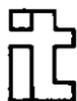


AGUA, ENERGIA Y DESARROLLO RURAL

Seminario-Taller "Hidroenergía y desarrollo rural"
Cusco 1988



Tecnología Intermedia (ITDG), fue fundada en 1965 por el Dr. E.F. Schumacher. ITDG es una organización no gubernamental que se dedica a investigar, desarrollar, evaluar y difundir alternativas tecnológicas para el desarrollo.

© Tecnología Intermedia (ITDG), 1989

Vanderghen 235, Lima 18, Perú

Teléfono 221361

Diseño y edición gráfica: Ricardo Carrera

Composición Ventura Publisher: Julio García

Lima - Junio 1989

Impreso en el Perú

INDICE

INTRODUCCION	5
PRIMERA PARTE: FUENTES Y EMPLEO DE ENERGIA	13
1. La problemática energética global: situación, recursos y potencial. Carlota Huaroto, Máximo Núñez (MEM).	15
2. Fuentes de energía para el desarrollo rural. Gerardo Ramos (CCTA).	43
3. El patrón actual de consumo de energía en el medio rural. Benjamín Marticorena (CCTA).	69
4. La electrificación rural en el Perú. Electroperú.	81
SEGUNDA PARTE: EXPERIENCIAS DE ELECTRIFICACION RURAL CON MICROCENTRALES	109
5. Microcentrales hidroeléctricas en países en desarrollo. Godfrey Cromwell y otros (ITDG).	111
6. Microcentral hidroeléctrica piloto de Obrajillo. Enrique Indacochea R. de Somocurcio.	143
7. Microcentral hidroeléctrica Congas-Ancash. Eusebio Castromonte (DESCO).	169

8. La hidroenergía como alternativa. Experiencia Harinera Acomayo. Teófilo Hurtado (PRODERM).	179
9. Proyecto de hidroenergía en el valle de Yanatile. Bruno Viani, Rod Edwards (ITDG).	191
10. Experiencias de electrificación rural. Roberto Funk (DIACONIA).	207
11. Proyecto de minicentrales hidroeléctricas en el departamento del Cusco. Convenio GTZ - Asociación Civil PROMIHDEC.	219
TERCERA PARTE: CAPACITACION Y MANTENIMIENTO DE MICROCENTRALES	233
12. Capacitación de personal y reparaciones de pequeñas centrales eléctricas. Electroperú - Swisscontact.	235
CUARTA PARTE: ESTUDIOS DE IMPACTO DE LA ELECTRIFICACION RURAL	245
13. Reflexiones en torno al impacto de la electrificación rural en el Perú. Javier Ramírez Gastón (GTZ).	247
14. ¿Luz es progreso? Electrificación rural en Junín y Apurímac. Manuel Glave Testino (ITDG).	261
CONCLUSIONES Y PROPUESTAS	273
RELACION DE PARTICIPANTES	283

INTRODUCCION

Las agencias de desarrollo -gubernamentales o no- en general han prestado hasta el momento poca atención al problema de las fuentes y el empleo de energía en las zonas rurales. Más importancia para tales agencias han tenido y tienen actividades tales como el apoyo a programas de crédito, la dotación de insumos mejorados, la capacitación y promoción campesina, etc.

Aparentemente este énfasis parte de un diagnóstico de la situación en el área rural como problemática sobre todo a nivel de las actividades agrícolas y/o pecuarias como tales, resultando prioritario asegurar la producción y con ello la sobrevivencia de la familia campesina.

No se discute la importancia que tiene el hecho de que el campesino tenga un nivel de producción que asegure su sobrevivencia y la de su familia; sin embargo se va haciendo cada vez más evidente que una vez satisfecha estas necesidades, su producción (por lo menos parte de ella) podría en algunos casos recibir mayores precios en el mercado si tiene un mínimo de valor agregado. Factor esencial para añadir tal valor es el empleo de alguna forma de energía.

Si bien va apareciendo con más claridad la necesidad de considerar la energía como una variable que tiene un rol importante en el desarrollo rural, el conocimiento más preciso de los actuales patrones de su empleo, sus efectos a nivel de la economía familiar y el entorno ecológico, etc. no son todavía bien comprendidos. Si ha de haber una intervención de organismos de desarrollo públicos y/o privados en torno a esta problemática, una de las tareas iniciales es precisamente definirla, y tam-

bién sistematizar aquellas experiencias relevantes que se hallan dado al respecto.

En este volumen se recogen una serie de contribuciones que apuntan a esos dos objetivos: diagnóstico y balance de experiencias. Del espectro de opciones tecnológicas para generar energía el énfasis es una de ellas: la energía de origen hidráulico.

Como se verá más adelante, la problemática de las fuentes y el empleo de energía en el área rural tiene características distintas según nos refiramos al consumo de energía por parte de hogares, o a su consumo en otras actividades aparte de las domésticas. En el caso del consumo de los hogares, se sabe que aproximadamente el 90% de la población de las zonas rurales utiliza la biomasa (leña, bosta, residuos vegetales) como su principal fuente de energía. Su empleo es casi exclusivamente para la cocción de los alimentos y se obtiene por canales no comerciales.

Si el objetivo fuera aliviar el problema energético rural desde el punto de vista del consumo doméstico, sería necesario ocuparse por ello principalmente de aspectos tales como el manejo racional del recurso forestal, o del uso eficiente de la energía generada por la combustión de la leña (cocinas mejoradas).

Sin embargo, si se enfoca el problema de las fuentes de energía desde el punto de vista de su empleo para otros fines que el doméstico -por ej. para la agroindustria-, hay necesariamente que tomar en consideración otras fuentes energéticas.

Existen por un lado las denominadas fuentes no convencionales (solar, geotérmica, biogás, entre otras) cuyo potencial de empleo en algunas zonas es particularmente importante (caso por ej. de la energía solar en el altiplano, o la eólica en la costa norte). El uso más intensivo de estas fuentes viene siendo objeto de estudios y experimentos, pero en general no hay todavía un nivel tecnológico adecuado ni un grado de difusión de su empleo que permita someterlas a un juicio más definitivo sobre sus posibilidades técnicas y económicas.

Por parte de las fuentes convencionales se tiene el carbón mineral, el gas, el petróleo, y la hidroenergía. En cuanto al petróleo y la hidro-

nergía, pueden mencionarse algunas cifras: de un potencial energético total que en 1981 ascendía a 2241 millones de TEP (toneladas equivalentes de petróleo), 5% correspondía al potencial petrolífero, y 94% a la hidroenergía; por otro lado se tiene que la producción de energía comercial asciende a 11.700 millones de TEP, de los cuales con 84% participa el petróleo, y con el 6% la hidroenergía. Comparando el potencial energético con el nivel de producción de energía se desprende claramente que tal potencial está escasamente utilizado y que la estructura de producción no es racional respecto a los recursos existentes en el país. Particularmente, el potencial hidroeléctrico está claramente desaprovechado.

El recurso hidroenergético se encuentra distribuido en todo el país en aproximadamente 1000 sub cuencas en las partes altas, donde son frecuentes las grandes caídas de agua, pero con pequeños caudales. Más del 80% de este potencial se encuentra en la cuenca del Atlántico. Este potencial permitiría -de ser aprovechado- que la mayor parte de las localidades de la sierra tuvieran electricidad. Cálculos conservadores indican la existencia de por lo menos 1000 MW técnica y económicamente aprovechables (lo que equivale a cerca del 30% de la potencia total instalada en el país en 1984). No obstante, en la actualidad menos del 25% de las pequeñas plantas eléctricas a cargo de ELECTROPERU en el área rural utilizan la hidroenergía.

La tecnología para el empleo del agua como fuerza motriz sin embargo no es nueva, ha venido siendo desarrollada desde la llegada de los españoles, existiendo numerosas evidencias del funcionamiento de por ej. molinos de granos, hasta muy entrada la república.

El declive del sistema de hacienda, la paulatina concentración de actividades productivas en las ciudades, y más recientemente la reforma agraria y la creciente importación de granos, todos son factores que en distinta medida minaron las condiciones de existencia de las pequeñas instalaciones rurales empleando autónomamente la hidroenergía.

En lo que se refiere a la acción del Estado, su énfasis ha variado de una política de electrificación rural basada en pequeñas centrales térmicas (la década de los años 60), a una política más basada en explotar

parte del potencial hídrico, pero en base a megacentrales (la década de los 70).

El énfasis en las centrales térmicas, más que producto de una política explícita, fue resultado tanto del relativamente bajo costo del combustible, como del deseo de crear clientelas políticas en las zonas rurales. La opción siguiente, la de las megacentrales (Mantaro, Cañón del Pato, etc.) surgió en parte como reacción frente al creciente costo del combustible demandado por las centrales térmicas, y también elemento central de la política de electrificación de ELECTROPERU, interesada en el manejo centralizado de la generación y suministro de energía eléctrica.

A fines de la década de los 70 y comienzos de la siguiente, la opción de las megacentrales empezó a tropezar con dificultades. Básicamente el problema era el alto grado de endeudamiento del país -al que habían contribuido de manera significativa- y la imposibilidad de financiar las contrapartes nacionales para la ejecución de proyectos. Como resultado algunos grandes proyectos se redimensionaron, postergaron o cancelaron.

En la década de los 80 se ha vuelto a la idea de centrales hidroeléctricas pequeñas y medianas. ELECTROPERU ha venido trabajando en base a acuerdos o convenios con agencias extranjeras para el desarrollo de un programa de minicentrales (potencias generalmente inferiores a 5 MW) en los denominados Pequeños Sistemas Eléctricos. A pesar de la reducción en la escala de los proyectos, y una preocupación mayor por favorecer el empleo de tecnologías locales y/o adecuadas, hay evidencias de que en algunos casos los esquemas de este tipo no constituyen la solución más económica. Las obras civiles resultan muy costosas y lo mismo ocurre con la todavía extensas líneas de transmisión requeridas en algunos de los "Pequeños Sistemas".

Paralelamente a la acción del Estado algunas instituciones han venido trabajando en una escala más pequeña, a nivel de localidades rurales aisladas y/o fuera de los planes de expansión de la red. En el caso de ITDG (Tecnología Intermedia) si bien su labor en el Perú en la asesoría técnica para la instalación de microcentrales es reciente, ya tiene en estas actividades más de 10 años en otras partes del mundo. Para ITDG la idea central en cuanto al uso de la hidroenergía en pequeña escala es-

tá en permitir el suministro de electricidad para talleres o pequeñas industrias rurales, sustituyendo a los combustibles comerciales y aumentando el valor agregado a la producción agropecuaria. En algunas zonas, sin embargo, las ruedas hidráulicas pueden continuar siendo la alternativa técnica y económicamente más viable. En cualquier caso lo esencial es que se debe prestar especial atención a los aspectos de bajo costo de la instalación, gestión local (descentralizada) y usos productivos de las microcentrales.

Si bien existe ya alguna experiencia con microcentrales, y aún cuando éstas permiten obtener energía a un costo anual muy bajo y con relativamente pocas complicaciones técnicas, su uso no está difundido como podría estarlo tomando en cuenta el potencial hídrico existente.

Precisamente uno de los objetivos del Seminario Taller -las ponencias del cual se presentan en este volúmen- fue reunir algunos de los principales agentes (públicos y privados) trabajando con hidroenergía en pequeña escala y hacer un balance de sus experiencias, para identificar los "cuellos de botella" de sus actividades en términos técnicos, socioeconómicos e institucionales.

Como objetivos específicos el Taller buscaba:

- Recoger contribuciones de orden teórico y práctico que permitan avanzar en la formulación de un diagnóstico integral sobre el problema de la electrificación rural.

- Propiciar un intercambio de ideas y experiencias entre las instituciones públicas y privadas trabajando en la electrificación rural en general, y el empleo de microcentrales en particular.

- Elaborar propuestas que mejoren la práctica de los organismos no gubernamentales y el Estado en materia de usos productivos de la electricidad en el área rural.

Las discusiones durante el Seminario Taller se llevaron a cabo primero a nivel de reuniones plenarios, a partir de las exposiciones seguidas de comentarios y preguntas, y luego a nivel de las comisiones de trabajo, donde se analizaron los aspectos principales de la problemática. Finalmente se elaboraron las conclusiones y recomendaciones.

En conjunto, las exposiciones que se presentan en este texto constituye una contribución muy importante tanto para avanzar en un diagnóstico más preciso e integral de la problemática energética rural, como para ubicar en ese contexto el particular rol de la hidroenergía en pequeña escala. El Seminario Taller hizo posible la reunión de técnicos muchos de los cuales habían venido desarrollando sus acciones sin mayor contacto entre sí. El reto que plantea la incorporación de la energía como insumo productivo en las actividades de las poblaciones rurales ha generado este primer intercambio de ideas y experiencias que sin duda ha sido fructífero.

Tecnología Intermedia espera que las reflexiones de este Seminario estimulen otras iniciativas en torno al tema, y se compromete a seguir las apoyando en la medida de sus posibilidades.

Alfonso Carrasco

TECNOLOGIA INTERMEDIA

PRIMERA PARTE

FUENTES Y EMPLEO

DE ENERGIA

1

CARLOTA HUAROTO, MAXIMO NUÑEZ

LA PROBLEMATICA

ENERGETICA GLOBAL:

EVOLUCION, RECURSOS

Y POTENCIAL

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS

I. INTRODUCCION

El presente documento ha sido elaborado para ser presentado en el Seminario sobre "Hidro Energía y Desarrollo Rural" y tiene como objetivo presentar el panorama energético global del país. Con tal fin se muestra en su primera parte el potencial de energía existente a nivel global y por fuentes, así como su nivel de utilización; en la segunda parte se muestra la evolución de la oferta de energía primaria también a nivel global y por fuentes; en la tercera parte se presenta la evolución del consumo de energía por fuentes y sectores y finalmente en la última parte se desarrolla el comportamiento del consumo de energía en el área rural.

II. POTENCIAL DE ENERGIA

El Perú dispone de un importante potencial energético, el mismo que esta parcialmente evaluado y escasamente desarrollado. Al 31 de Diciembre de 1,986 este potencial era de 2485 millones de TEP (incluye reservas probadas, probables y posibles) de los cuales 2778 millones de TEP, correspondían a fuentes de energía comerciales y 66 millones de TEP a fuentes de energía no comerciales como se muestra en el Cuadro 1.

Del total del potencial de las fuentes comerciales, el 48.9% corresponde a la Hidroenergía, 25.3% al Carbón Mineral, 15.9% corresponde al Petróleo y el 9.9% al Gas Natural.

En lo concerniente a las reservas de fuentes no comerciales sólo ha sido posible estimar las reservas de biomasa, que son del orden de 66.3 millones de TEP.

Como se puede apreciar en el Cuadro 1., el nivel de producción de energía primaria es del orden de 11.2 millones de TEP, lo que representa una utilización del potencial energético nacional menor del 1%.

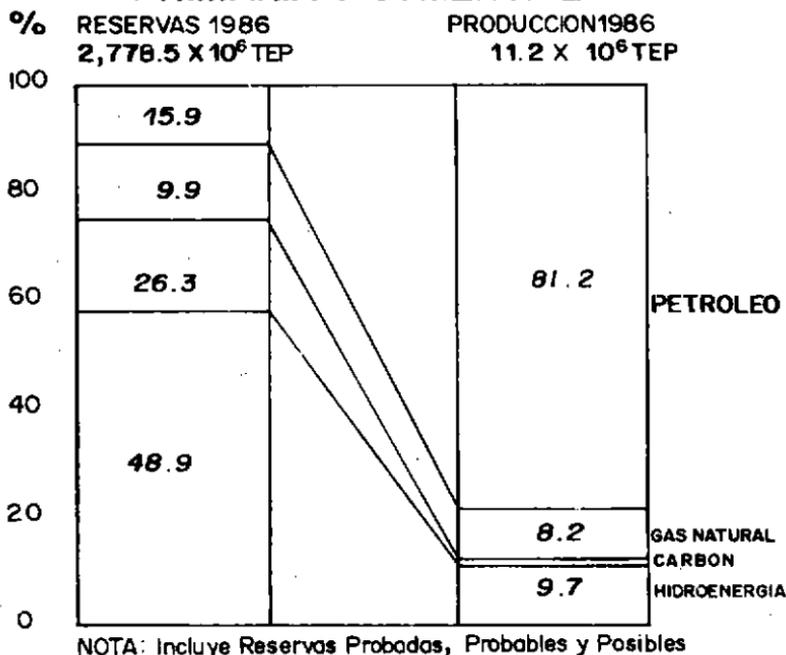
CUADRO 1					
POTENCIAL ENERGETICO Y SU UTILIZACION 1986					
FUENTES	POTENCIAL			PRODUCCION ENERGIA PRIMARIA	
	Unidad Original	10 ⁶ TEP	%	10 ⁶ TEP	%
COMERCIAL					
HIDROENERGIA	12,635x10 ³ GWh (1)	1,358.3	48.9	1.081	9.7
CARBON MINERAL	1,006x10 ⁶ T.M.	704.2	25.3	0.103	0.9
PETROLEO	3,197x10 ⁶ BL	441.2	15.9	9.084	81.2
GAS NATURAL	11,742xMM PC (2)	274.8	9.9	0.919	8.2
SUB TOTAL		2,778.5	100.0	11.187	100.0
NO COMERCIAL					
BIOMASA		66.3	100.0	3.947	100.00
SUB TOTAL		66.3	100.0	3.947	100.00
TOTAL		2,844.8		15.134	

(1) Considera una productividad de 252,700 GWh/año

(2) Incluye las reservas de gas de los lotes 42 ubicados al Norte del Departamento del Cuzco (Preliminar).

Asimismo la estructura de producción de estas fuentes no es racional respecto al potencial existente, ya que la mayor producción corres-

Figura N° 1
RESERVAS Y PRODUCCION DE ENERGIA
PRIMARIA Y COMERCIAL 1986



ponde al petróleo, cuyo potencial es menor, (Ver figura 1) situación que deberá de modificarse en el futuro a fin de lograr la diversificación de las fuentes primarias de energía, dándosele en este sentido, mayor impulso a la hidroenergía, al gas natural y al carbón mineral.

HIDROENERGIA

En el Cuadro 2 se muestra el potencial hidroeléctrico del país técnicamente aprovechable, que es del orden de 62,500 MW, de los cuales sólo se aprovecha el 3.7%. La producción firme es de 252,700 GWh/año.

CUADRO 2						
POTENCIAL HIDROELECTRICO NACIONAL (TECNICAMENTE APROVECHABLE)						
CUENCAS	POTENCIA MW			ENERGIA FIRME GWh		
	APROVE- CHADA	NO APROVE- CHADA	TOTAL INVEN- TARIADA	APROVE- CHADA	NO APROVE- CHADA	TOTAL INVEN- TARIADA
PACIFICO	1007	14174	15181	3965	50158	54123
%	35.5	23.5	24.3	37.5	20.7	21.4
ATLANTICO	1308	46031	47339	6605	191960	198565
%	64.5	76.5	75.7	62.5	79.3	78.6
TOTAL	2315	60205	62520	10570	242118	252688
%	100	100	100	100	100	100

Gran parte de este potencial se encuentra localizado en la cuenca del Atlántico (75.7%) y en la Cordillera de los Andes (24.3%), distante de los principales centros de consumo, los cuales están mayormente ubicados en la costa. Esto demandará un gran esfuerzo para su aprovechamiento, ya que se requerirán grandes obras de infraestructura, así como líneas de transmisión de gran longitud y por lo tanto de grandes inversiones.

Adicionalmente se dispone de un gran número de pequeños aprovechamientos ubicados en las partes altas de las cuencas, (Sierra y Selva Alta) cerca de las cuales se encuentran pequeñas poblaciones.

