas (en zonas montañosas principalmente), al carecer de electricidad, no tienen acceso a la información. Esto representa un pequeño porcentaje de la población rural actual. En estos casos, el acceso al conocimiento sólo es posible con el desarrollo de proyectos demostrativos de introducción de alguna forma de energía renovable, con los cuales se educa a este sector de la población, se le entrena para el cuidado de esta tecnología y se le brinda una cultura energética general.

La barrera "incipiente desarrollo de la información científica especializada sobre las energías renovables" de hecho es un problema a resolver, es una información especializada muy necesaria a los especialistas de esta temática. Este aspecto es evidente si se observa la limitada cantidad de información que llega a las universidades e instituciones que se dedican al desarrollo de las fuentes de energía renovables, y en especial la hidroenergía.

El insuficiente financiamiento en el sector de la información energética popular es otra de las barreras a analizar. En la actualidad diferentes instituciones preparan muchos libros, revistas y folletos, pero su reproducción enfrenta problemas de financiamiento en las empresas editoriales. Por esta causa, sólo se edita un pequeño número de ejemplares que resulta insuficiente para su distribución pública. Este problema está presente en todos los campos de la información.

#### Aspectos de las capacidades constructivas

Una actividad prioritaria para el gobierno de Cuba es la capacitación postgraduada, especializaciones, entrenamientos, maestrías, diplomados y la recientemente introducida "instrucción a distancia", que han jugado un papel decisivo en el desarrollo del campo de las energías renovables.

Independientemente del trabajo realizado hasta el presente, en el país hay áreas a las que debe darse prioridad, con el fin de garantizar un ambiente sostenible para la introducción y disseminación de las energías renovables.

El desarrollo de la energía hidráulica en el futuro tiene un potencial industrial que podría respaldar la producción nacional de muchos de los equipos y sistemas necesarios para la introducción de estas tecnologías. Este potencial, ubicado en lo fundamental en el SIME, cuenta con grupos empresariales que tienen una relación directa con el desarrollo de las tecnologías de energías renovables:

\* Grupo empresarial BK-CETI, que agrupa las empresas Planta Mecánica de Santa Clara, productora de turbinas hidráulicas y de equipos para la cogeneración de la industria azucarera.

\* Grupo empresarial CICLEX, donde se han desarrollado reguladores mecánico-hidráulicos instalados en minicentrales hidroeléctricas.

Como entidades independientes del SIME podemos mencionar la empresa Conrado Benítez, que produce cables eléctricos para el sistema electroenergético nacional.

La actividad de inspección energética estatal es llevada a cabo por especialistas que pertenecen a los grupos de inspección energética del MEP y por especialistas energéticos de las empresas estatales. En esta actividad, una posible barrera es la falta de preparación técnica del especialista.

La barrera relacionada con el bajo nivel de desarrollo de la capacidad tecnológica es una consecuencia de la necesidad de una reconversión tecnológica, precisamente en el campo de la construcción de maquinaria, donde tienen injerencia instituciones del SIME y el MINBAS. Esta reconversión permitiría acometer la producción de equipos con alta eficiencia, bajos costos de producción y máxima calidad, lo que significa un elevado nivel de competitividad.

#### Otras barreras identificadas

Entre otras barreras identificadas se encuentran las prioridades de la directiva empresarial. Este aspecto se vincula con el nivel de prioridad que brinda el personal directivo de una empresa a la hora de analizar su posible participación en un proyecto inversionista relacionado con el desarrollo de las fuentes de energías no renovables.

En su mayoría, los proyectos de desarrollo de las fuentes de energías renovables tienen altos costos de inversión inicial. Debido a las limitaciones financieras que hay en el país, se hace necesaria una rápida recuperación de la inversión para mantener la necesaria liquidez financiera en las empresas que participan en diversos campos de inversiones, lo que es otra de las barreras que es necesario solucionar.