Estos aprovechamientos están distribuidos en aproximadamente 1,000 sub-cuencas altas, que presentan saltos entre 100 y 300 metros, con caudal entre 200 y 2500 litros por segundo, donde se pueden obtener plantas del orden de 100 a 5000 Kw., estimándose en alrededor de 1,000 Mw, la potencia disponible.

CARBON MINERAL

Las reservas totales de carbón son de 1,004.2 millones de TM. de las cuales 29.6 millones de TM. corresponden a reservas probadas, 75.6 millones de TM. a reservas probables y 899 millones de TM. a reservas posibles. Del total de reservas el 11.1% corresponden a lignito, 14.8% a carbón bituminoso y el 74% a carbón antracita.

PETROLEO

Al 31.12.86 las reservas probadas de petróleo eran de 511.9 millones de barriles, estimándose en 2684.8 millones de barriles las reservas probables y posibles. El 34.2% de las reservas totales están ubicadas en la costa y zócalo, 64.4% en la selva y el 1.4% en la Sierra.

El nivel de reservas probadas de petróleo ha venido disminuyendo paulatinamente a partir del año 1984 (Ver Cuadro 3), lo que ha traído como consecuencia que el país dejará de ser autosuficiente en materia de petróleo desde el año 1987, constituyéndose en un importador neto del citado recurso.

CUADRO 3			
EVOLUCION DE LAS RESERVAS DE PETROLEO			
10 ⁶ BL			
RESERVAS	1975	1980	1986
PROBADAS	747.3	801.3	511.9
PROBABLES	177.2	449.6	297.6
POSIBLES			2387.2
TOTAL			3196.7

Fuente : PETROPERU

GAS NATURAL

Las reservas probadas de gas natural al 31.12.86 son del orden de 649.1 millones de p³, de los cuales el 57.6% estan ubicados en la Costa y Zócalo y el 42.4 en la Selva.

Las reservas probables llegan a 11,093 millones de p³, de los cuales el 1.4% se encuentra en la Costa y Zócalo y el resto (98.6%) en la Selva.

Al igual que el petróleo, las reservas probadas de gas vienen disminuyendo, que se explica porque estas reservas corresponden a yacimientos de gas asociados a la explotación petrolera en la costa norte del país, los cuales se están agotando.

Las reservas probables, sin embargo, se han incrementado notablemente en el año 1986 con el descubrimiento importante de recursos de gas natural no asociado en el lote 42, ubicado en el Departamento del Cuzco. Ver Cuadro 4.

CUADRO 4			
EVOLUCION DE LAS RESERVAS DE GAS NATURAL			
MM PC			
RESERVAS	1975	1980	1986
PROBADAS	1258.1	1201.3	649.1
PROBABLES	879	665	11093.3
TOTAL			11742.4

Fuente : PETROPERU

GEOTERMIA

En lo concerniente a energía Geotérmica, no se tiene el conocimiento preciso de las reservas con que cuenta el país, sin embargo, se ha podido identificar 6 regiones geotermales: Cajamarca, Huaraz, Churin, Cuzco, Puno y cadenas de áreas volcánicas en Arequipa, Moquegua y Tacna.

BIOMASA

En lo relativo a la Biomasa, podemos decir que el país cuenta con abundantes recursos forestales la mayoría de los cuales se localiza en la Selva. Actualmente se dispone de 36.9 millones de Has. en bosques de libre disponibilidad y cada una de ellas tiene un rendimiento prome-

dio de hasta 10 m³/Ha, con una densidad media de 0.5 TM/m³. Su potencial teórico se estima en 66 millones de TEP/año.

Existe asimismo un importante potencial energético proveniente de los recursos agrícolas, siendo el bagazo de caña de azúcar el residuo más utilizado como combustible, ya que los otros residuos como el arroz, algodón, café, etc. son escasamente utilizados con este fin. El potencial energético de residuos disponibles, considerando la factibilidad de su uso y restringiendo su utilización a la región de mayor potencial, se estima en 253,000 TEP/año. Ver Cuadro 5.

CUADRO 5	
RECURSOS ENERGETICOS EN BIOMASA 1986	
BIOMASA	10³ TEP/AÑO
1. Forestal	
Bosques de libre disponibilidad	66,000
2. Residuos	253
Agrícolas	27
Pecuarios	20
Agroindustriales	206
3. TOTAL	66,253

ENERGIA EOLICA

La predominancia diaria de los vientos en el país permite la utilización de dispositivos eólicos para la generación de energía eléctrica o para bombeo de agua, especialmente en la región costera-norte que es barrida por los vientos del sur (velocidades promedio de 5 m/seg.); o en la sierra montañosa o de antiplanicie (en que los vientos presentan promedios superiores y a su vez son más constantes), pudiendo ser aprovechados de día y de noche. En el Cuadro 6 se detallan los lugares que tienen velocidades medias de vientos mayores de 5 m/seg.

ENERGIA SOLAR

La energía radiante media anual en el Perú es del orden de 100 a 800 KJ/cm²/año lo que facilitaría su explotación particularmente en la Sierra,

CUADRO 6
POTENCIAL ENERGIA EOLICA

DEPARTAMENTO	LUGAR	VELOCIDAD PROMEDIO (m/s)
PIURA	Talara	8.8
	Constante	5.9
	Parachique	5.5
	Yasila	5.9
	Tablazo 1	5.3
	Islilla	5.0
LAMBAYEQUE	Chiclayo	5.1
LA LIBERTAD	Trujillo	5.0
	Marca-Huamachuco	5.3
AREQUIPA	Punta Atico	6.7
PUNO	Desaguadero	4.5

donde el promedio de horas es a veces superior a 8h/día/año. Se puede afirmar en base a los limitados registros de duración de radiación existentes para algunas áreas del territorio nacional, que el potencial solar de la Sierra es bastante bueno, siguiéndole la región de la Selva. (Ver Cuadro 7). Este recursos, sin embargo, viene siendo empleado a muy pequeña escala.

RESIDUOS ANIMALES

La mayor población ganadera del Perú está localizada en la Sierra; los residuos orgánicos de las alpacas, llamas y ganado vacuno (bosta), son utilizados como fuente energética para cocinar, siendo recolectados, compactados y secados al sol antes de ser utilizados en la mezcla con leña. El potencial de estos recursos se estima en 20,000 TEP/AÑO.

CUADRO 7					
PROMEDIO ANUAL DE LA RADIACION DIRECTA MAXIMA SOBRE SUPERFICIE HORIZONTAL					
COSTA	W/m ²	SIERRA	W/m ²	SELVA	W/m ²
Lambayeque	545.36	Moquegua	621.00	Madre de Dios	437.50
Ica	540.00	Ayacucho	560.85	San Martín	409.42
Piura	507.54	Puno	551.28	Ucayali	412.83
Ancash	469.50	Ancash	478.08	Loreto	405.00
Tumbes	464.33	Arequipa	551.77		
La Libertad	464.24	Huancavelica	514.83		
Lima	367.23	Apurímac	506.00		
Tacna	547.66	Junín	498.42		
		Cajamarca	480.62		
		Huánuco	470.66		
		Cuzco	461.55		

Fuente: OLADE

III. OFERTA DE ENERGIA

1. Capacidad instalada.

Refinerías

La capacidad instalada del parque de refinerías al 31.12.86 es de 186,000 BLS/día, de los cuales el 93% se encuentra instalada en la Costa y el 7% restante en la Selva. En el período 1970-86 esta capacidad se incrementó en 92.3 mil barriles día.

Centrales Eléctricas

La capacidad instalada de las centrales eléctricas en 1986, ascendió a 3872.9 Mw, de los cuales el 57.3% son centrales hidroeléctricas y el

42.7, restante corresponde a centrales térmicas. En el período 1970-86, la capacidad instalada se incrementó 2196.2 Mw, proveniente de la instalación de mayor número de centrales hidroeléctricas, por parte del Servicio Público.

2. Producción de Energía Primaria

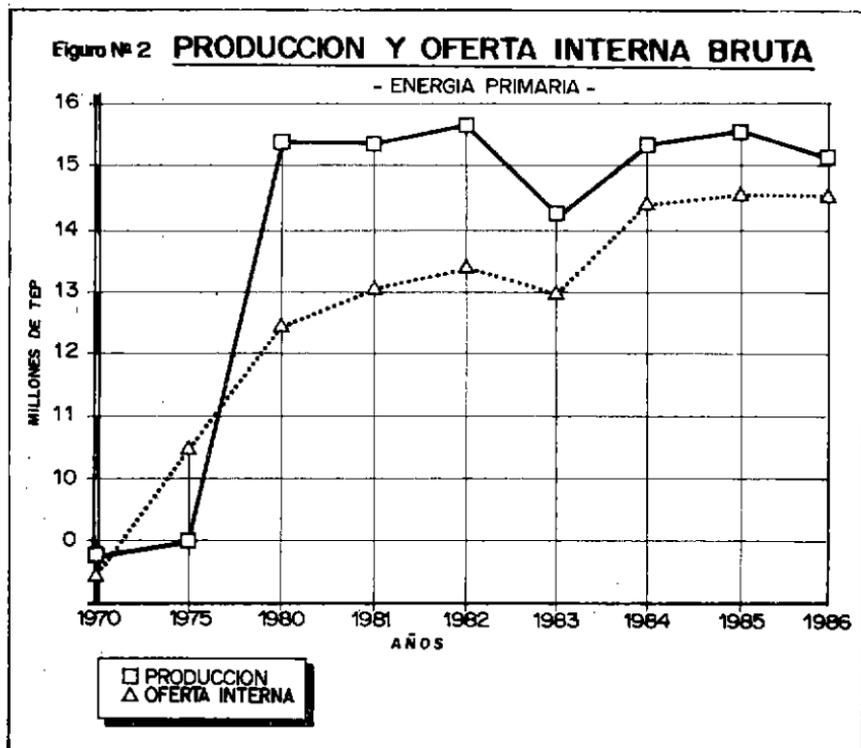
La producción de energía primaria en el año 1986 fué de 15,134 miles de TEP, lo que significó una disminución de 245 miles de TEP respecto a la producción obtenida en el año 1980 (0.3% tasa media de crecimiento anual), situación que ha derivado en una reversión de la tendencia creciente de la década 1970/80, período en el cual creció al 5.8% (Tasa media anual), dado el incremento significativo de la producción de petróleo por muchos descubrimientos de reservas de petróleo y la entrada en operación del oleoducto Nor Peruano, lo que se refleja en la mayor participación de este recurso en la estructura de producción de energía primaria, habiendo pasado del 41.4% en 1970 al 64.2% en 1986. La menor producción de energía primaria obtenida en el año 1986 se explica por la concentración de la producción de petróleo y gas, dado el agotamiento acelerado de sus reservas, a pesar del incremento significativo de la producción de hidroenergía. Ver figuras 1 y 2.

En relación a las importaciones de energía primaria, éstas fueron hasta el año 1975 fundamentalmente de petróleo y a partir de 1980 de carbón mineral bituminoso. Este último es utilizado por el sector Minero Metalúrgico, para la producción de coque.

En lo relativo a las exportaciones, éstas se han dado sobre todo a partir de 1980 en base al petróleo. Sin embargo se han reducido drásticamente en el año 1986. A partir de ese año se viene exportando carbón mineral.

CARBON MINERAL

La producción de carbón mineral en 1986 fué de 103.3 miles de TEP (149 miles de TM) de los cuales el 92.3% corresponden a carbón antracita y 7.7% a carbón bituminoso. Respecto al año de 1980 se observa un incremento del 5% que se explica por la mayor producción de carbón

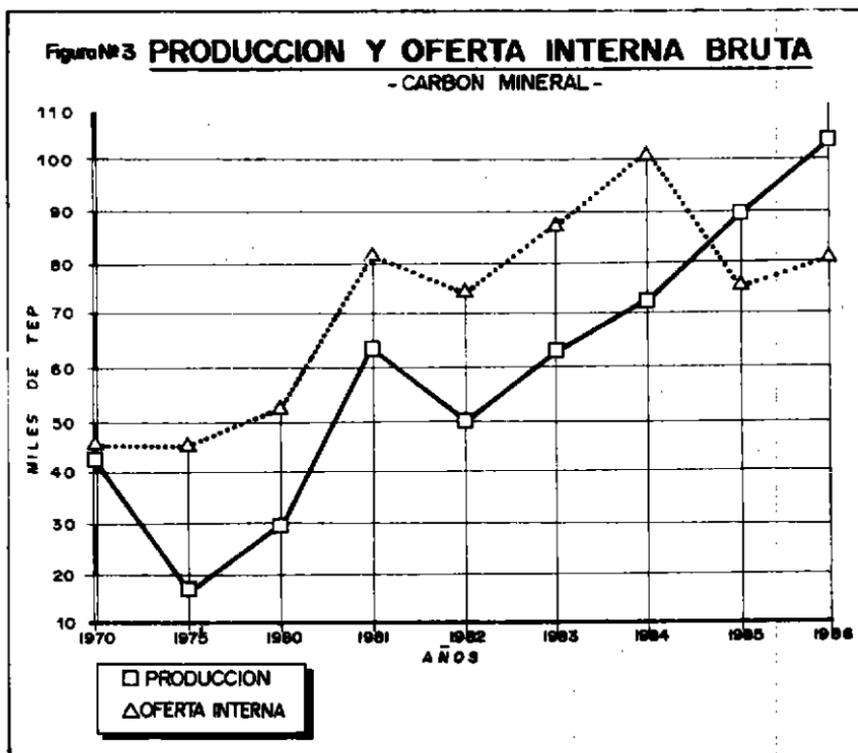


antracita, parte del cual se viene destinando a la exportación. Asimismo se importó 25,281 TM de carbón bituminoso. Ver figura 3.

En el período 1975/86 la producción de esta fuente de energía ha registrado un crecimiento significativo (18.4% tasa media a.a.), explicado por la mayor demanda de SIDERPERU (puesta en operación de la planta de reducción directa), y por la demanda de la industria ladrillera. En el período 1970/86 la tasa media anual de crecimiento fué del 5.7%.

PETROLEO

La producción de petróleo en el año 1986 fué de 9,083.9 miles de TEP (64.8 millones de barriles año y 177.5 miles de barriles/día). Esta producción muestra a partir del año citado una tendencia decreciente, habiendo disminuído en el período 1980/86 en 785 miles de TEP, es decir en -1.4% tasa media anual, por la menor producción del crudo selva. Es-

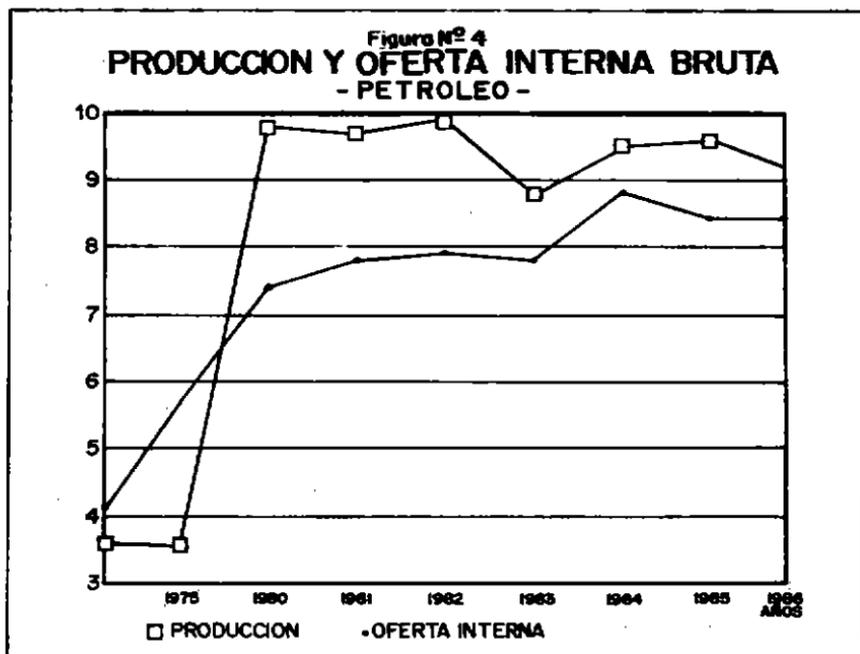


to se refleja en los menores volúmenes de crudo exportados en el año 1986 (-51% respecto a 1985) y que han situado al país a partir del año 1987 en su nueva condición de importador neto del citado recurso.

En relación a la evolución de la producción de petróleo en la década 1975/86, ésta registró un progresivo crecimiento (8.7% tasa media anual), hecho que se relaciona con el descubrimiento de nuevos pozos petrolíferos y con la entrada en operación del Oleoducto Nor Peruano en 1978, fecha a partir de la cual el país pudo abastecerse de este recurso, logrando saldos exportables que se han mantenido hasta el año 1986

GAS NATURAL

La producción de gas natural en el año 1986 fué de 918.8 miles de TEP (39,266 x 106 p3) que representó un incremento de 5.1% respecto



al año 1985, año a partir del cual la producción muestra un cambio en la tendencia decreciente registrada en la década 1975/85, (-2.5% promedio anual), que se explica por el mejor aprovechamiento de la producción de gas (reducción del gas liberado a la atmósfera), con excepción del año 1983, en que se produjo una disminución significativa en la producción de gas en razón de las lluvias e inundaciones en la principal área de explotación del gas (Talara), que determinaron un deterioro en su infraestructura vial y productiva.

HIDROENERGIA

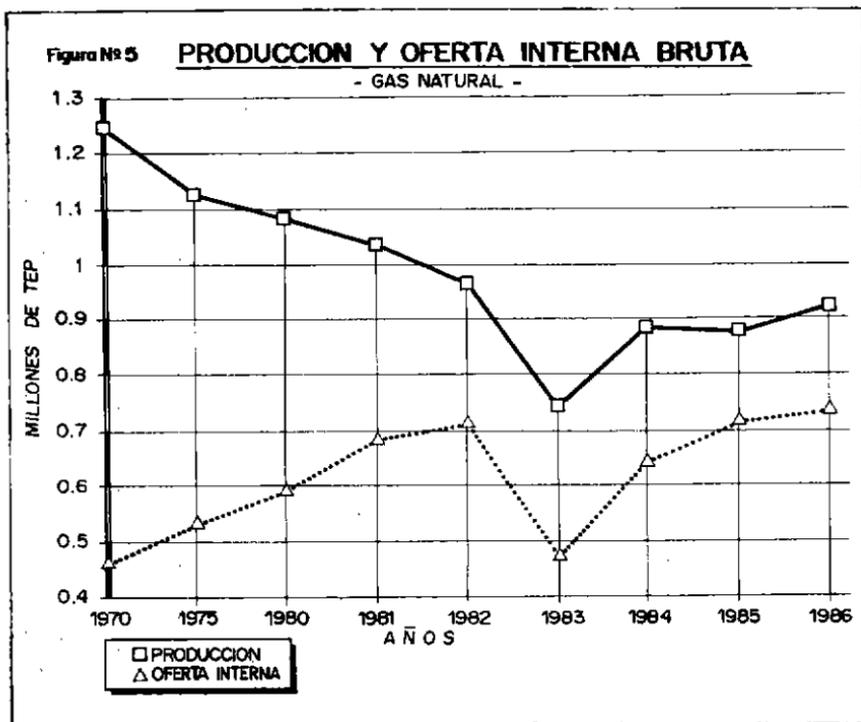
La producción de hidroenergía en el año 1986 fue de 1,081.2 miles de TEP (1257 Gwh), habiendo crecido a una tasa promedio anual de 6.2% en el período 1970/86. La participación relativa de esta fuente en la generación eléctrica ha ido en constante aumento, habiendo sustituido en este sentido parte de la generación de origen térmico. De otro lado su participación en la estructura de la producción de la energía primaria ha sido creciente, 4.7% en 1970 y 7.1% en 1986.

IV. CONSUMO DE ENERGIA

El consumo final de energía en el país, se caracteriza por la gran dependencia de los hidrocarburos, la significativa participación de la biomasa, en particular de la leña, el pequeño aprovechamiento de la hidroenergía, no obstante su inmenso potencial, así como por la penetración progresiva del carbón. Este consumo en el año 1986 fué de 9,999 miles de TEP, habiendo crecido durante el período 1970/86 a una tasa media a.a. de 1.5%, período en el cual la energía eléctrica y el carbón mineral fueron las fuentes que registraron el comportamiento más dinámico, con una mayor penetración en la estructura de consumo. La participación relativa de la energía eléctrica pasó del 5.6% en 1970 al 9.8% en 1986, habiendo crecido a una tasa promedio anual del 5.1%. Este crecimiento se explica principalmente por la entrada en operación de nuevos usuarios industriales (intensivos en energía eléctrica) como las plantas siderúrgicas Aceros Arequipa II, Laminadora del Pacífico, y las plantas metalúrgicas, Refinería de Zinc de Cajamarquilla y Refinería de Cerro Verde de Minero Perú entre otras.

El consumo de los hidrocarburos si bien fue creciente en el período 1970/80, (2.4% tasa media a.a.) registra a partir del año 1981 una reversión en su tendencia, dada la contracción de parte de sus principales usuarios, el Sector Transporte y el Sector Productivo, como consecuencia de la recesión económica que vivió el país en los años 1983/84. Muestra sin embargo una ligera recuperación en el año 1985, como reflejo del crecimiento del PBI. La participación de los hidrocarburos en el consumo de energía comercial pasó del 80% en 1970 al 75% en 1986, siendo el petróleo residual, diesel, kerosene y gasolina, los principales combustibles. Esta menor participación ha sido cubierta con la energía eléctrica, carbón mineral, y las energías no comerciales. Ver figura 5.

Es de destacar el importante crecimiento registrado en el consumo de kerosene y turbo (3.3% tasa media a.a.), que se refleja en una mayor participación en la estructura del consumo total de energéticos (9% en



1970 y 12% en 1986), y que se explica porque el precio de este energético ha venido siendo subsidiado, lo cual ha incrementado su consumo. Los principales usuarios de este combustible son el Sector Residencial y Comercial, y el Sector Transportes. De otro lado, el consumo de petróleo residual ha mostrado en el período 1970/80 un ligero incremento (1.6% tasa media a.a.), y luego una importante reducción en el período 1980/86 (-4.6% tasa media a.a.) a pesar de la significativa recuperación de la industria luego de la grave recesión que viviera en los años 1982 y 1983. Los principales usuarios de residual son la industria manufacturera, la minero metalúrgica, la pesquera y la agroindustria.

El consumo de bagazo registró en el período 1970/80 una tendencia decreciente acentuada en el año 1980, que se explica, de un lado, por la menor oferta de bagazo (dada la reducción de la producción de la caña de azúcar), y de otro por la sustitución de éste por petróleo resi-

dual (uso de bagazo con fines no energéticos en la planta papelera Trupal). Esta tendencia fue revertida en el período 1980/86, con la recuperación de la industria azucarera y por el menor uso de bagazo en la planta papelera antes citada, ya que trabajó por debajo de la mitad de su capacidad instalada.

El carbón vegetal muestra una tendencia decreciente en el período 1970/86 (-0.8% tasa media a.a.), explicado por una menor oferta de esta fuente, siendo el sector residencial y comercial el único usuario de la misma.

El consumo de carbón mineral registró en el período 1970/86 una tendencia creciente (11.2% tasa media a.a.) explicado por la sustitución del petróleo residual por carbón de parte de la industria ladrillera, calcárea y por nuevos usuarios como Sider Perú (planta de reducción directa).

El consumo de energías comerciales en general ha mostrado en el período analizado una tendencia creciente, habiendo pasado de 65.8% en 1970 al 67.1% en 1986, similar comportamiento registraron las energías no comerciales.

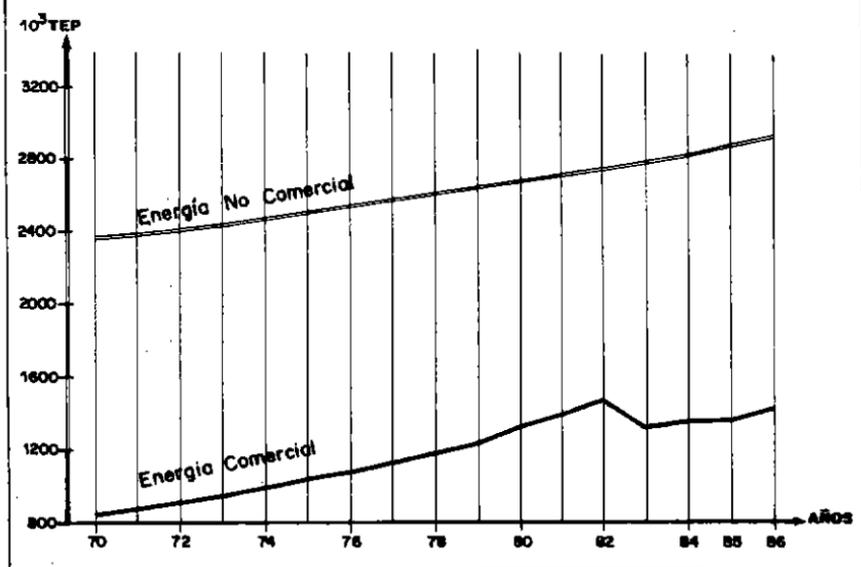
El sector residencial y comercial es el principal usuario de energía, habiendo consumido en 1986 el 43.6% del total de energía, seguido de los sectores transportes 22.6%, industrial 16.3% y minero metalúrgico 7.3%.

Menores porcentajes de participación registraron los sectores público (2.7%), pesquero (2.2%), agropecuario y agroindustria (2.1%) y el no energético (3.3%).

a. Sector residencial y comercial

Este sector es el principal consumidor de energía neta del país. En el período 1970/86, su participación en el consumo total de energía, ha sido creciente, habiendo pasado del 40.5% en 1970 al 43.6% en 1986. El consumo de energía de este sector creció en el período citado a una tasa media (a.a.) de 1.9%, crecimiento atribuido al proceso de expansión urbana. Ver figura 6

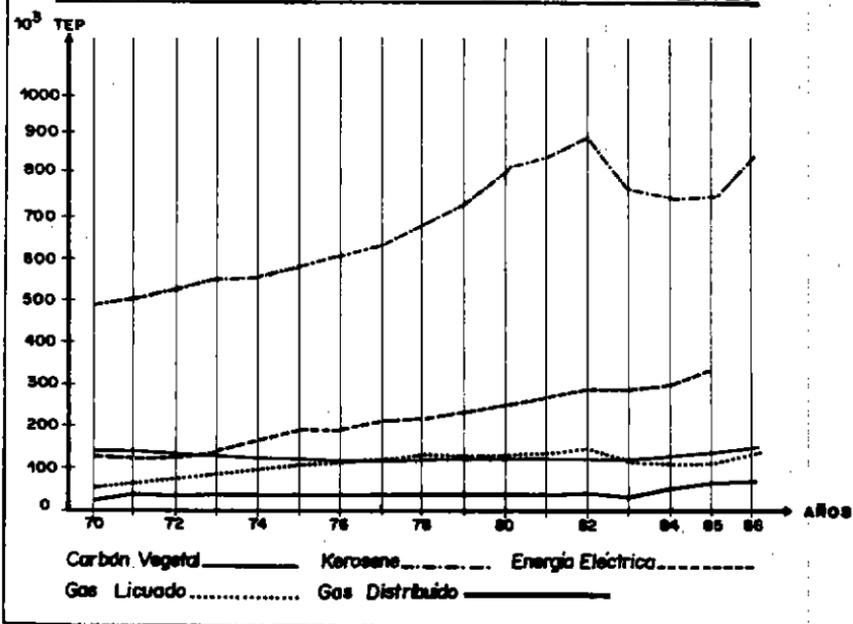
Fig. Nº 6 EVOLUCION DEL CONSUMO DE ENERGIA DEL SECTOR RESIDENCIAL Y COMERCIAL



El consumo de energía de este sector se caracteriza por la importante participación de las energías no comerciales, leña, bosta y yareta consumidas en el sector rural y pequeño urbano del país, energías que tienen una eficiencia de utilización muy baja, señalándose sin embargo que esta participación ha venido disminuyendo en el período citado (73.7% en 1970 y 65% en 1986) debido a la reducida tasa de crecimiento del consumo de las mismas (menor al 1%), comportamiento asociado al proceso de migración campo-ciudad, lo que ha traído como consecuencia una mayor penetración de las energías comerciales, principalmente kerosene, energía eléctrica y gas licuado. La participación de las fuentes comerciales de energía mostraron una tendencia creciente, del 26.3% en 1970 al 34.5% en 1986, habiendo sido la energía eléctrica y el kerosene las fuentes que registraron el comportamiento más dinámico. Ver figura 6A.

El consumo de energía del Sector Residencial, se destina principalmente a cocción e iluminación. En el año 1982 el uso cocción fue abas-

Fig. 6. EVOLUCION DEL CONSUMO DE ENERGIA COMERCIAL DEL DEL SECTOR RESIDENCIAL Y COMERCIAL POR FUENTES



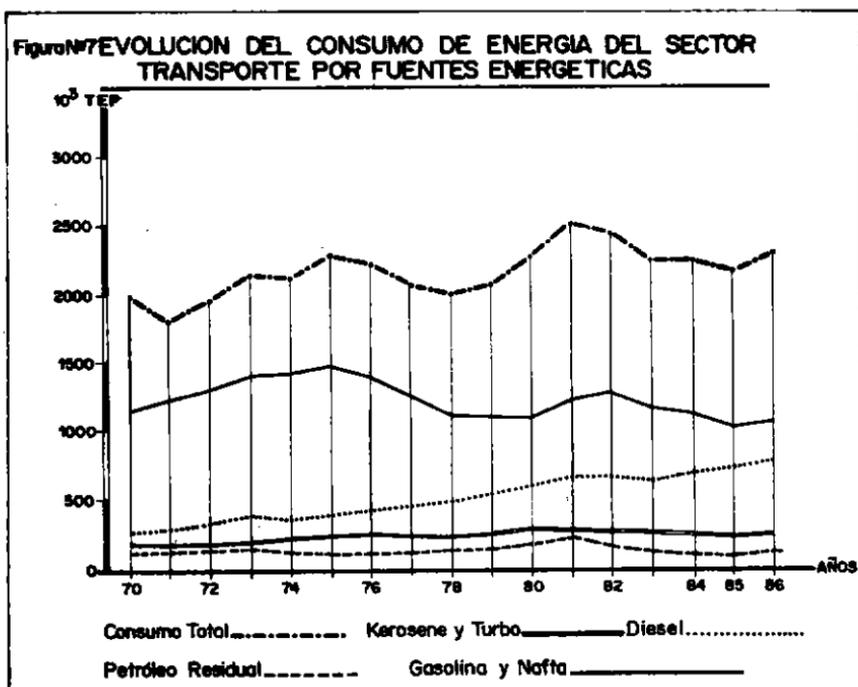
tecido en un 24% con energías comerciales y en 76% con energías no comerciales. En el período 1970/86 se ha producido un lento proceso de sustitución de estas últimas por las primeras, en la cocina doméstica. La estructura del uso de la energía comercial en este sector fue: cocción 76.7%, iluminación (13.3%) y otros usos (10%).

En relación al consumo de energía de la población urbana, ésta consume cerca del 40% de la energía utilizada por el sector y el 90% de la energía comercial. En cuanto a la población rural esta consumió cerca del 60% de la energía total y el 10% de la energía comercial del sector.

Por otro lado, el consumo per capita de energía del sector residencial es bajo. En el año 1982 este consumo fué de 58.769 Kcal/Hab. y el consumo per capita de energía útil fué de 21.426 Kcal/Hab. Ambos indicadores vienen disminuyendo en los últimos años, reflejando el deterioro de los niveles de vida de la población.

b. Sector Transportes

Este sector es el principal consumidor de energía comercial, siendo la gasolina y el diesel los combustibles más utilizados, en menor proporción consume kerosene-turbo Jet y residual, (Ver figura 7). Su consumo en el período 1970/86 registró un crecimiento del 1.9/ (tasa media a.a.). Este consumo prácticamente se ha mantenido en el período 1975/86, más no así en su participación en la estructura del consumo del sector, que ha tenido una tendencia decreciente.

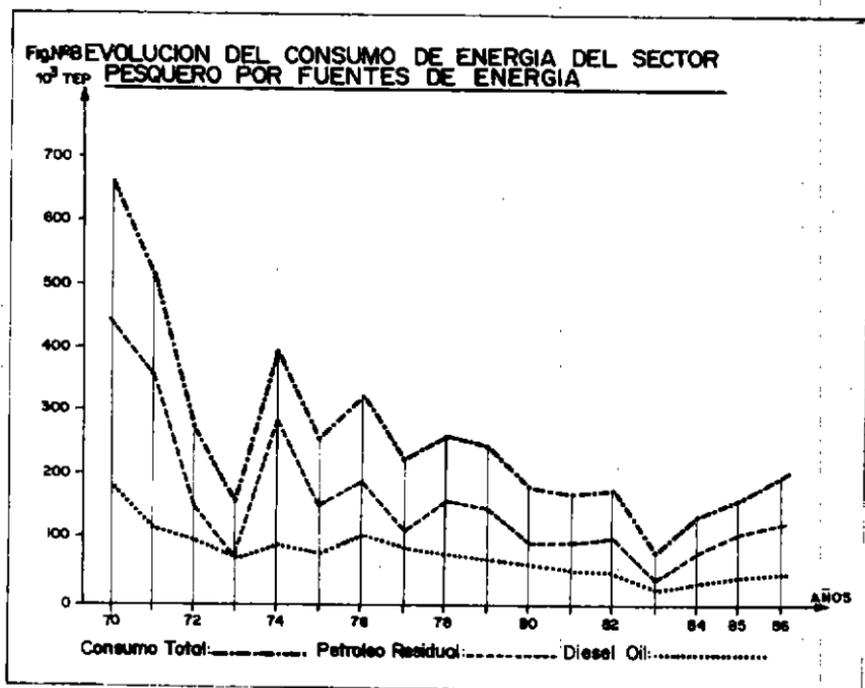


Este sector registró a partir del año 1976 una progresiva "dieselización" en el transporte terrestre dado su menor precio relativo, habiéndose sustituido en este sentido cantidades importantes de gasolina.

c. Sector Pesquería e Industria Pesquera

El consumo de energía de este sector ha registrado en la década 1970/80 una tendencia decreciente, su participación relativa pasó del

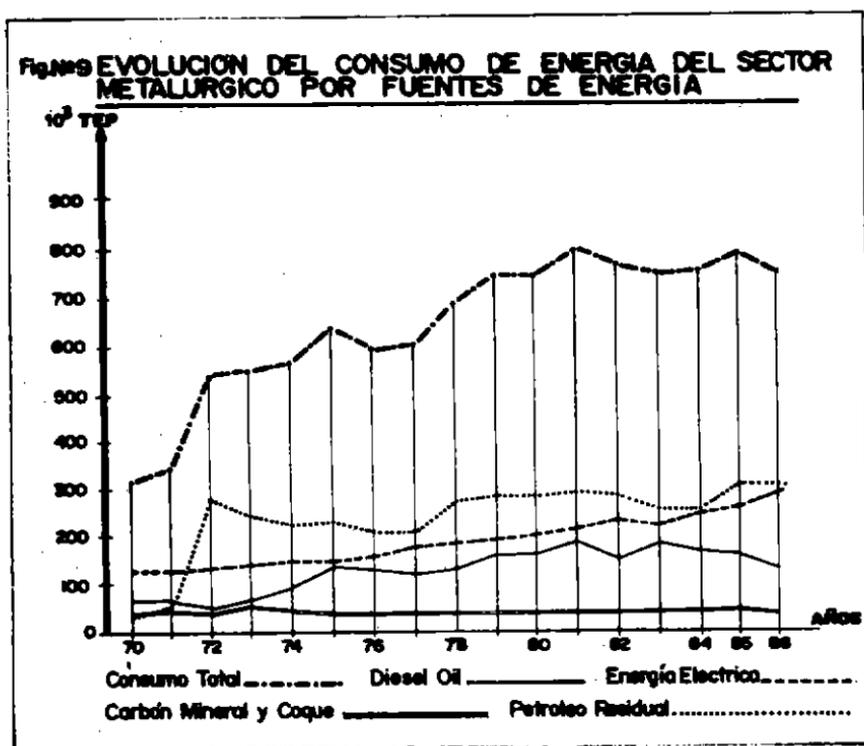
8.5% al 2% lo cual se explica por la escasez del planctón, veda prolongada y la presencia del fenómeno del Niño que provocó una fuerte disminución de la actividad pesquera. En el año 1986 se muestra una ligera recuperación respecto al año 1980 (2% tasa media a.a.) que se explica por el crecimiento productivo del sector del 3%, sustentado en el incremento de la pesca industrial, la misma que se vió favorecida por la normalización de la temperatura marina, que permitió un aumento de la biomasa y extracción de la anchoveta destinada a la elaboración de harina y aceite, igualmente se incrementó la pesca para fabricación de conservas. Ver figura 8.



d. Sector Minero Metalúrgico

El consumo de energía de este sector ha mantenido en el período 1970/86 un crecimiento alto (9.8%), reflejado en su cada vez más importante participación en el consumo global de energía. Ha pasado del 3.7% en 1970 al 7.3% en 1986, lo que se sustenta en la entrada en operación

de las unidades productivas de Cuajone, Cerro Verde I y las Refinerías de Zinc y Cobre de Minero Perú. Ver figura 9.

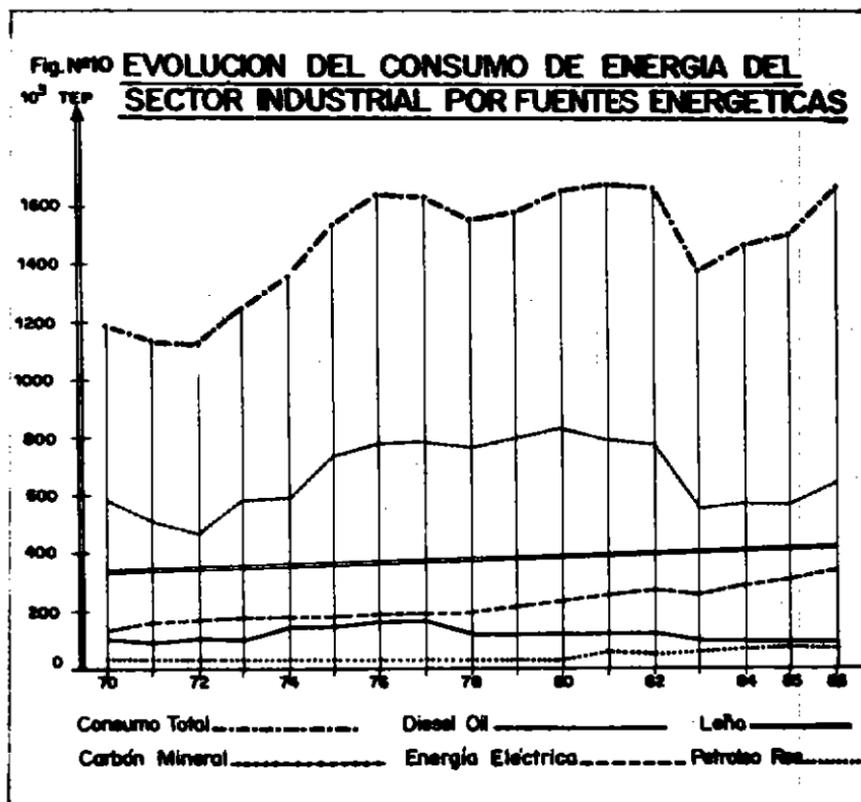


En el año 1986 este consumo fue de 730.3 miles de TEP siendo el petróleo residual (37.8%), la energía eléctrica (37.6) y el diesel oil (13.2%), las principales fuentes consumidas. Este consumo es menor al obtenido en 1980 (-0.4% tasa media a.a.) que se explica por los conflictos laborales suscitados en las principales empresas minero metalúrgicas (Centromín, Southern Peru Cooper Corporation) así como por el estancamiento de la demanda mundial de productos mineros.