Precisamente los proyectos hidroenergéticos, por citar un ejemplo, generalmente precisan de varios años para la recuperación financiera de la inversión, entre otras causas por concepto del precio deprimido del kW con respecto al que se genera a partir de las termoeléctricas.

#### Conclusiones

En este trabajo resulta muy complejo relacionar una serie de conclusiones: estas y las posibles soluciones o alternativas serían innumerables. No obstante, someteremos a análisis los elementos fundamentales que

sería imprescindible tomar en cuenta y que, de una u otra forma, ayudarían en alguna medida a erradicar estas barreras. Entre ellos se encuentran los siguientes:

- \* Abogar por una legislación impositiva cubana aplicada a la producción y consumo de energía eléctrica y térmica proveniente de fuentes no renovables.
- \* Abogar por una legislación que disponga de regulaciones y medidas referentes a la energía en su totalidad y al caso específico de la eléctrica.
- \* La eliminación del bloqueo económico hacia Cuba.
- \* Promover la subvención estatal sostenida a partir del ahorro en combustible que se deje de importar.
- \* Reinvertir total o parcialmente la recaudación impositiva anterior en trabajos de reconversión energética hacia la hidroenergía, biomasa, eólica u otras fuentes renovables de energía.
- \* Solicitar la subvención de organizaciones ecológicas y agencias internacionales interesadas en revertir los cambios climáticos globales.
- \* Elaboración de un plan emergente de ayuda financiera a Cuba por parte de organismos internacionales, como el PNUD, PNUMA, etcétera, donde se dé prioridad al financiamiento de proyectos comerciales y otros dirigidos a sectores sociales en el campo del uso de las energías renovables.
- \* Propiciar o estimular la creación de asociaciones, empresas mixtas o de capital extranjero privado, para suplir las necesidades de reconversión tecnológica de la industria cubana con un capital fresco.
- \* Promover la transferencia de tecnología a Cuba.
- \* Desarrollar un proyecto para ofrecer información al personal ejecutivo de las empresas que de forma indirecta participan en el desarrollo de las fuentes renovables de energía.

#### Referencias bibliográficas

- \* Olalde Font R.; T. Scheutzlich; P. Kublank. "La hidroenergía en Cuba, perspectivas y barreras". Memorias II Convención Internacional sobre el Medio Ambiente y Desarrollo. Habana, 2001.
- \* Olalde Font R.; I. Martínez Yon: *Hidropower in Cuba. Renewable Energy World*. UK, 2000.

Informes: Raúl Olalde Font  
Correo electrónico: [raul@uclv.etcgsa.cu](mailto:raul@uclv.etcgsa.cu)  
Centro de Estudios de Termoenergética  
Azucarera  
Universidad Central de Las Villas, Cuba  
Peter Kublank  
Correo electrónico: [kublank@ctcinternet.cl](mailto:kublank@ctcinternet.cl)  
Thomas M. Scheutzlich  
Correo electrónico: [pc@projekt-consult.de](mailto:pc@projekt-consult.de)

# IX ELPAH Neuquén - Argentina

DISTRIBUCIÓN  
GRATUITA

Entre el 5 y 9 de noviembre del 2001, y con el auspicio de la Red Latinoamericana de Hidroenergía (Hidrored) e ITDG, representantes de distintos intereses de Latinoamérica, del Caribe, y de Europa se reunieron en la ciudad de Neuquén para discutir e intercambiar opiniones relacionadas con las pequeñas fuentes de energía renovable, en el marco del IX Encuentro Latinoamericano y del Caribe sobre Pequeños Aprovechamientos Hidroenergéticos (ELPAH).

Este tipo de encuentros se viene desarrollando sistemáticamente cada dos años en distintas ciudades de Latinoamérica. En esta oportunidad estuvo organizado por el Laboratorio de Máquinas Hidráulicas del Departamento de Mecánica Aplicada de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue. El Comité Organizador estuvo conformado por los ingenieros Ariel R. Marchegiani, Orlando A. Audisio, Jorge R. Fernández Mosconi, Germán Guillermo Keil, todos de esa Casa de Estudios.