La energía consumida por este sector ha sido utilizada en los siguientes equipamientos: 42.3% en hornos, 24.6% en motores estacionarios, 16.6% en motores móviles y el 8.7% en equipo electrolítico. en iluminación y otros equipos se consume el restante 6%.

e. Sector Industria Manufacturera

El consumo de energía en este sector registró una tasa de crecimiento media a.a. de 3.5% en la década 1970/80, mostrando una contracción en el consumo, en el intervalo 1980/86 (-0.4% tasa media a.a.). En este período la producción industrial experimentó una recesión grave en 1983, una ligera mejoría en 1984 y 1985 y un significativo crecimiento en 1986, que permitió aumentar la demanda global de energía. Este comportamiento también se refleja en los consumos de productos energéticos; así se incrementó el consumo en 1986 respecto al año anterior en 9.3%. La participación en el consumo total en el período 1970/86 se ha mantenido casi constante, con una participación promedio de 16.3%. Ver figura 10.



El consumo de energía en este sector en el año 1986 fue de 1,625.7 miles de TEP, siendo el petróleo residual la fuente más utilizada (38.7%), seguida de la leña (26%), la energía eléctrica (19.1%) y diesel (5.1%). En menor proporción consumió gas licuado, gas distribuido, kerosene y carbón mineral. Los hidrocarburos representaron el 50% del consumo final de energía del sector y el 67.5% del consumo de energía comercial.

La industria manufacturera consumía más del 50% en hornos, principalmente en la industrial del cemento, ladrillos, vidrios, siderurgia e industria de productos metálicos. Las calderas consumieron el 25.6% siendo los principales usuarios de vapor la industria de alimentos y bebidas (azúcar, aceites y grasas, cerveza) textil, papel e industria química. En motores estacionarios el consumo de energía fue de 14.5%, estos motores son mayormente eléctricos y son utilizados principalmente en compresoras de aire, bombas y ventiladores.

V. CONSUMO DE ENERGIA EN EL AREA RURAL

Concebimos el desarrollo rural en el Perú como el proceso que debe permitir la utilización racional y organizada de los recursos y medios productivos existentes en el ámbito rural, con el fin de satisfacer las necesidades básicas de la propia población productiva. En tal concepto, este desarrollo cobra un carácter integral puesto que pretende un aprovechamiento sostenido de todos los recursos del área:

Dentro de este contexto, los recursos forestales están llamados a desempeñar un rol importante por los múltiples bienes y servicios que pueden ofrecer al conjunto de la población rural. Antiguamente la sierra del Perú tuvo muchas manchas de bosques naturales importantes que las avanzadas culturas andinas utilizaron de diversas maneras para satisfacer sus necesidades básicas. En la vida de la población rural los bosques desempeñaron un rol de primer orden. Proporcionaron madera para combustible y para construcción, mantuvieron caudales moderados y sostenidos en los cursos de agua, protegieron los suelos agrícola-

las, evitaron la erosión acelerada de los suelos y la sedimentación de los cauces y embalses, produjeron alimentos en forma de animales silvestres, miel, frutas, hongos, tallos, forrajes para el ganado doméstico, etc. Asimismo, constituyeron reservas potenciales para la ampliación del suelo agrícola. Desafortunadamente, esta envidiable situación se ha deteriorado. La mayoría de los bosques naturales fueron destruidos hace muchos años como resultado de la agricultura migratoria, la presión demográfica sobre la tierra, las quemas y la explotación sin control.

1. El Sub Sistema Leña, bosta

Un poblador rural de la Sierra vivía hace 15 años completamente ajeno a los problemas energéticos de las zonas urbanas y no era computado en ningún cálculo de demanda energética. Este hecho no significaba que no fuera un consumidor de energía, si bien sus requerimientos no se basaban en electricidad o en combustibles de petróleo. Consumía en cambio buenas cantidades de leña, bosta u otros productos que hallaba en su medio natural, con un comportamiento económico mucho más ligado a la naturaleza que a parámetros del mercado. Dicho poblador podía ser completamente ignorado por los encargados de evaluar la demanda de energía (petróleo y electricidad).

Hoy, los planificadores energéticos en el Perú deben tener en cuenta que los requerimientos de energía mucho dependerán de la sustitución que se opere sobre productos casi naturales como la leña, carbón de leña o bosta, por otros más elaborados como consecuencia de los grandes movimientos migratorios.

En efecto, un poblador rural que migra hacia los centros urbanos ya no tiene a su disposición tales productos energéticos para satisfacer sus necesidades directas de energía. Pero también sus necesidades indirectas de energía habrán variado ya que comenzará a hacer uso de los medios de transporte y a consumir productos industrializados en mayor medida que lo hacía antes.

No interesa presentar aquí los aspectos sociológicos del problema migratorio, ni siquiera analizar las relaciones que indudablemente existen entre los cambios de hábitos económicos y el sujeto migrante. Sim-

plemente se quiere dejar establecido que, desde el punto de vista de un Balance Energético, para el cual la energía es una unidad conceptual y física, el fenómeno que hemos descrito tiene una importancia sustancial para poder encarar los problemas del proceso de sustitución energética.

Durante el período 1972/87 se han producido los siguientes cambios en el patrón de consumo de combustibles en el área rural: a) la población consumidora de bosta y yareta ha disminuido fuertemente durante el período, fenómeno que estuvo precedido de un comportamiento lento y casi estacionario durante el período intercensal 61/72; b) los consumidores de bosta y yareta desplazaron su consumo hacia la leña y el kerosene o también acrecentaron la mezcla de leña con estos combustibles; c) la población rural consumidora de leña aumentó en 1.2 millones de nuevos consumidores; d) la población rural consumidora de kerosene aumentó en 290 mil nuevos consumidores.

Las variaciones que se produjeron en las estructuras de penetración de fuentes energéticas para cocinar en el área rural durante el período 1972/87, se muestran a continuación:

POBLACION RURAL POR FUENTE DE ENERGIA PARA COCINAR (%)			
Combustible	1972	1981	1987 (*)
Kerosene	8.0	10.4	11.0
Leña	75.3	78.2	80.0
Bosta + Yareta	16.0	8.0	7.0
Gas Licuado	0.4	0.6	0.7
Electricidad	0.1	0.2	0.3
No usa	0.2	2.6	1.0
En %	100.0	100.0	100.0
En 10 ³ Hab	5433.6	5976.5	6590.0

Fuente: INE y MEN/PNUD. Proyecto PER/82

(*) : Estimaciones MEM/CONERG

Por otro lado, durante el mismo período, las estructuras de penetración de combustibles y energía eléctrica dentro de la población rural presenta las siguientes características: a) es particularmente notable el fuerte crecimiento de la población rural que usa kerosene como combustible para iluminación; b) la fuerte penetración del kerosene en el uso iluminación ha sustituido el uso de velas; c) se han incorporado aproximadamente 152 mil nuevos usuarios a los servicios eléctricos, lo que significa que la población servida continúa aún siendo una minoría.

Las variaciones resultantes en las estructuras de penetración de combustibles y electricidad para iluminación se muestran a continuación:

POBLACION RURAL POR FUENTE DE ENERGIA PARA ILUMINACION (%)			
FUENTE	1972	1981	1987 (*)
Electricidad	2.9	4.3	4.7
Kerosene	82.4	91.1	92.0
Velas	12.9	2.7	1.3
Otros	1.8	1.9	2.0
En %	100.0	100.0	100.0
En 10 ³ Hab	5433.6	5976.5	6590.0

Fuente: INE y MEN/PNUD. Proyecto PER/82

(*): Estimaciones MEM/CONERG

La importancia que adquieren estos consumos en el Perú, pueden ser apreciados en el contexto de los consumos finales de energía registrados dentro de los Balances Energéticos Nacionales. La evolución de los consumos de leña y carbón vegetal dentro del consumo final total de energéticos es mostrado a continuación:

CONSUMO FINAL TOTAL DE ENERGIA						
Fuente	Unidad	1970	1975	1980	1986	
Leña	10 ³ TEP	2467 (31.2)	2616 (28.5)	2800 (29.0)	303 (31.7)	
Carbón Vegetal	10 ³ TEP	136 (1.7)	116 (1.3)	115 (1.2)	119 (1.2)	
Restos de Energéticos	10 ³ TEP	5306 (67.1)	6459 (70.3)	6743 (69.8)	6844 (67.0)	
Total	10 ³ TEP	7908 (100.0)	9191 (100.0)	9658 (100.0)	10000 (100.0)	

Fuente: MEM/CONERG. Balance Nacional de Energía

2

GERARDO RAMOS

FUENTES DE ENERGIA

PARA EL

DESARROLLO RURAL

Comisión Coordinadora de Tecnología Andina
(CCTA)

1. INTRODUCCION

1.1. Lo rural

El término "rural" es utilizado convencionalmente en el Perú bajo la acepción "...conjunto de centros poblados que tienen menos de cien viviendas agrupadas contiguamente o distribuidas en forma dispersa" establecida por el Instituto Nacional de Estadística (v.*1*). Esta frase debe entenderse como menos de cien viviendas agrupadas contiguamente o un número cualquiera de viviendas distribuidas en forma dispersa.

El área rural, cuya población es aproximadamente un tercio de la población del país, tiene una estructura de consumo energético diferente a la del área urbana, pues las energías "comerciales" están prácticamente ausentes. Las fuentes habitualmente usadas son: leña y bosta para producir calor, energía humana y animal. La introducción de tecnologías no convencionales, con fines energéticos, es muy reciente en el mundo rural y por tal motivo son pocos los datos confiables para hacer estudios y evaluaciones. Probablemente la tecnología que ha estado más tiempo en proceso de difusión ha sido la de pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH), habiendo empezado con mucho más retardo el ensayo y uso de molinos de viento y calentadores solares.

Es necesario admitir que entre la población rural hay distintos estratos económicos, sociales y culturales. Así, existen campesinos que son propietarios de suficientes medios de producción como para aspirar a tecnificar el trabajo familiar y/o asalariado, pudiendo efectuar inversiones en maquinaria, equipo y algunos servicios. Existen también campesinos pobres, para quienes una inversión en máquinas es inviable, a menos que se reúnan formando cooperativas de producción cuya orga-

nización sea bastante eficiente como para permitirles amortizar alguna inversión en maquinaria y equipo, y pagar los gastos de su mantenimiento. Finalmente, existen comunidades tradicionales cuyos recursos pueden permitirles una inversión juiciosa en tecnología para mejorar los rendimientos de su producción.

En cualquiera de los casos anteriores, la situación debe ser comprendida de manera radicalmente distinta de como se consideraría a los campesinos habituados al uso del crédito y de la tecnología basada en máquinas y equipos. El origen de la diferencia está en que no es posible para un ágrafo quechua parlante manejar tecnologías que dependen de fenómenos físicos que aún no han sido incorporados a su sentido común. Por ejemplo, un campesino con las características mencionadas puede ser usuario de una tecnología de naturaleza compleja, como la eléctrica, si la encuentra instalada y bien mantenida, pero no puede manejarla según su propia iniciativa sin cometer serios errores que pueden hacer peligrar su vida. En la misma forma, y a modo de segundo ejemplo, dicho campesino no puede manejar confiablemente un proceso químico que tiene un número largo de pasos, cada uno de los cuales tiene una información llena de sutilezas escritas en un manual.

No dudamos que dentro de un número de años los campesinos peruanos, en su totalidad, podrán manejar mayor variedad de tecnologías no tradicionales en su medio, pero se necesita recorrer una etapa de toma de contacto, uso poco intensivo y dominio básico de operaciones de una tecnología nueva a fin de desarrollar el "sentido común" necesario para manejarla con seguridad. En todo caso, si los campesinos que adoptan una nueva tecnología tienen recursos suficientes, podrán contratar los servicios de técnicos que sean suficientemente buenos conocedores de dicha tecnología como para garantizarles su funcionamiento seguro, tanto desde el punto de vista de la continuidad de su servicio como de la seguridad frente al riesgo de accidentes.

Así pues, además de los criterios de costos, debemos dar preferencia a las tecnologías basadas en la mecánica, en la combustión, en la fermentación, etc. en las que puedan efectuarse controles visuales y auditivos, con bajo riesgo de contaminación y en la escala necesaria que las potencias en juego no produzcan destrucción en caso de cometerse errores.

1.2. Alternativas tecnológicas no convencionales

Si llamamos fuente de energía al insumo que es aprovechado por el proceso de producción de energía manejable por el hombre, debemos efectuar una doble distinción que el lenguaje común confunde:

a) Por un lado, hay fuentes energéticas "convencionales", o tradicionales, cuyo uso es generalizado no solamente en el Perú, sino también en otras partes del mundo, como por ejemplo el agua o la leña. Por otro lado, hay fuentes energéticas "no convencionales", cuyo uso es muy reciente o es potencial, por lo menos en nuestro país, como por ejemplo la energía eólica o la geotérmica.

b) Por otra parte, una fuente energética convencional puede ser usada mediante una "tecnología convencional", que está bien establecida en el Perú y en el mundo, como por ejemplo las grandes turbinas hidráulicas, o puede ser usada mediante una "tecnología no convencional", que no está muy difundida y cuyo uso es un poco experimental, como por ejemplo las miniturbinas hidráulicas.

En cuanto a las fuentes energéticas no convencionales, es evidente que su uso tendrá que hacerse utilizando tecnologías no convencionales.

Debemos deslindar entre lo que hemos adoptado como "no convencionalidad" y lo que algunos especialistas usan como clasificación de algunas fuentes de energía: las fuentes convencionales y las fuentes "alternas", agregando frecuentemente los adjetivos de "primarias" y "secundarias". Las fuentes alternas no son objeto de una definición, sino de una enumeración, con lo cual dos autores diferentes pueden adoptar diferentes energías alternas.

En el presente trabajo nos referimos a las siguientes tecnologías no convencionales, que podrían tener uso rural:

- Equipos pequeños para el uso de la hidroenergía.
- Tecnologías para el uso de la energía solar.
- Tecnologías para el uso de la energía eólica.

- Tecnologías para obtener energía de la biomasa.
- Tecnologías para el manejo de la energía geotérmica.

2. EQUIPOS PEQUEÑOS PARA USO DE LA HIDROENERGÍA

Los equipos pequeños para uso de la hidroenergía han sido introducidos en años recientes como alternativa a la provisión de energía en el medio rural y en el urbano.

Así, se ha procedido a importar, a diseñar y a fabricar "microturbinas" hidráulicas de diferentes potencias. En particular, el Estado ha puesto en servicio y administra pequeñas centrales hidroeléctricas, que hasta antes de 1986 eran 112, en diferentes grados de conservación, desde "operativas" hasta "paralizadas", según la terminología habitual de ELECTROPERU.

CUADRO 1

PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS INSTALADAS ANTES DE 1986

Estado Rango kW	Operativo	Regular	Malo	Paralizado	Total
0-50	4(7%)	25(44%)	11(19%)	17(30%)	57
51-100	4(27%)	7(46%)	0	4(27%)	15
101-200	6(38%)	8(50%)	1(6%)	1(6%)	16
201-1000	9(43%)	10(48%)	0	2(9%)	21
1000 +	0	3(100%)	0	0	3
TOTAL	23	53	12	24	112

Fuente: Elaborado a partir de M. Núñez, R. Castillo "Tecnología de las fuentes de energía nuevas y renovables: Desarrollo y aplicaciones", MEM, 1986.

En el Cuadro No. 1 presentamos las 112 centrales de ELECTROPERU por rangos de potencia, en el cual puede apreciarse lo siguiente: A medida que crece el rango de potencias, aumenta el porcentaje de centrales "operativas" dentro de ese rango: 7%, 27%, 38%, 43%. El rango menos favorecido es el de 0 a 50 kW, que es sin embargo el más importante para los campesinos de recursos limitados. Recíprocamente, el mayor porcentaje (30%) de centrales paralizadas está en el rango de 0-50 kW, lo que revela una muy baja funcionalidad de la central hidroeléctrica muy pequeña ("microcentral") en el medio rural. En todo caso 51% de ellas dan un servicio o están en un estado de conservación o bien "regular" o bien "operativo".

Hay algunas razones para que el cuadro de las microcentrales (0-50 kW) no sea el más favorable: se trata de los usuarios menos prósperos y hay problemas de mantenimiento en las instalaciones, lo que repercute en el funcionamiento de la central. Además, la localidad está muy aislada y es difícil y costoso obtener repuestos y hacer reparaciones. Para ELECTROPERU, en particular, la administración de muchas micro o minicentrales es onerosa hasta en los aspectos rutinarios, pues frecuentemente el costo del viaje del cobrador del servicio es más alto que el monto recaudado. Por otra parte, el grado de pobreza del campesino suele ser tan grande que no es posible subir las tarifas de uso de la energía eléctrica.

Existen otras microcentrales hidroeléctricas privadas en minas y fundos, pero no disponemos de una estadística que las incluya.

En cuanto a la construcción de las microturbinas en el lugar, generalmente poco accesible, y utilizando materiales de la zona, no se ha desarrollado un proyecto que estudie su viabilidad. Pensamos que será necesario diseñar ruedas hidráulicas mejoradas y microturbinas simplificadas para cubrir el rango 0-25 kW, y con la carga mecánica directamente aplicada al eje, a fin de no usar generación eléctrica.

2.1. Ambito y población beneficiada

Las 112 minicentrales de ELECTROPERU benefician actualmente en forma efectiva a 88 localidades distribuidas, por Departamentos, así:

1. Amazonas	3	475	kW	10. Junín	8	7811	kW
2. Ancash	6	456	kW	11. La Libertad	4	1513	kW
3. Apurímac	18	2574	kW	12. Lima	5	671	kW
4. Arequipa	2	716	kW	13. Moquegua	1	29	kW
5. Ayacucho	8	727	kW	14. Pasco	3	105	kW
6. Cajamarca	8	1229	kW	15. Plura	4	490	kW
7. Cusco	4	1294	kW	16. Puno	2	164	kW
8. Huancavelica	6	1944	kW	17. San Martín	2	410	kW
9. Huánuco	3	608	kW	18. Tacna	1	96	kW

Estas centrales suman 19564 kW instalados, de manera que las centrales paralizadas son 24 (21.43%) con 1994 kW instalados (9.25%). De las que funcionan, están en mal estado 12 centrales, casi todas de menos de 50kW, con un total de 402 kW instalados (de los cuales, una de ellas tiene 196 kW y las otras 11 tienen un promedio de 18 kW por central).

Pero sólo una pequeña parte de las centrales de servicios público atienden la demanda rural, pues la mayoría están en centros urbanos. La población rural servida por ELECTROPERU, sobre todo para cubrir la demanda de iluminación, puede ser estimada en unas 9000 familias.

2.2. Características técnicas

En nuestro país operan PCH con potencias comprendidas entre 10 y 3800 kW, siendo los tipos mas abundantes los Pelton y Francis, aunque hay también turbinas de tipo Mitchell-Banki en el rango de potencias menores.

Los canales y desarenadores están revestidos, en el caso de potencias relativamente grandes, y están formados por piedra sin revestir en muchas centrales de pequeña potencia. Los conductos forzados son mayoritariamente de acero pero en las unidades de pequeña potencia se usa cada vez más otros materiales, como es el PVC fabricado bajo normas ITINTEC en diámetros y clases normalizadas.

En la inmensa mayoría de los casos la turbina mueve un alternador provisto además de un regulador electrónico de carga y de un panel de comando.

2.3. Costos

La gama de costos es muy variada, dada la heterogeneidad de los equipos. Sin embargo puede estimarse el costo global de una PCH con equipo importado en US\$5,000 a 7,000 por kW instalado. Para las "microcentrales", de rangos de potencia para los cuales se produce equipo nacional, el costo por kW instalado está entre US\$500 y 1200.

En cuanto a los costos de operación, sobre todo para las PCH de servicio público, los montos actuales no siempre incluyen un mantenimiento eficiente (de ahí el gran número de PCH en mal estado) y no suelen guardar relación con los precios de venta de la energía.

2.4. Grado de integración nacional de los equipos y nivel de desarrollo de la tecnología en el Perú

En el Perú existe ya una pequeña industria de fabricación de equipos para centrales hidroeléctricas. Algunos de estos han sido desarrollados en empresas peruanas, y otros se fabrican bajo licencia extranjera. Las empresas con mayor presencia en el mercado nacional son ALGESA, que fabrica PCH completas con turbinas hasta 2 MW y alternadores hasta 2,5 MW, Electromecánica Industrial y Comunicaciones S.A. (EICOM S.A.) que fabrica pequeñas turbinas, tableros y reguladores solamente, y análogamente KUTI S.A. en Cusco.

2.5. Administración de las instalaciones

En general las PCH de servicio público están subadministradas; pero esta deficiencia es más marcada en el rango de potencias más bajas (por ejemplo, 0 a 50 kW), como puede apreciarse por sus efectos negativos en el Cuadro No.1.

En el área rural las únicas administraciones capaces de operar con eficiencia son las de naturaleza comunal o las privadas (por ejemplo, mediante un régimen de concesionarios).

3. TECNOLOGIAS PARA EL USO DE LA ENERGIA SOLAR

La potencia solar media en el Perú varía según las regiones entre los promedios anuales de 30 y 250 W/m². En algunos lugares de la Sierra (como Arequipa, por ejemplo) la potencia en horas de sol llega a 1,4 kW/m². La región andina es la mas beneficiada con este recurso energético, y es allí donde se ha aplicado con mas éxito desde hace algunas décadas.

Si bien el medio rural la energía solar comienza a ingresar, pronto puede adquirir muchas importancia tecnológica, sobre todo en el rubro de calentadores, tanto domésticos como industriales. Estos últimos pueden ser usados tanto para las actividades artesanales como para el lavado de lana, la fabricación de quesos, la curtiembre y otras líneas de producción en cuyo proceso se requiera calentamiento.

En unidades de metros cuadrados de calentador solar se estima que en el país funcionan entre 2000 y 3000 y deberán producirse en el futuro próximo unos 2000 m²/año. Todos estos datos referidos casi exclusivamente a la demanda urbana (hoteles y domicilios).

En cuanto a la tecnología de secado solar para alimentos, se ha logrado ya un desarrollo y un efecto social localizado que involucra el área rural, a instancias de la cual se ha promovido la intervención del Ministerio de Agricultura para su difusión, especialmente en Cusco, San Martín y Tacna. Se han desarrollado secadores con capacidades de carga de hasta 100 Kg para el secado de granos y de frutas, pero todavía no están siendo comercializados. El proyecto de secado solar de la UNI

comprende zonas de Cusco, Tacna, Junín, Cajamarca, Huaylas y Arequipa. A través de este proyecto se ha difundido en la región andina 110 secadores solares artesanales para maíz (tipo gallinero, con estructura de madera y paredes de malla) durante 1987. La empresa molinera Santa Rosa, por su parte, tiene un proyecto para ensayar el secado de hojas de camote, que son productos ricos en proteínas, para introducirla como parte de la fórmula de concentrados. La empresa cervecera Bacchus y Johnston S.A. ha evaluado ya un secador de yuca.

En lo relativo a sistemas fotovoltaicos, es decir a convertidores directos de radiación solar en electricidad, su desarrollo y difusión son más limitados. Algunos equipos de fabricación extranjera han sido comprados e instalados por algunos agricultores en la costa de Ica y de Lima. En Cusco han sido instalados 20 sistemas fotovoltaicos para refrigeradoras de postas médicas, y están por ser instalados 20 más, entre 80 y 120 W. Por su parte ENTEL PERU ha instalado más de cincuenta paneles importados para atender pequeños requerimientos de energía en los equipos de telecomunicaciones de localidades aisladas y rurales. Según cálculos de esta empresa estatal su demanda en los próximos años será de 150 sistemas solares de este tipo. La Corporación de Desarrollo de Puno ha instalado 250 sistemas fotovoltaicos familiares de 35 a 40 W, a partir de 1986, en viviendas rurales, con materiales importados, para proveer iluminación y energía para receptores de radio y de televisión. Se estima que en el Altiplano el mercado potencial puede alcanzar hasta un 80% de las viviendas rurales si se otorgan las facilidades financieras adecuadas. CORDE PUNO pretende adquirir la tecnología para producir unidades masivamente. Fuera de Puno, los sistemas fotovoltaicos para iluminación de viviendas rurales están logrando una notable aceptación en el área andina.

En la línea de destilación se señala que los destiladores solares pueden representar una respuesta interesante a la carencia de agua potable en las zonas costeras del país. De estas unidades hay dos prototipos experimentales construidos en Piura por ITINTEC (de 100 m²) en 1975, y por la Universidad de Piura (de 200 m²) en 1986. En el mismo Departamento de Piura funcionan algunos otros prototipos más pequeños, pero importados.

Finalmente, en algunas universidades del país están siendo ensayados otros prototipos, como por ejemplo invernaderos.

3.1. Ambito y población beneficiada

Si bien el ámbito urbano es el más beneficiado con la introducción de la energía solar en el Perú, es posible apreciar ya la penetración de estas tecnologías en el ámbito rural, aunque en proporciones mínimas. Los equipos más difundidos en el campo serían los secadores de productos agrícolas y los sistemas fotovoltaicos. Estos últimos han entrado en Puno con fines no productivos, los que hacen dudar de si pueden llegar a constituir un beneficio para la población rural. Los usuarios de estas tecnologías en el área rural no pasan de algunos centenares de familias.

3.2. Características técnicas

Como hemos indicado, en el campo de los calentadores solares hay experiencia desarrollada por varias universidades y por el ITINTEC en diseños artesanales o industriales de calentadores solares, cuyo uso está siendo promovido mediante manuales de construcción para usuarios individuales, y en forma de transferencia a empresas en el caso de los modelos industriales. La mas grande de estas empresas, ENERSOL, está en Arequipa y ha producido ya algunos centenares de calentadores. Hay una firma similar en Huancayo. Todos estos calentadores han sido poco eficientes pero muy durables; no poseen reservorio pero los colectores son suficientemente grandes como para almacenar el agua necesaria para el uso familiar. Esta tecnología local ha seguido un proceso evolutivo, introduciendo innovaciones, de modo que ahora los calentadores están provistos de reservorio con aislamiento y serpentín de cobre. En el Cusco la empresa KUTI ha comenzado a fabricar estas unidades. En todos estos sitios, dada la alta potencialidad solar, las posibilidades de desarrollo de esta tecnología son muy grandes. Puede decirse que en el Perú está n bien dominadas las tecnologías de calentamiento solar de agua. Los diseños son similares a los de Ecuador (país líder de esta tecnología en el Grupo Andino) y tienen 2 m² por colector, con plancha colectora de aluminio o de acero galvanizado, con cobertura de un solo vidrio y tanques de hierro de 30 a 70 galones para agua caliente, con protección interna de pintura epóxica, esmalte o electrolítica y con ánodo de magnesio. En el Perú se reemplaza la plancha colectores por una de cobre.

En materia de secado solar hay diversos informes técnicos de la UNI y de ITINTEC sobre los prototipos construidos y evaluados. En éstos se ha experimentado exitosamente con maíz, papa, tarwi, café, cacao, ají, orégano y diversas frutas y hortalizas. Hemos indicado ya los resultados positivos obtenidos con secadores de tipo gallinero, pero otros más convencionales se han desarrollado en Tacna para el secado de orégano y ají. Una empresa de Trujillo ha adquirido la tecnología de secadores solares semi-industriales de ITINTEC, que funcionan por convección forzada mediante potentes ventiladores.

Sobre sistemas fotovoltaicos, los trabajos de la UNI permiten asegurar la capacitación nacional para adquisición de tecnología importada, mientras se avanza en la investigación local destinada a producir una tecnología propia. En las unidades importadas ya instaladas se observa que la calidad de la iluminación con sistemas de 40 W es mejor que la obtenida con los métodos tradicionales del mundo rural (velas, kerosene o pilas).

3.3. Costos

El costo de los calentadores solares es de unos US\$350 para una unidad de 2 m² y 30 galones de capacidad. Estos costos son similares a los del Ecuador, no obstante que ellos tienen una producción que es diez veces mayor que la peruana. Esto se debe a que en el Perú se cuenta con la mayor parte de los insumos para su fabricación.

Es interesante anotar que en el Ecuador los 20,000 m² de calentadores instalados a un costo de 4 millones de dólares sustituyen a cerca de 10 MW hidroeléctricos instalados a un costo del orden de 10 millones de dólares. Sin embargo, para la población rural de bajos ingresos los calentadores solares no están todavía al alcance de sus economías, lo que exige la apertura de líneas de crédito por parte del sector público.

Para los equipos de secado solar no hay datos confiables de costos porque, como hemos indicado, aún no están en etapa de comercialización.

El costo de cada panel fotovoltaico ha sido evaluado en US\$250, pero las empresas que los importan ponen precios del orden de US\$500 a

800, para sistemas de 20 a 30 W pico, y comercializan algunas decenas por año. Los módulos fotovoltaicos tienen una vida útil de unos veinte años, y pueden ser amortizados en 5 a 7 años con el ahorro de energía de otras fuentes. Para ENTEL PERU el desempeño de los equipos es bueno y se ha recuperado la inversión realizada en adquirirlos en un tiempo de 5 años de operación. El ahorro con respecto a otros medios de generación eléctrica, en este caso, proviene de que no se gasta en repuestos costosos y mantenimiento complejo para los grupos electrógenos tradicionales.

3.4. Grado de integración nacional de los equipos y nivel de desarrollo de la tecnología en el Perú

Por lo dicho anteriormente, el grado de integración de algunas tecnologías que usan energía solar es muy alto. Por ejemplo, en lo referente a calentadores solares los materiales nacionales requeridos para su fabricación representan un 80% del total. Por otro lado, la tecnología de diseño y construcción está plenamente desarrollada en el país, siendo muy grande la confiabilidad de los productos, con tiempos de vida útil del orden de los 15 años. Dado el aumento de la demanda se ha visto ya la necesidad de introducir normas técnicas adecuadas e instalar bancos de prueba para los equipos hechos con fines comerciales.

En cuanto a los sistemas fotovoltaicos el grado de integración nacional es menor, sobre todo si se hace comparaciones a precios de venta. Sin embargo, si no se toman en cuenta los impuestos fiscales a la importación de partes (es decir, con un apoyo estatal adecuado), ese grado de integración podría bordear un 60% en la medida en que se desarrollen localmente los reguladores, baterías alcalinas, lámparas y balastros de mejor calidad que los actualmente producidos. Solamente habría que importar los módulos.

3.5. Administración de las instalaciones

La administración de las instalaciones solares, en la actualidad, está en manos directas de los usuarios, sean personas naturales, empresas o instituciones de investigación y desarrollo.

4. TECNOLOGIAS PARA EL USO DE LA ENERGIA EOLICA

Los sistemas de aprovechamiento de la energía eólica en el Perú han sido desarrollados preferencialmente en Arequipa y en la costa norte que es barrida por vientos moderados y estables de sur a norte, con velocidades del orden de 5 m/seg. En el altiplano puneño se dan también condiciones meteorológicas adecuadas para el empleo del viento. Estas tecnologías han sido desarrolladas en pequeña escala en el país desde hace más de 40 años, especialmente para bombeo de agua con fines agrícolas, pecuarios o de consumo humano, y en algunos casos para generar electricidad.

4.1. Ambito y población beneficiada

Más de mil molinos de viento están en uso en las localidades de Miramar y Vichayal en Piura, para irrigar parcelas de 1 o 2 hectáreas. En Arequipa hay instalados unos 1300 molinos de viento en unidades familiares, muchos de ellos dentro del perímetro urbano, y son utilizados para el bombeo de agua destinada a irrigar huertos pequeños. En Puno hay unos 150 molinos y algunos más están dispersos en Ayaviri, Ayacucho, Junín y Cajamarca. En esta última localidad hay un molino semi-industrial que abastece de agua a 70 familias.

Así la población beneficiada asciende a unas 2000 familias en el área rural.

4.2. Características técnicas

En base al molino de viento de tipo holandés, los campesinos de los valles del Chira y del Piura desarrollaron un tipo de molino construido

con materiales del lugar: estructura de troncos de algarrobo y sauce, aspas de estera o brin fijados en marcos de madera, y émbolo y válvulas hechos de madera con empaquetadura de cuero. La parte metálica, constituida por el eje del rotor y cigueñal, la biela y las planchas de fijación de las aspas, así como el cilindro o tubo de acero y canaletas de descarga, inicialmente fueron obtenidos como productos de desecho de los campos petrolíferos de La Brea y Pariñas; dado el aumento de la demanda ahora se compra este material parcialmente en el mercado formal.

En Arequipa la experimentación comenzó con la adaptación del modelo "americano" multiaspa. En base a estos intentos, ITINTEC desarrolló hasta 25 prototipos para Arequipa y otros lugares del país. Estos diseños han dado preferencia a los modelos con pocas aspas metálicas, de hasta 6 metros de diámetro, buscando disminuir los costos. También ha introducido molinos del modelo Creta, pero aún sin suficiente difusión. Un proyecto demostrativo se está realizando en Lambayeque, para aplicarlo a bombeo de agua para riego en el ámbito rural. La tecnología está a punto, pero falta financiamiento, capacitación y talleres de asistencia técnica y mantenimiento.

El ITINTEC está desarrollando tecnología para rotores superiores a los 7 metros para irrigar áreas mayores a tres hectáreas.

Las profundidades de bombeo atacadas hasta el momento no exceden los 20 metros.

En cuanto a la generación de energía eléctrica, el avance es muy lento. ELECTRO PERU está desarrollando un proyecto piloto con tres aerogeneradores de 3,5 kW cada uno, en el Departamento de Piura, en zonas donde el viento tiene velocidades de aproximadamente 9 m/seg. No ha comenzado la experimentación para generación de potencias medianas o altas, y los equipos del proyecto piloto mencionado son importados.

En lo relativo a cargadores de baterías, ELECTRO PERU y la empresa privada AVINSA han construido y puesto a prueba un modelo de 180 W, habiendo tenido éxito.

4.3. Costos

En Miramar, los molinos de viento con rotor de 6 metros que actualmente se construyen, tienen un precio estimado de US\$1000, mientras que los molinos del Sr. Segovia, en Arequipa, se venden a precios que oscilan entre US\$700 y 1500, para diámetros de rotor comprendidos entre 3 y 4,5 m. Los molinos fabricados por AVINSA tienen rotores de 3,5 m de diámetro y se venden a unos US\$1500. Por su parte la empresa IDEA fabrica microgeneradores eólicos de 200 W con un precio de US\$450.

El éxito de la tecnología eólica de Miramar se basa en que se han logrado precios de fabricación menores que los precios internacionales, que son aproximadamente tres veces mayores. La disminución de los costos ha sido posible por las simplificaciones introducidas y por el uso mayoritario de materiales locales.

4.4. Grado de integración nacional de los equipos y nivel de desarrollo de la tecnología en el Perú

Los molinos de Miramar son construídos, reparados, mantenidos y operados íntegramente por campesinos, y la proporción de materiales peruanos está muy próxima al 100%. Recientemente se ha iniciado un proyecto para apoyar a esa comunidad en un programa de rehabilitación de molinos en desuso. Así mismo, el proyecto se propone transferir esta tecnología a otras comunidades campesinas. En todo caso es de advertir que el uso de materiales sencillos se traduce en una menor calidad y eficiencia del molino, y en la demanda mas frecuente de reparaciones. La difusión de este tipo de molino requeriría la formación de pequeñas empresas que puedan aumentar su eficiencia y calidad, y preparen personal de mantenimiento. En todo caso, su utilización podrá hacerse eficientemente en zonas donde existan condiciones análogas a las de Miramar: vientos básicamente unidireccionales y de velocidad casi constante, materiales de construcción similares, y dotación de agua a los niveles adecuados.

En cuanto a los molinos metálicos de Arequipa, la tecnología está suficientemente lograda, pudiendo continuar la investigación y desarrollo para diseñar unidades de mayor potencia y tamaño. La integración de los materiales nacionales esta también muy próxima al 100%.

Es importante destacar que para lograr una mayor difusión de los molinos de viento es necesario y conveniente establecer líneas de financiamiento que permitan enfrentar la inversión inicial de los usuarios. Sus competidores más próximos en la costa son las motobombas, con integración nacional bastante mas pequeña, y con un costo de operación alto debido a los precios siempre crecientes de los hidrocarburos. En estos equipos además el tiempo de vida es menor debido a las altas velocidades de los motores ocasionados por su pequeño tamaño y menor costo.

4.5. Administración de las instalaciones

La administración de las unidades eólicas están a cargo de los propios usuarios, sean campesinos, instituciones o empresas.

5. TECNOLOGIAS PARA OBTENER ENERGIA DE LA BIOMASA

La tecnología tradicional en el Perú para obtener energía de la biomasa es utilizar la leña para cocción. De esta manera, se consume un 80% de la energía de uso rural. Si bien esta tecnología es convencional o tradicional, no es de carácter comercial.

En el campo de la digestión anaeróbica, la incorporación de la tecnología de biodigestores pretende dar respuesta a una variedad de demandas, tales como el mejoramiento de la productividad de la tierra, la preservación del medio ambiente (incluido el suelo), el suministro de energía doméstica y pequeña agroindustria, la autonomización del agricultor en el aprovisionamiento de sus recursos, y la generación de posibilidades de empleo diversificado de los excedentes de las cosechas.

Desde 1980 el ITINTEC ha desarrollado una constante labor de investigación y promoción de esta tecnología, tarea que ha incluido la construcción y evaluación de biodigestores, realización de cursos prácticos, redacción y difusión de manuales de uso, y gestión de financia-

miento para usuarios interesados. A partir de este esfuerzo se ha desarrollado un marco institucional en el que participan, además de ITINTEC, varias universidades - especialmente la UNA y las de Cajamarca y Arequipa - y una empresa privada (Gloria S.A., Arequipa).

5.1. Ambito y población beneficiada

Desde 1981 hasta la fecha han sido construidos en Arequipa, Tacna y Moquegua 34 biodigestores, promovidos por la empresa Gloria S.A. El primero de ellos, construido en el valle de La Joya, permitió ganar experiencia en el empleo del abono resultante y del gas metano producido en la biodigestión. En 1982 se inició un programa de difusión en esa región, habiéndose llegado a 1085 ganaderos. El boletín informativo de la empresa dedicó siete números a este esfuerzo de difusión, mostrando métodos, materiales de construcción y el empleo de los productos del biodigestor. Biólogos y agrónomos de la UNSAA asesoran el proyecto.

Cajamarca tiene 42 biodigestores todos ellos construidos, a solicitud de usuarios, por el Centro de Investigación y Promoción de Energías no Convencionales (CIPENC) de la Universidad de Cajamarca. Allí se ha efectuado la investigación, evaluación y difusión de los digestores de tipo chino para familias de 4 a 6 miembros. También se ha diseñado, construido y probado diversos tipos de quemadores de arcilla para usar el biogas.