El encuentro tuvo como objetivo central reunir a investigadores, fabricantes, técnicos y personas que trabajan en el campo de los pequeños aprovechamientos. Ellos aportaron sus trabajos de investigación y desarrollo, mostraron innovaciones tecnológicas y de ingeniería, además de promover discusiones sobre los diferentes aspectos de la temática de los recursos en energías renovables y su problemática e

incentivar la interacción y la colaboración entre profesionales e investigadores provenientes del sector universitario, industrial, organizaciones no gubernamentales y del ámbito gubernamental, tanto a nivel nacional como internacional.

Después de una exhaustiva evaluación, el Comité Evaluador del evento aceptó 58 trabajos técnicos para que fuesen presentados en el encuentro, donde también participaron cuatro conferencistas invitados, desarrollándose también una sesión de tema especial.

El encuentro reunió a más de cien participantes del ámbito universitario, gubernamental, privado y otros, procedentes de países como Argentina, Bolivia, Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Cuba, Holanda, República Checa, Panamá y Perú.

Por último, el Comité Organizador de este IX ELPAH, por decisión orgánica del Comité Ejecutivo de Hidrored, concedió a la Universidad de Itajuba, Brasil, la sede para el X Encuentro. Por lo tanto esperamos que, durante el desarrollo del próximo congreso, podamos encontrar una solución sostenible para todas las pequeñas fuentes de energías renovables en todos los aspectos que han quedado inconclusos en este evento.

*El comité organizador del IX ELPAH*



**IX Encuentro Latinoamericano y del Caribe  
Sobre Pequeños Aprovechamientos Hidroenergéticos  
Neuquén - 5 al 11 de Nov. 2001**

## IMPRESSUM

HIDRORED es una revista internacional para la divulgación de información sobre técnicas y experiencias en micro hidroenergía. HIDRORED es publicada tres veces al año por el Programa de Energía de ITDG-Perú.

Comité Editorial  
Teodoro Sánchez, ITDG-Perú  
Walter Canedo, CINER-Bolivia  
Carlos Bonifetti, MTF-Chile  
Mauricio Gnecco, FDTA-Colombia

Corresponsales  
*Argentina (Misiones):*  
Jorge Senn  
*Bolivia (Cochabamba):*  
Walter Canedo  
*Colombia (Villavicencio):*  
Mauricio Gnecco  
*Ecuador (Quito):*  
Milton Balseca  
*Honduras (Comayagüela):*  
Jorge F. Rivera  
*Perú (Lima):*  
Teodoro Sánchez

Editores  
Programa de Energía-ITDG  
Av. Jorge Chávez 275, Lima 18, Perú  
Tel.: (511) 447-5127  
446-7324 444-7055  
Fax: (511) 446-6621  
E-mail: [energia@itdg.org.pe](mailto:energia@itdg.org.pe)  
[www.itdg.org.pe](http://www.itdg.org.pe)

Coordinación  
Saúl Ramírez

Producción  
Pilar Coloma

Diagramación  
ALI arte gráfico

Corrección de estilo  
Diana Cornejo

Impresión  
ALI arte gráfico

*El comité editorial no se responsabiliza  
por el contenido de los artículos*

ITDG es un organismo de cooperación técnica internacional que contribuye al desarrollo sostenible de la población de menores recursos mediante la investigación, aplicación y difusión de tecnologías apropiadas. ITDG tiene oficinas en África, Asia, Europa y América Latina. La oficina Regional para América Latina tiene sede en Lima-Perú y trabaja en las líneas de Agroprocesamiento, Riego, Energía, Desastres, Gobiernos Locales, Vivienda, Agua y Saneamiento y tecnologías de Información y Comunicación.