En el campo de la generación eléctrica, ELECTROPERU ha instalado, en la localidad de Iberia, Madre de Dios, una planta dendrotérmica de gasificación de leña y generación eléctrica de 200 kW. También está estudiando el uso de residuos orgánicos para generación eléctrica, en Piura, en base a residuos de cosecha de algodón y polvillo de arroz.

5.2. Características técnicas

De los estudios realizados se ha podido determinar que en los digestores ubicados a alturas moderadas sobre el nivel del mar, un metro cúbico de gas metano producido alcanza para cocinar 4 horas en una hornilla, o para alumbrarse durante 8 horas. En un biodigestor demostrativo del ITINTEC se tiene un motor de 7 HP que mueve un generador de electricidad de 3 kW.

La producción mensual estimada de un biodigestor de 12 m³ es de 90 m³ de biogas, 65% del cual es metano, lo que equivale a 4 balones de gas propano. El promedio de producción del biogas varía con el piso ecológico en el que se encuentra instalado.

En lo relativo al bioabono, producto del digestor, debe señalarse que su aplicación a los cultivos significa notables incrementos de la productividad. Así, por ejemplo la alfalfa aumenta en 20 a 40%, el maíz forrajero en 68% y las hortalizas en 18 a 22%.

5.3. Costos

El costo de un biodigestor de modelo chino, de 10 a 12 m³ de capacidad, que es el modelo requerido para una familia de 5 a 6 miembros, tiene un costo de unos US\$500. Sin embargo, el Ingeniero Lewis de la empresa Gloria ha propuesto el uso de lajas de concreto prefabricadas, lo que disminuirá el costo hasta los US\$200. Esta propuesta debe ser objeto de una buena evaluación experimental antes de aplicarla a la construcción en serie.

Un biodigestor es rentable solamente en el caso de que se valore simultáneamente ambos productos: el biogas y el bioabono.

La difusión masiva de estos sistemas no será posible sin un decidido apoyo estatal, por ejemplo mediante créditos que otorgue el Banco Agrario.

5.4. Grado de integración nacional de los equipos y nivel de desarrollo de la tecnología en el Perú

Los materiales de construcción requeridos para los biodigestores son nacionales en su totalidad. La tecnología, en cambio, no está a punto sino en la "cuenca lechera del Sur" que comprende los Departamentos de Arequipa, Moquegua y Tacna. En esta región la difusión puede hacerse ya con toda garantía pues hay condiciones climáticas favorables y aceptación plena de la tecnología por los campesinos. Sin embargo es importante realizar en cada zona nueva un estudio de microlocalización (ubicación, tipo de insumos, etc), un estudio econó-

mico de factibilidad y financiación, y que garantice el acceso a la asistencia técnica.

Debe recordarse que hasta ahora la experiencia peruana en biodigestores registra fallas en los prototipos debido a imperfecciones de diseño y al empleo de materiales de construcción inadecuados, así como a la mala ubicación de las unidades debido a las distancias relativamente grandes al lugar de recojo de los insumos (desechos orgánicos) o de consumo del gas.

Para una producción y explotación óptima de esta tecnología deben ser realizados aún algunos estudios sobre la potencialidad ecológica y agrícola de las regiones elegidas para su aplicación, así como mayores investigaciones sobre los inductores bioquímicos y orgánicos agrícolas generados en el digestor. Se requiere así mismo realizar más estudios sobre el rendimiento y velocidad de producción del biogas a diferentes alturas geográficas, así como otras investigaciones asociadas a la fermentación metanogénica.

Es necesario prestar atención también a los balances energéticos, el uso del biogas en motores de combustión interna, y al diseño de utensilios de cocción e iluminación más eficientes.

5.5. Administración de las instalaciones

Las unidades de biodigestión son administradas por los propios usuarios o por las instituciones propietarias (Universidades, empresas como Gloria S.A., Institutos de investigación y desarrollo como ITINTEC, etc).

6. TECNOLOGIAS PARA EL MANEJO DE LA ENERGIA GEOTERMICA

El desarrollo de estas tecnologías en nuestro país pertenece al futuro mediato, pues aún no ha entrado en etapa de realización ningún proyecto. Los estudios apenas llegan al nivel de pre-factibilidad que se

realizan o están por comenzar en La Grama (Cajamarca), Challapalca (Tacna), Salinas (Arequipa) y Chivay (Arequipa).

En etapas más incipientes aún están las inquietudes por el uso de otras energías, como la mareomotriz, por ejemplo.

7. ELECCION DE LAS TECNOLOGIAS NO CONVENCIONALES EN LA SOLUCION DE PROBLEMAS RURALES

Dejando de lado la tecnología de explotación de fuentes geotérmicas, cuyo desarrollo es aún imprevisible, podemos destacar el hecho de que disponemos de cuatro juegos de tecnologías que, usadas por separado o combinadas adecuadamente, nos resuelven una amplia gama de problemas del medio rural, sobre todo en lo que toca a los campesinos de menores recursos.

En este caso, como en todos los que se plantea a la Ingeniería, la solución del aprovisionamiento de energía para determinado fin depende de los medios o fuentes energéticas disponibles en el lugar de uso. Sin embargo, se puede señalar algunas prioridades genéricas, tales como las que exponemos a continuación:

a) La instalación destinada a suministrar energía debe ser precedida del estudio de la demanda productiva existente en el lugar. No es conveniente aceptar, sin una demanda productiva suficientemente alta, proveer energía para iluminación, ya que ésta determina un rápido cambio de patrones culturales cuyo costo debe ser financiado por el excedente obtenido por el incremento de la producción determinado por la nueva disponibilidad de energía. Desde este punto de vista el riesgo más alto está en una electrificación prematura que, al determinar un rápido cambio de los patrones culturales, informativos y de confort material, determina también una fuerte demanda de bienes suntuarios tales como

televisores, radios, tocadiscos, parlantes, cinematógrafo, ventiladores y - eventualmente - refrigeración y calefacción doméstica. Todo este bienestar puede ser ofrecido a la demanda rural una vez que esté asegurada la amortización de las instalaciones generadoras de energía y si queda un excedente razonable.

b) Pasada una primera etapa centrada en la demanda productiva, puede pasarse a una etapa de electrificación progresiva, comenzando con el uso de la electricidad para distribuir la ubicación de motores eléctricos que permitan un mejor diseño de planta agroindustrial y produzcan un excedente mayor destinado a amortizar los nuevos equipos que podrán proveer otros usos de la electricidad. De preferencia el trabajo en la planta debe considerarse en tres turnos, a fin de obtener un buen factor de carga de la central eléctrica durante las 24 horas del día. En el caso de que la modalidad de los procesos determine una disminución de la carga, entonces la energía no usada deberá recibir otras aplicaciones (fabricación de abonos, calefacción de procesos o de agua para establos, lavanderías de lana, etc).

c) Solamente cumplida la etapa b) y obtenidos los excedentes utilizables para fines que no son de primera necesidad se procederá a la instalación de luz eléctrica y a efectuar instalaciones domiciliarias. Entre tanto el tiempo debe ser aprovechado para hacer una campaña educativa intensiva para el uso correcto de la electricidad doméstica. Solamente con cierto grado de prosperidad el trabajador del campo podrá reducir su tiempo de trabajo en la mañana si dedica 2 a 3 horas de la noche a otras actividades.

d) Según los niveles energéticos demandados, la fuerza mecánica debe ser provista inicialmente por microturbinas y por molinos de viento y de agua. En segunda instancia debe ser provista por generadores eléctricos o por motores a biogas (cuyo desarrollo en nuestro país es muy incipiente).

e) La energía térmica debería ser provista en primer lugar por el sol y por la biomasa. Producir calorías en base a energía eléctrica puede ser muy oneroso, a menos que se satisfagan condiciones muy especiales de rentabilidad de las instalaciones.

f) La disminución de los costos en velas y candiles para la iluminación puede conseguirse mediante un uso juicioso del biogas.

Así pues, en una misma agrupación campesina pueden coexistir óptimamente una microturbina para mover un molino de granos, un biodigestor para producir el biogas para cocción e iluminación, y secadores solares para productos agrícolas que lo necesiten. Una combinación de este tipo puede resultar más económica, tanto en inversión como en operación, que una central hidroeléctrica con la capacidad suficiente para cubrir todas esas demandas. La solución depende, naturalmente, del tamaño del grupo humano, del grado de desarrollo agroindustrial y de los recursos energéticos disponibles. Así, cada solución debe ser objeto de un pequeño estudio de ingeniería económica.

8. COMPARACION CON LAS ALTERNATIVAS CONVENCIONALES

8.1. Redes interconectadas y centrales hidroeléctricas de gran potencia

Esta solución convencional corresponde a países que poseen una alta densidad de consumo de energía y necesitan sistemas que garanticen alta seguridad en el suministro de la energía. Como esta no es la situación del consumo de energía en nuestro país, el modelo de redes interconectadas produce soluciones caras y muy vulnerables. En efecto, los puntos de gran consumo están separados por distancias que exigen construir líneas de transmisión largas y de muy alta tensión, sin puntos de distribución intermedios pues las potencias requeridas por los pueblos intermedios son insignificantes y no justifican una subestación de bajada de la alta tensión y tensiones intermedias (10 kV por ejemplo) pues su costo ha aumentado al transmitir a 110 kV o más.

Por otra parte, los costos de inversión en las centrales hidroeléctricas son muy altos e implican financiamientos muy onerosos en el servicio de la deuda. Así, la energía vendida mediante la red lleva ya

importantes sobrecostos que se traducen en el aumento del precio del kilovatio-hora. Este aumento afecta menos a la gran empresa industrial o al consumo doméstico en las grandes ciudades, que a la economía sumamente débil de los campesinos que sean eventualmente usuarios previo financiamiento de la extensión de redes de alta tensión y subestaciones.

Finalmente, hay que señalar que, en la actual etapa histórica que vive el Perú, un sistema interconectado en alta tensión es muy vulnerable a los atentados terroristas, como ha quedado demostrado en los últimos años. Dichos atentados se traducen económicamente en un sobrecosto del kW/h y su correspondiente aumento del precio de venta.

8.2. Uso de hidrocarburos y carbones antracíticos

Exceptuando lo que pueda ocurrir en las zonas próximas a los nuevos yacimientos de gas de Camisea, en general el uso de hidrocarburos es poco funcional en el área rural por diversos motivos: precio alto, transporte caro, disponibilidad limitada de equipos de combustión interna, etc.

Mejor futuro tendría el uso del carbón antracítico a medida que se desarrolle su producción y su comercialización. En el caso de hogares de calderos industriales, de tamaño suficientemente grande, el quemado del polvo de carbón antracítico no es problemático, pero sí lo es en hogares pequeños y cocinas domésticas, en que es difícil comenzar la combustión. En consecuencia, hay organizaciones como PROCARBON, en colaboración con la Pontificia Universidad Católica del Perú, que tratan de desarrollar la fabricación y empleo de briquetas de carbón mineral de baja granulometría, transfiriendo tecnología de Corea del Sur. Se espera producir briquetas de 2 y 3,6 Kg de peso, compuestas de una mezcla de carbón y arcilla, con un poder calorífico de unas 4500 k-Cal/Kg.

Es evidente que por varios años las briquetas no podrán competir con las fuentes tradicionales (agua) o las no tradicionales (viento y sol) pues:

- la producción de briquetas a nivel comercial tomará tiempo hasta dominar la tecnología y asegurar una fuente regular de abastecimiento.
- será necesario desarrollar los hogares y fogones mas adecuados para su uso.
- será necesario esperar a que sus precios se estabilicen en el mercado para comparar los costos con los de tecnologías no convencionales que producen la energía en el sitio de consumo, sin depender del transporte.

Conviene también mencionar que la combustión de briquetas produce la contaminación ambiental característica de la combustión del carbón, con su aporte al "smog" que resultaría de su combinación con las neblinas costeñas, por ejemplo. Esto debe ser contrastado con las tecnologías no convencionales tratadas en los párrafos 1 a 4 del presente informe, que producen contaminación nula.

8.3. Explotación tradicional de la biomasa

El uso de la leña para cocción es la forma más tradicional de la explotación de la biomasa y, mientras no exista en el país una política de reforestación, los bosques serán depredados para extraer la leña al menor costo posible. Este mecanismo, que muchas veces reduce a costo nulo el de la leña, es imbatible por cualquier mecanismo moderno que implique la adquisición de equipo. Así, el 81,8% de la población rural usa la leña para fines de cocción, produciendo unas $2,4 \times 10^7$ T Cal que serán usadas con una eficiencia que no excede el 7% (V.*4*). De estos cálculos resulta que la gigantesca depredación de los bosques conduce a radiar ingente cantidad de calorías a la atmósfera. Un mecanismo que produce tan grave deterioro del medio ambiente y de la economía del país debe ser drásticamente mejorado, derivando a sus usuarios hacia las tecnologías convencionales y no convencionales que resulten adecuadas a cada caso.

El mejoramiento del uso de la leña para cocción debe ser enfrentado urgentemente con una política de reforestación que garantice el reciclamiento de los bosques y la reforestación de áreas que hayan sido desertificadas por talas anteriores. A esto debe sumarse una política de

mejoramiento tecnológico, como la construcción de plantas dendrotérmicas constituyendo complejos formados por un bosque permanentemente reciclado, hornos de carbonización, gasógenos, motores a gas y generadores eléctricos. Actualmente está culminando el proyecto piloto de una planta dendrotérmica en Iberia, Madre de Dios, a cargo del Ministerio de Energía y Minas.

Hecha la anterior descripción, es claro que por mucho tiempo el uso tradicional de la leña deberá ser desplazado por tecnologías no convencionales. Si se adopta la solución de plantas dendrotérmicas - a todas luces la más razonable - para la producción de energía, ésta tendrá la forma de energía eléctrica que, por la naturaleza de la solución, tendrá que ser con las características convencionales: distribución en alta tensión. De esta manera, dicha energía no tendrá influencia directa en una primera etapa de cambio técnico en el mundo rural pues tendría los inconvenientes ya señalados.

9. REFERENCIAS

- 1 INE "Censos Nacionales. VIII. de Población y III de Vivienda".
- 2 M. Núñez, R.Castillo "Tecnología de las fuentes de energía nuevas y renovables: Desarrollo y aplicaciones", Informe MEM - setiembre de 1986.
- 3 M. Núñez "Desarrollo de la dendroenergía: situación y perspectivas", Informe MEM, noviembre de 1986.
- 4 B. Marticorena "Patrón actual de consumo de energía en el medio rural", Lima, Julio de 1988.

3

Benjamín Marticorena

PATRON ACTUAL
DE CONSUMO DE ENERGIA
EN EL MEDIO RURAL

Comisión Coordinadora de Tecnología Andina
(CCTA)

I. ASPECTOS GENERALES

Según la definición del Instituto Nacional de Estadística (INE) área rural es "el conjunto de centros poblados que tienen menos de cien viviendas agrupadas contiguamente ó (más viviendas, pero) distribuidas en forma dispersa" (1).

Se consigna información sistemática referida a consumo energético rural en el Balance Nacional de Energía 1965-1976 (2) y en los volúmenes de los censos nacionales de población y vivienda de 1961 y 1972. Documentos más recientes, relativos al censo nacional de 1981 y al Balance Nacional de Energía, series 1970-1984 y 1985-1986, (3) dan una información muy detallada sobre el consumo de energía en toda el área rural peruana.

El consumo energético en dicha área es fundamentalmente para cocción de alimentos y para calentamiento de agua siendo el gasto para iluminación mucho menor. La calefacción doméstica es el resultado de la cocción de alimentos y no representa, por lo tanto, un rubro de consumo independiente. Por otra parte, la energía consumida en el trabajo agrícola, en los servicios de transporte y en la pequeña agroindustria es directamente energía humana y también energía animal, para tracción o transporte. Excepciones importantes lo constituyen los pequeños establecimientos para la producción de chicha o panes, y ladrilleras, que usan preferentemente leña o carbón vegetal, y los aproximadamente, 3,000 molinos de viento que funcionan en parcelas agrícolas de Arequipa, Piura y Puno para obtención de agua del subsuelo (4). El uso de energía solar es cuantitativamente irrelevante para esta evaluación, aunque

muy promisorio para el secado de productos agrícolas, para el calentamiento de agua y para calefacción doméstica.

El consumo doméstico de energía por tipos de uso en el área rural se presenta como sigue (5): para cocción 97.0%, para iluminación 2.9% y para otros usos 0.1%.

II. EVALUACION DEL CONSUMO ENERGETICO RURAL

El Cuadro No.1 resume una información amplia sobre el patrón actual del consumo de energía en el área rural peruana. Está realizado en base a los datos disponibles en las publicaciones del INE y del MEM arriba indicadas (1-3).

1) En la segunda columna se da la tasa anual de crecimiento de la población total (rural + urbana) por departamento, tal como fue evaluada entre los censos nacionales de 1972 y 1981. Puede verse la importante diferencia entre las tasas correspondientes a distintos departamentos. Las mayores diferencias con respecto a la media, corresponden a zonas de fuertes corrientes migratorias. Para la elaboración del Cuadro 1 hemos supuesto que, entre 1981 y 1988 la tasa de crecimiento poblacional se han mantenido la misma que en el mencionado período intercensal para todos los departamentos. Según los valores dados, la tasa media anual de crecimiento poblacional en el Perú es de 2.6%.

2) En la tercera columna se da la población total (rural + urbana) por departamento estimada a julio de 1988. Según los cálculos, la población total del Perú es, en la actualidad, de 20'366,180 habitantes a la que hay que agregar el crecimiento de una fracción poblacional no censada en 1981 y que en la actualidad, se estima en unos 770,000 habitantes (esto es, menos de un 4% de la población censada). De esta manera, el total estimado de la población actual es de 21'143,180 habitantes. En el cuadro 1 se ha trabajado, sin embargo, sólo sobre la base de los datos censales de 1981 y de su proyección hasta 1988; es decir, sobre una población total de 20'366,180 habitantes.

CUADRO Nº 1

Departamento	Tasa anual de crecimiento	Población total por Dptos.	Población rural	Población por combustible usado para cocinar						No cocinan Δ
				Electricidad	Gas Propano	Kero-sene	Leña	Otros	No cocinan	
AMAZONAS	3.0	313,077	212,983 68%	—	640 0.3%	7,764 3.6%	204,873 96.1%	98 —	4,974 2.3%	2.3%
ANCASH	1.3	895,721	425,770 47.5%	558 0.1%	1,800 0.4%	24,322 5.7%	401,067 94.2%	1,747 0.4%	11,700 2.8%	3.6%
APURIMAC	0.5	334,834	251,834 75.2%	29 —	551 0.2%	3,257 1.3%	234,150 93.0%	16,312 6.5%	5,529 2.2%	3.2%
AREQUIIPA	3.2	880,885	148,310 16.8%	896 0.6%	3,278 2.2%	50,450 34.0%	96,004 64.7%	5,535 3.7%	5,129 3.5%	8.7%
AYACUCHO	1.1	543,456	343,159 63.1%	86 —	421 0.1%	6,232 1.8%	324,043 94.4%	14,690 4.3%	9,192 2.7%	3.3%
CAJAMARCA	1.4	1'152,440	907,321 78.7%	171 —	2,134 0.2%	38,063 4.2%	870,691 96.0%	1,457 0.2%	22,046 2.4%	3.0%
CALLAO	3.6	567,972	3,977 0.7%	—	1,241 31.2%	2,544 64.0%	519 13.0%	—	127 3.2%	11.4%
CUZCO	1.7	936,770	553,796 59.1%	398 0.1%	851 0.2%	22,727 4.1%	409,929 74.0%	131,291 23.7%	11,107 2.0%	4.1%
HUANCAVELICA	0.5	359,118	269,352 75.0%	1491 0.6%	845 0.3%	16,763 6.2%	235,784 87.5%	19,506 7.2%	10,803 4.0%	5.8%

Patrón actual de consumo de energía en el medio rural

Departamento	Tasa anual de crecimiento	Población total por Dptos.	Población rural	Población por combustible usado para cocinar							No cocinan	△
				Electricidad	Gas Propano	Kerosene	Leña	Otros				
HUANUCO	1.7	545,496	378,728 69.4%	194 0.1%	2,822 0.7%	25,911 6.8%	326,492 86.2%	28,076 7.4%	12,067 3.2%	4.4%		
ICA	2.2	505,293	112,370 22.2%	590 0.5%	3,739 3.3%	64,319 57.2%	49,281 43.9%	93 0.1%	3,184 2.8%	7.8%		
JUNIN	2.2	992,469	424,814 42.8%	1,409 0.3%	4,068 1.0%	74,379 17.5%	350,810 82.6%	13,504 3.2%	10,815 2.5%	7.1%		
LA LIBERTAD	2.3	1'129,101	394,195 34.9%	1,177 0.3%	3,527 0.9%	46,709 11.8%	342,885 87.0%	3,597 0.9%	11,866 3.0%	3.9%		
LAMBAYEQUE	3.0	829,479	190,562 23.0%	462 0.2%	1,702 0.9%	45,722 24.0%	144,712 75.9%	37 —	5,712 3.0%	4.0%		
LIMA	3.5	6'038,081	259,025 4.3%	2,412 0.9%	10,589 4.1%	145,741 56.3%	113,254 43.7%	1,842 0.7%	7,700 3.0%	6.7%		
LORETO	3.0	547,746	248,764 45.4%	330 0.1%	482 0.2%	24,696 9.9%	232,176 93.3%	74 —	5,397 2.2%	5.7%		
MADRE DE DIOS	4.9	46,135	25,593 55.5%	67 0.3%	—	3,531 13.8%	22,817 89.2%	17 0.1%	748 2.9%	6.3%		
MOQUEGUA	3.5	129,276	28,887 22.3%	32 0.1%	341 1.2%	1,837 6.4%	26,919 93.2%	310 1.1%	818 2.8%	4.8%		

Departamento	Tasa anual de crecimiento	Población total por Dptos.	Población rural	Población por combustible usado para cocinar							△
				Electricidad	Gas Propano	Kerosene	Leña	Otros	No cocinan		
PASCO	2.1	246,499	102,908 41.7%	364 0.4%	674 0.7%	17,217 16.7%	73,352 71.3%	14,559 14.1%	2,358 2.3%	5.5%	
PIURA	3.1	1'394,110	542,120 38.9%	286 0.1%	4,198 0.8%	51,748 9.5%	490,802 90.5%	176 —	15,419 2.8%	3.7%	
PUNO	1.5	988,048	698,339 70.7%	113 —	1,782 0.3%	49,446 7.1%	371,199 53.2%	300,431 43.0%	20,836 3.0%	6.6%	
SAN MARTIN	4.0	420,771	169,928 40.4%	95 0.1%	467 0.3%	13,896 8.2%	156,648 92.2%	58 —	4,162 2.4%	3.2%	
TACNA	4.5	194,719	27,189 14.0%	895 3.3%	761 2.8%	7,757 28.5%	19,055 70.1%	— —	1,040 3.8%	5.7%	
TUMBES	3.4	131,221	28,716 21.9%	— —	593 2.1%	14,646 51.0%	13,701 47.7%	— —	538 1.9%	2.7%	
UCAYALI	2.8	243,463	100,375 41.2%	121 0.1%	772 0.8%	12,045 12.0%	90,203 89.9%	34 —	4,246 4.2%	2.7%	
TOTAL	Promedio 2.6%	20'366,180	6'849,015 33.6%	12,176 0.2%	48,368 0.7%	771,722 11.3%	5'601,166 81.8%	553,444 8.1%	187,612 2.7%	Prom. 4.8%	

3) En la columna cuarta se da la cifra de la población rural por departamento, seguido del porcentaje de ésta en relación a la población total del departamento. El resultado de esta proyección es que la población rural total del país, en julio de 1988, es de 6'849,015 habitantes, lo que representa el 33.6% de la población total del país (rural + urbana).

4) En las columnas quinta hasta la décima se da la proyección de la población rural por departamento, en julio de 1988 por combustible usado para cocinar. Allí mismo se da también el porcentaje de la población rural que consume un tipo de combustible para cocción, con respecto a la población rural total por departamento.

Se señala también que en la columna novena el rubro "otros" representa principalmente el uso de la bosta (estiércol de vacuno) y, en menor medida, de yareta o ichu, carbón vegetal y carbón mineral, en ese orden. Por otra parte, la columna décima se refiere a habitantes que usan los servicios de cocina de otras viviendas que no son las suyas.

5) Puede verse que si se suman los porcentajes (por departamentos) desde la columna quinta hasta la décima, el resultado no da el 100% sino que lo excede. La diferencia que llamamos , está indicada en la columna undécima y representa el porcentaje de la población rural (por departamento) que consume más de un tipo de combustible para cocción.

Debe destacarse que las energías de consumo rural son, en un 89.9% energías no comerciales. Estas se definen como aquellas cuyo modo habitual de obtención es la apropiación directa. "las energías no comerciales tienen circuitos de transacción primarios y más vecinos al trueque que a las leyes del mercado" (2).

Según los datos consignados en el Cuadro 1, el 81.8% de la población rural peruana (es decir 5'601,166 habitantes) consumen leña como fuente de energía para fines de cocción. Sigue en importancia en el consumo para estos fines el kerosene, empleado por el 11.3% de la población rural. Luego están los combustibles como la bosta (que se usa generalmente en combinación con leña), yareta y carbón con un consumo porcentual de 8.1% de la población rural, el gas propano con el 0.7% y la electricidad con el 0.2%.

El economista Máximo Núñez Núñez del Consejo Nacional de Energía (5) señala que para uso en cocción se han producido notables cambios en el patrón de consumo de combustibles en el área rural en el período 72-81, cambios que se mantienen, verosímelmente, vigentes hasta 1988; estos son:

a) La población consumidora de bosta y yareta ha disminuído fuertemente, desplazándose hacia la leña y el kerosene o han acrecentado la mezcla de leña con otros combustibles.

b) La población rural consumidora de leña ha tenido un crecimiento de 615,000 nuevos consumidores en el período señalado, con una tasa media anual de 1.5%.

c) La población rural consumidora de kerosene ha tenido un incremento de 190,000 nuevos consumidores con una tasa media anual de 4% en ese mismo período.

La tabla que sigue, extraída del documento del economista Núñez Núñez (5) muestra los cambios en el patrón de consumo ocurridos en el área rural en el período 1972-1981, en porcentajes:

Combustible	Año 1972	Año 1981
kerosene	8.0	10.0
leña	75.3	78.2
bosta + yareta	16.0	8.0
gas licuado	0.4	0.6
electricidad	0.1	0.2
No usa	0.2	2.6
	100.0	100.0
Total en 10 ³ hab	5,433.0	5,796.0

Referente al rendimiento de cocción en el área rural, la situación es la siguiente para los principales productos empleados (5): (*).

(*) Hay fuertes discrepancias en la evaluación del consumo específico de leña. El Ministerio de Agricultura ha otorgado el valor de 0.7 kg/día - habitante mientras que la FAO considera el valor de 1.58 kg/día-hab. Los Brasileños, por su parte, lo estiman en 4.0 kg/día-hab. El Balance Nacional de Energía del MEM adopta el valor de 3.779 kg/hab-día, que hemos usado aquí.

TABLA 2	
Producto	Consumo
leña	3.2779 Kg./hab.-día
leña + bosta	3.0684 Kg./hab.-día
bosta	2.0000 Kg./hab.-día
Kerosene	0.3386 lts./hab.-día (**)
gas	0.1204 Kg./hab.-día (**)

(**) La evaluación del consumo para este producto está hecha en el área urbana, pero se toma como válida para el área rural, dado que las cocinas a gas y a kerosene son de diseño industrial (se exceptúan los casos de calentadores a kerosene).

Para realizar el balance en calorías del consumo de energía rural, tomamos en cuenta los factores de conversión (poderes caloríficos) de los diversos productos.

TABLA 3	
Producto	Poder Calorífico
leña	3,600 k cal/kg.
bosta	3,600 k cal/kg.
kerosene	8,360 k cal/lt.
gas licuado	10,950 k cal/kg.

Según los datos que anteceden y los del cuadro 1 puede deducirse el total de productos energéticos consumidos por año en calorías, en el área rural:

TABLA 4		
Producto	Consumo anual total de la población rural	Equivalente en T cal (***)
leña	6.7×10^9 kg.	2.4×10^4
bosta	4.0×10^8 kg.	1.4×10^3
kerosene	9.5×10^7 lt.	8.0×10^2
gas	2.1×10^6 kg.	2.3×10

(***) 1 T cal = 10^{12} cal.

En el BNE 1965-1976 (2) se señala que "la leña es un producto que merece un tratamiento especial en el balance de energía... puede decirse que su participación calórica es de magnitud considerable por dos razones: una es que las grandes mayorías rurales usan este producto casi exclusivamente para satisfacer sus necesidades de cocción; la otra es que su bajísimo rendimiento en los rudimentarios aparatos de consumo magnifica considerablemente su porcentaje entre las demás energías ". En el mismo documento se considera una eficiencia del 10% en el consumo de leña (el valor real es de un 7% conforme a los datos censales y al BNE serie 1985-1986), en cuyo caso la energía útil de la bosta es de 15% la del kerosene 30% y la del gas licuado 62%. Una variante a esta información se da más adelante, obtenida de otro documento (5).

La comparación de la bosta con la leña es inesperada:

"Se debe, tal vez, a que la bosta no despidе llamas, los aparatos de cocción (tullpa) son de barro (buen aislamiento), por la pequeña distancia entre el combustible y la olla y por el bajo contenido de humedad" (2)

Por otro lado, existe un importante consumo de leña, con fines industriales y comerciales en el sector artesanal: chicherías, panaderías, ladrilleras y/o alfarerías (2), lo que hace aumentar el consumo de leña nacional, desde la cifra anteriormente dada (2.4×10^4 T cal) a más de 3.3×10^4 T cal, en la actualidad (3).

En lo referente al consumo de energía para iluminación en el medio rural, también se han producido cambios sustantivos en el período 1972-1981 (5):

"a) se han incorporado 20,000 viviendas a los sistemas de servicios público y de autoproducción de electricidad con fines de iluminación. Así, el porcentaje de viviendas con servicio eléctrico pasó del 2.7% al 4.2% respecto al número total de viviendas en el área rural, lo que significa que la población servida sigue siendo una minoría.

b) Es notable el crecimiento de la población que usa kerosene como combustible para iluminación, siendo éste el que progresivamente ha desplazado a las velas".

La tabla siguiente describe esta situación:

Combustible	Porcentaje de uso	
	1972	1981
electricidad	2.1	4.3
kerosene	82.4	91.1
velas	12.9	2.7
otros	1.8	1.9
	100.0	100.0
Equivale a	5'433, hab	5'976, hab

Con referencia al consumo específico por combustible y por instrumento de conversión empleado se tiene la información siguiente (5):

Kerosene	(mecheros)	0.0412 lts/hab-día (con 8,360 kcal/lt)
Kerosene	(lamparines)	0.0755 lts/hab-día (con 8,360 kcal/lt)
velas		0.0122 kg/hab-día (con 10,553 kcal/kg).

Producto	uso	artefacto	rendimiento
electricidad	cocción	cocina	80%
gas propano	cocción	cocina	60%
kerosene	cocción	cocina	35%
Carbón vegetal	cocción	fogón	15%
Bosta	cocción	fogón	10%
leña	cocción	fogón	7%
electricidad	iluminación	lamparas fluorescentes	15%
electricidad	iluminación	lamparas incandescentes	4.5%
kerosene	iluminación	mecheros, lamparines	2.0%
vela	iluminación		2.0%

Los rendimientos promedios estimados para cocción e iluminación, por tipo de energía y por tipo de artefacto empleado son como sigue (5):

Todos los datos que se han dado en este informe corresponden a la energía bruta, liberada por la fuente en el momento de su conversión. La energía útil por productos (consumida para cocción) para el año 1982 es (5), en Tcal:

kerosene	198.8
gas licuado	11.5
leña	1,418.3
bosta	97.9
electricidad	3.8
Consumo útil total	1,730.0

Como se ve, el consumo útil total representa una cantidad algo menor al 7% de la energía bruta gastada.

III. REFERENCIAS

- 1) "Censos Nacionales. VIII de Población y III de Vivienda" INE, Julio 1981.
- 2) Balance Nacional de Energía 1965-1976, Dic. 1978.
- 3) Balance Nacional de Energía, Serie 1970-1984 y Serie 1985-1986, MEM.
- 4) "Tecnología de las Fuentes de Energía Nuevas y Renovables: Desarrollo y Aplicaciones" por Máximo Núñez y Reynaldo Castillo, MEM, Setiembre de 1986
- 5) "Consumo de Energía útil en el Sector Doméstico" Máximo Núñez, MEM, Dic. 1983.

4

LA ELECTRIFICACION RURAL

EN EL PAIS

ELECTROPERU

1. ANTECEDENTES

A fin de poner en evidencia la importancia del Programa de Electrificación Provincial, Distrital y Rural, es necesario referirse brevemente a los esfuerzos que con anterioridad a su creación realizó la Empresa, en lo concerniente a la Electrificación Rural.

En el año 1963 se suscribió un Convenio de Asistencia Técnica con la AID para implementar un Plan Piloto de Electrificación Rural, en el Valle del Mantaro, con más de 70 centros poblados.

A través de ese Plan Piloto se trataba de evaluar los efectos directos e indirectos que la electrificación de Pequeños Centros Poblados trae consigo, como base para emprender un Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica.

La infraestructura eléctrica asociada al referido Plan Piloto fué implementada casi en su totalidad, pero no se efectuó una evaluación económica-social previa a la electrificación de dicha área, por lo que posteriormente no pudo evaluarse el beneficio derivado de la electrificación.

En 1972 se crea ELECTROPERU con lo cual el Estado asume la función de acometer en forma planificada la Expansión de la Frontera Eléctrica; pero por la magnitud del encargo y la escasa información de los servicios eléctricos a nivel nacional ELECTROPERU en la década del 70 se dedicó principalmente a atender los requerimientos más urgentes de los grandes centros urbanos y a diagnosticar los servicios eléctricos a nivel nacional, creando paralelamente organismos con encargos específicos, tales como: Programa de 22 localidades, dedicado a mejorar el

suministro en localidades medianas, Oficina de Proyectos de Tecnología Aplicada, cuya función principal fué el de implementar Pequeñas Centrales Hidroeléctricas, y a la Oficina de Proyectos de Interés Local, con la finalidad de orientar, coordinar y ejecutar proyectos de electrificación en beneficio de Pequeños Centros Poblados.

Con la promulgación en el año 1982 de la Ley General de Electricidad No. 23406 se dispone que el desarrollo eléctrico nacional deberá implementarse en forma planificada, especificando que para el caso de localidades aisladas y Pequeños Sistemas Eléctricos, se debería elaborar un Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica.

2. OBJETIVO

El Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica, generador del Programa de Electrificación Provincial, Distrital y Rural, tiene como principal objetivo, racionalizar la aplicación de los escasos recursos disponibles, para extender progresivamente a nivel nacional, la prestación del servicio público de electricidad, asignándole mayor prioridad a la zona del Trapecio Andino y las Microregiones priorizadas por el Gobierno.

De disponerse de los recursos económicos, de acuerdo a las estimaciones proyectadas, se prevé incrementar el grado de electrificación de 17.6% en el año 1987 a 26.4% en el año 1991. Este incremento implica beneficiar con suministro eléctrico a una población adicional del orden de 1'300,000 habitantes.

3. MARCO LEGAL

El Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica, tiene su sustento legal en los siguientes dispositivos:

- Ley General de Electricidad No. 23406, que en su Artículo 51 dispone que el Planeamiento del Desarrollo Eléctrico debe estar reflejado en el Plan Maestro de Electricidad, en los Planes de Desarrollo Eléctrico de las Empresas Regionales y en el Plan Nacional de expansión de la Frontera Eléctrica.

En el Artículo 53, esta Ley determina que el Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica es una actividad permanente, destinada a priorizar la aplicación de los recursos disponibles para extender progresivamente a todo el País la prestación del servicio público de electricidad.

Asimismo el Artículo 55, inciso "d", establece que le corresponde a la Dirección General de Electricidad, definir los criterios de priorización y aprobar el Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica, preparado por ELECTROPERU S.A.

Finalmente, en el Artículo 56, inciso "f", dispone que corresponde a ELECTROPERU formular y mantener actualizado el Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica, así como controlar su ejecución.

- Reglamento de la Ley General de Electricidad, aprobado mediante D.S. No. 031-82-EM/VM, dispone en su artículo 111 del Título VIII, que ELECTROPERU elaborará anualmente de acuerdo a los criterios de priorización establecidos por la Dirección General de Electrificación, el Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica, el que comprenderá los Protectos de Electrificación de localidades aisladas, de Pequeños Sistemas Eléctricos y de áreas rurales.

Para este objetivo, las Empresas Regionales de Servicio Público de Electricidad, presentarán a ELECTROPERU sus propuestas de inversión de Expansión de la Frontera Eléctrica dentro de sus áreas de responsabilidad; para ser priorizadas por esta Empresa, teniendo en cuenta los recursos disponibles a nivel nacional.

Dicho Plan deberá ser aprobado por la Dirección General de Electricidad.

El Artículo 112 de este Reglamento, señala que el Programa Anual de Electrificación Provincial, Distrital y Rural establecido de acuerdo al Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica, será determinado por ELECTROPERU directamente o, por la delegación suya, a cargo de las Empresas Regionales. Al término de las obras, éstas serán incorporadas a la respectiva Empresa Regional.

Asimismo, el Artículo 259 del Reglamento, establece que a partir de 1984, deberá destinarse como mínimo para implementar el Programa Anual de Electrificación Provincial, Distrital y Rural, el 50% de lo que ELECTROPERU capta por concepto de la aplicación del D.L. 163.

- Decreto Legislativo No. 163, que establece un tributo a los usuarios, cuyo consumo es superior a 150 KW h/mes, dichos fondos deber servir prioritariamente para financiar los proyectos del Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica.

- Decreto Supremo No. 243-81-EFC, que dicta normas para la utilización racional de los fondos provenientes de la aplicación del D.L. 163.

- Ley de Financiamiento Eléctrico No. 23380, que declara de primera prioridad, la ejecución de una serie de proyectos indicados en la precitada Ley y que deben implementarse a través del Programa de Electrificación Provincial, Distrital y Rural. Esta ley autoriza a concertar no menos de 200 MIO de US \$ o su equivalente en otras monedas, para destinarse al referido Programa.

- Decreto Ley No. 24030 de Financiamiento del Presupuesto del Sector Público año 1985 que establece que para el caso de los consumos inferiores a 150 KW h el impuesto será del 10%.

4. LINEAMIENTOS DE POLITICA

Los siguientes son los principales lineamientos de Política, considerados en la elaboración del Plan de Expansión de la Frontera Eléctrica:

a) Desarrollo microrregional integrado

Propiciar que la inversión que se realice en el sector rural, esté encaminado a la búsqueda de un Desarrollo Microrregional integrado en concordancia con los planes de desarrollo de los diferentes sectores (social, productivo, otros).

b) Priorización de los proyectos a ejecutarse en función de su prioridad microrregional, menores costos por consumidor y mayores bene-

ficios sociales, a fin de lograr una óptima utilización de los escasos recursos disponibles, orientándolos hacia la búsqueda de un desarrollo regional dinámico.

c) Cobertura de la demanda

- Satisfacer los requerimientos de demanda eléctrica en medianos y Pequeños Centros Poblados, y en ciudades productivas (Sistemas de bombeo de agua subterráneo para riego, agro industria, pequeña minería, etc.), a fin de mejorar las condiciones de vida de sus pobladores e impulsar el desarrollo de la Pequeña y Mediana Industria.

- Prever el suministro oportuno y confiable de energía eléctrica, en función del crecimiento de la demanda, de tal forma que se tenga un adecuado balance oferta-demanda, a lo largo del horizonte de Planeamiento.

d) Empleo de la infraestructura eléctrica existente y utilización de los Recursos Energéticos

- Empleo de la infraestructura eléctrica existente y proyectada en el Plan Maestro de Electricidad, para las distintas etapas del Plan de Expansión de la Frontera Eléctrica.

- Promover la utilización de energía hidroeléctrica, como base para impulsar el desarrollo rural de las zonas andinas.

- Elevar significativamente la utilización del potencial energético de fuentes renovables, sustituyendo gradualmente el uso de hidrocarburos por hidroelectricidad y otros recursos no convencionales.

- Apoyar el desarrollo y utilización del potencial de energía no convencionales, tales como Biogas, Energía eólica, geotermal, etc. para la generación de energía eléctrica.

e) Organización

- Asegurar una estructura técnica-administrativa descentralizada, dentro de una perspectiva unitaria de gobierno, que garantice la ejecución de las distintas etapas del Plan.

- Incentivar la creación de Empresas de interés local, que presten servicio público de Electricidad en Pequeños Centros Poblados y Unidades productivas rurales.

f) Recursos humanos

- Promover la formación y capacitación del personal para mejorar su participación en todas las etapas del Desarrollo Eléctrico, desde el Planeamiento hasta la ejecución, Evaluación y supervisión de Proyectos.

- Promover la participación de las comunidades u otras organizaciones en obras que requieran mano de obra calificada.

g) Financiamiento

- Utilización de los Fondos provenientes de la aplicación del D.L. 163 para la ejecución de los proyectos comprendidos en el Plan, principalmente como contrapartida de créditos externos blandos.

- Buscar el aporte de capital de los Organismos Regionales, teniendo en cuenta que la priorización de los Proyectos del Plan se ha realizado orientándola hacia la búsqueda de un desarrollo regional dinámico.

- Establecer una política financiera orientada en lo posible a la utilización de créditos externos blandos, para la importación de bienes de capital no producidos en el País, así como para el financiamiento de gastos locales.

- Mantener los mecanismos que permitan una transferencia de excedentes de los centros urbanos importantes a zonas económicamente deprimidas del interior del País.

h) Equipamiento y estandarización

- Reforzar y ampliar las acciones de normalización propendiendo al mayor aprovechamiento de las ventajas de estandarización de materiales, equipos eléctricos y diseños, con el objeto de abaratar los costos y agilizar los estudios y ejecución de obras.

- Maximizar la utilización de materiales y equipos fabricados en el país, de preferencia aquellos disponibles localmente, para incentivar el desarrollo industrial del Perú.

- Propender a la elaboración de un reglamento específico que considere exigencias técnicas mínimas en la ejecución de los estudios y obras de Proyectos de Electrificación Rural, que permite abaratar costos en beneficio de Pequeños Centros Poblados y áreas rurales; propiamente dichas.

5. LOGROS ALCANZADOS

(Período Agosto 1985 - marzo 1988)

En el marco del Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica, el desarrollo del Programa de Electrificación para el período mencionado ha permitido los siguientes logros:

a) Población beneficiada

La población beneficiada por el Programa de Electrificación en el período mencionado, asciende a 606,772 habitantes de los cuales 296,789 corresponden a nuevos usuarios y 309,983 a pobladores cuyo servicio a sido mejorado.

b) Inversión realizada

Durante el período Agosto 1985 - Marzo 1988, se han invertido 7,050 millones de Intis, cuyo equivalente en dólares asciende a 94.0 Mio US \$.

c) Obras concluidas

El número total de proyectos concluidos en el período Agosto 1985-Marzo 1988, es de 531, los cuales consideran obras de generación hidráulica, generación térmica, líneas de subtransmisión, redes primarias y secundarias, cuya desagregación es la siguiente:

- Obras de generación hidráulica	27
- Obras de generación térmica	35
- Obras de líneas y redes	469

El incremento en potencia instalada para el período indicado es 12,211 KW de los cuales 7,431 KW corresponde a generación hidráulica y 4,780 a generación térmica.

d) Licitaciones y contratos

Para la ejecución de obras del Programa de Electrificación Provincial, Distrital y Rural se han realizado en este período 111 licitaciones públicas, de las cuales 93 corresponden a líneas de subtransmisión, redes primarias y redes secundarias y 18 corresponden a obras civiles de centrales hidroeléctricas, así como se han realizado 19 concursos públicos de precios de los cuales 18 corresponden a líneas de subtransmisión, redes primarias y secundarias y 1 corresponde al montaje y prueba del equipamiento de una central hidroeléctrica.

De los 111 proyectos licitados, a marzo del presente año se han suscrito 89 contratos y de los 19 proyectos concursados se han suscrito 14 contratos.

Asimismo, se ha contratado directamente con MODASA la adquisición de 50 grupos electrógenos para atender prioritariamente la electrificación de localidades fronterizas, con una potencia instalada total de 4,155 KW, que mejorará el servicio de 31,000 habitantes distribuidos en 38 localidades.

A la fecha se vienen instalando a nivel nacional los 28 grupos electrógenos Isotta Fraschini con una potencia instalada de 14,000 KW, que mejorarán el servicio de 237,270 habitantes distribuidos en 19 localidades.

6. SITUACION ACTUAL

Como se indica en el Cuadro 1, la población total del país en 1987 asciende a 20'717,000 habitantes, de los cuales 11'901.000 (58%) se localizan en Pequeñas y Medianos Centros Poblados.

La población con servicio a nivel nacional asciende a 8'315,000 habitantes correspondiendo 2'090,527 a pequeños y medianos centros po-

blados, determinando un grado de electrificación para este sector de 17.6%, el cual es mucho menor que el 42.2% correspondiente a la población nacional con servicio eléctrico.

Un análisis a nivel distrital muestra que solamente 722 capitales distritales (43%) de un total de 1.663 cuentan con servicio eléctrico, quedando 941 (57%) sin servicio.

El bajo coeficiente de electrificación alcanzado en Pequeños y Medianos Centros Poblados, se debe a que hasta antes de la creación de ELECTROPERU S.A. el servicio público de electricidad estaba administrado principalmente por capitales privados, los que atendieron preferentemente a las zonas rentables del país y a los grandes centros urbanos y al hecho de que ELECTROPERU S.A. en sus primeros diez años se dedicó principalmente a mejorar el servicio eléctrico en grandes y medianos centros poblados que contaban con servicio.

7. METAS FISICAS PARA EL AÑO 1991

A fin de mejorar significativamente la situación de los servicios en las poblaciones rurales, el Gobierno a través de ELECTROPERU S.A. impulsará un agresivo programa de obras, cuyas metas a nivel departamental y regional se presenta en los Cuadros 1A y 2 respectivamente. En el período 1987 - 1991 se implementarán proyectos de Pequeños Sistemas Eléctricos. Para tal efecto se ha planificado la construcción de 101 Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (Cuadro 3) para alimentar a igual número de Pequeños Sistemas Eléctricos, y la integración de 89 Pequeños Sistemas Eléctricos a los sistemas en 60 KV, 138 KV, 220KV, existentes o proyectados.

De cumplirse con el Programa de Inversiones previsto a 1991 se alcanzará las siguientes metas:

- En el área rural, la población dispondrá de servicio eléctrico, se incrementara de 2'090,527 en el año 1987 a 3'392,312 en el año 1991.
- El grado de electrificación se incrementará de 17.6 en el año 1987 a 26.4 en el año 1991.

- La potencia instalada se incrementara de 248,486 a 316,009 KW en ese período, de los cuales 205,088 (82%) son de origen térmico y 43,398 (18%) son de origen hidráulico.

En esta proyección no se considera los grandes centros de generación existentes, ni las previstas en el Plan Maestro para ese período.

- El número de capitales distritales que aún carecen de este servicio se reducirá significativamente de 941 a 451, mientras que las que dispondrán de suministro se incrementará de 722 a 1212.

8. FINANCIAMIENTO

Para la implementación de los proyectos considerados en el Plan, se disponen de fuentes internas y externas.

8.1. Fuentes internas

Decreto Legislativo No. 163

Con fecha 12 de junio de 1981, se da el D.L. 163 que establece un impuesto del 25% a los consumos de energía superiores a los 150 KWh/mes, especificando asimismo, que el 80% será asignado a ELECTROPERU para que lo invierta en obras reproductivas, y de éstas, prioritariamente a aquellas que se realicen en poblaciones y zonas que carecen de servicio eléctrico adecuado. Posteriormente, el Reglamento de la Ley General de Electricidad aprobado mediante D.S. No. 031-82-EM/VM establece en su Artículo No 259 que ELECTROPERU a partir de 1984 deberá destinar al Programa de Electrificación Provincial, Distrital y Rural (Etapa del Corto Plazo del Plan) el 50% de lo que capta por este concepto.

Asimismo, en el año 1984 mediante el Decreto Legislativo No 24030 de Financiamiento del Presupuesto del Sector Público se establece que para el caso de los consumos inferiores a 150 KWh, el impuesto será del 10%.

Fondo de ampliaciones

La Ley General de Electricidad No. 23406 en su Artículo No. 109 crea el Fondo de Ampliaciones, que estará formando para cada Empresa de Servicio Público de Electricidad por los aportes que efectúan los nuevos usuarios por el suministro eléctrico y por la cuota anual que para cada Empresa fija la Comisión Nacional de Tarifas, lo cual no podrá superar el 10% del valor de inversiones anuales en obras de los sistemas de distribución a ejecutarse.

La previsión de recursos de este fondo, depende básicamente de la incorporación de nuevos abonados y de la tarifa que por este concepto fija el Ministerio de Energía y Minas.

Corporaciones Departamentales de Desarrollo y Proyectos Especiales

Constituyen las CORDES una fuente de financiamiento, dado que con ellas se coordinan previamente el Programa de Inversiones y posteriormente se suscriben Convenios que contemplan aportes de capital de estas entidades a ELECTROPERU S.A. y/o sus Empresas Regionales.

Banco de la Vivienda del Perú (BANVIP)

ELECTROPERU S.A. en el año 1981 suscribió un Convenio con el BANVIP, para el financiamiento de proyectos de Redes de Distribución Secundaria, cuyo repago es de responsabilidad de los beneficiarios, habiendo también otorgado créditos a ELECTROPERU para el financiamiento de Redes Primarias.

Otras fuentes

Existen otras fuentes de financiamiento, que por sus políticas de colaboración de créditos, pueden ser utilizados para la implementación del Plan, y que están constituidas por la Banca Privada, el Sistema Mutual, las Cooperativas de Ahorro, las Financieras de Crédito, etc.

b) Fuentes externas

Existen muchas fuentes de crédito externo, no obstante las que a

continuación se describen son aquellas con las cuales se han concertado créditos y/o donaciones:

Agencia para el Desarrollo Internacional (AID)

El 24.11.80 se suscribió con el Gobierno de los Estados Unidos de Norteamérica, por intermedio de la Agencia de Desarrollo Internacional, el Convenio "Desarrollo de Pequeñas Plantas Hidroeléctricas", que comprendía Estudios de Pre- Factibilidad, Factibilidad y la construcción de Centrales Hidroeléctricas con potencias menores o iguales a los 1000 KW, en los departamentos de Junín, Cajamarca y San Martín. El monto de este Convenio asciende a 14.4 Mio de Dólares USA, de los cuales 1.0 Mio corresponde a donación, 4.4 Mio a Contrapartida Nacional y 9.0 Mio a Crédito, bajo las siguientes condiciones:

- Período de Gracia : 10 años
- Período de Repago : 15 años
- Interés : 2% anual durante el período de gracia, 3% anual en adelante.
- Cuotas : Semestrales.

Reino Unido

El 15.03.82 se suscribió un Contrato de Servicios y Suministros financiado por el Reino Unido, para el desarrollo de un Programa de Construcción de Pequeñas y Medianas Centrales Hidroeléctricas y Líneas de Sub Transmisión asociados.

El Contrato original previó ejecutar el crédito en el período 1982-1987; no obstante en vista de los limitados recursos de Contrapartida local, se ha solicitado ampliar el período de ejecución extendiéndola por lo menos hasta el año 1990. En la actualidad se vienen realizando las gestiones para una posible renegociación del Convenio.

El Contrato cubre un financiamiento por 25.6 Mio de Libras Esterlinas, de este monto 4.8 Mio constituye donación y 20.8 Mio préstamo destinado fundamentalmente al pago de servicios técnicos y suministros ingleses.

Las condiciones de crédito son las siguientes:

- Período de gracia 2.6 años
- Período de repagó 10 años
- Cuotas 20 semestres
- Intereses 7.75% anual
- Comisión de Negociación 0.625% del total
- Comisión de compromiso 0.25 anual sobre saldos.

República Federal de Alemania

El 09.07.81 se suscribió con el Gobierno de la República Federal de Alemania un Convenio de Cooperación Técnica para el "Desarrollo de Fuentes Energéticas no Agotables y Pequeños Recursos de Energía Hidráulica para Electrificación Rural", cuyos objetivos son:

- Elaborar un Plan General que permita desarrollar planes regionales y locales, así como la implementación de proyectos hidroeléctricos.

- Formular proyectos de electrificación a nivel de factibilidad para seis (6) Regiones Modelos.

- Elaboración de estudios a nivel definitivo para cuatro (4) proyectos pilotos, así como proporcionar la maquinaria para 2 de ellos.

El Convenio suscrito considera una donación de 2.0 Mio de Marcos Alemanes en equipos y materiales para las Centrales Hidroeléctricas que se construyan a manera de proyectos piloto y para asistencia técnica (198 hombres/mes).

Convenio Italiano

En el presente año se ha suscrito con el Gobierno Italiano un Convenio para el equipamiento de 5 Pequeñas Centrales Hidroeléctricas.

En este Convenio se contempla una donación de 2.9 Mio US \$ y un Crédito de 5.3 Mio US \$.

Las condiciones de crédito son:

- Período de repago 25 años
- Período de gracia 10 años
- Intereses 1.5% anual

Otras Fuentes Externas

Se ha concretado asimismo con el Gobierno Italiano el financiamiento de 28 grupos electrógenos que fueron suministrados por la firma Iso-ta Fraschini S.P.A., también se han efectuado negociaciones para la suscripción de Convenios con los Gobiernos de Finlandia y Canadá y otros Gobiernos destinados a Proyectos de Electrificación que contribuyan a la implementación del Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica.

9. PROGRAMA DE INVERSIONES

Para el período 1987 - 1991 se prevé incrementar el grado de electrificación en 10% con la implementación de 190 Pequeños Sistemas Eléctricos y 149 Proyectos de localidades aisladas que han sido priorizadas en el Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica, con una inversión total de 366.0 Mío US \$. A continuación se detalla las fuentes de financiamiento a ser utilizados:

FUENTE	MONTO (MIO US \$)
-D.L. 163	179.00
-Corporaciones	34.80
-Aporte al Fondo de Ampliaciones	5.60
-Tesoro Público (Aduana)	14.44
-Endeudamiento Externo	62.57
-Aporte de Terceros	66.52
-Donaciones	3.05

CUADRO 1

SITUACION DE LA ELECTRICIDAD RURAL EN EL PAIS - AÑO 1987

Departamento	Población		Grado de Elect. (%)	Potencia Instalada Nominal (kw)			Consumo Per. cap. kwh hab-año	Capitales Distritales		
	C/S	Total		T	H	Total		C/S	S/S	Total
1. Amazonas	24,415	311,800	7.8	4,053	350	4,433	27.4	11	71	82
2. Ancash	125,248	654,983	19.1	3,299	3,582	6,881	41.4	69	90	159
3. Apurimac	42,433	361,400	11.7	2,694	5,062	7,756	16.4	46	28	74
4. Arequipa	71,290	285,923	24.9	12,384	2,822	15,206	38.2	40	53	93
5. Ayacucho	47,725	553,000	8.6	7,201	2,921	10,122	21.9	31	75	106
6. Cajamarca	106,764	1,200,000	8.9	15,073	6,121	21,194	38.2	41	79	120
7. Cusco	159,608	758,127	21.1	5,821	2,743	8,564	66.4	47	52	99
8. Huancavelica	27,137	371,400	7.3	2,956	249	3,205	12.0	22	70	92
9. Huánuco	66,654	571,600	11.7	12,745	1,071	13,816	25.4	19	55	74
10. Ica	149,333	361,034	41.4	5,010	0	5,010	38.5	25	15	40
11. Junín	129,728	783,962	16.5	12,803	9,447	22,250	32.4	62	56	118
12. La Libertad	113,724	699,542	16.3	6,276	1,357	7,633	39.5	32	37	69
13. Lambayeque	88,301	549,208	16.1	6,973	0	6,973	20.0	19	12	31
14. Lima (3)	208,909	785,900	26.6	6,472	3,399	9,871	29.5	65	63	128
15. Loreto	135,596	261,821	51.8	5,510	0	5,510	22.8	10	24	34
16. Madre de Dios	8,997	44,500	20.2	3,969	0	3,969	13.3	5	4	9
17. Moquegua	54,565	123,400	44.2	992	173	1,165	14.2	10	10	20
18. Piura	125,531	1,028,073	12.2	18,826	2,165	20,991	60.0	27	33	60
19. Puno	99,633	984,500	10.1	32,517	164	32,681	23.5	61	41	102
20. Pasco	48,941	264,500	18.5	396	887	1,283	20.8	16	12	28
21. San Martín	77,465	414,500	18.7	16,394	760	17,154	16.7	35	42	77
22. Tumbes	46,305	131,700	35.2	13,169	0	13,169	49.7	12	0	12

23. Tacna	89,752	188,300	47.7	3,885	125	4,010	52.0	14	10	24
24. Ucayali	42,473	211,700	20.1	5,640	0	5,640	17.8	3	9	12
TOTAL RURAL	2,090,527 (2)	11,901,173 (2)	17.6	205,088	43,398	248,486 (1)		722	941	1,663 (6)
Total Nacional	8'315,000	20'717,000	42.2							

T = Térmico

H = Hidráulico

(1) No incluye potencia instalada de grandes centros de generación:

Santiago Antúñez de Mayolo, Cañón del Pato, Sistema Charcani, Machu Pichu, Sistema Electrolima, Aricota.

Así como los autoprodutores: Centromin Perú, Southern Perú, etc.

(2) No incluye grandes centros poblados.

(3) No se incluye información sobre Lima Metropolitana

(4) Incluye grandes centros poblados.

(5) Incluye grandes centros de generación. No incluye autoprodutores.

(6) No incluye distritos de grandes centros poblados.

CUADRO 1-A

SITUACION ELECTRIFICACION RURAL EN EL PAIS - AÑO 1991

Departamento	Población		Grado de Elect. (%)	Potencia Instalada Nominal (kw)			Consumo Per. cap. kwh hab-año	Capitales Distritales		
	C/S	Total		T	H	Total		C/S	S/S	Total
1. Amazonas	50,654	341,049	14.9	5,233	10,173	15,406	31.4	53	29	82
2. Ancash	200,613	675,063	29.7	3,889	4,282	8,181	49.5	125	34	159
3. Apurímac	79,841	372,3466	21.4	2,694	8,113	10,807	22.6	70	4	74
4. Arequibo	100,120	308,686	32.4	12,384	6,022	18,406	44.4	52	41	93
5. Ayacucho	116,930	570,000	20.5	7,301	7,936	15,237	32.4	63	43	106
6. Cajamarca	188,860	1'293,594	14.6	15,643	14,241	29,884	40.7	76	44	120
7. Cusco	249,611	796,384	31.3	5,821	2,743	8,564	71.8	94	5	99
8. Huancavelica	65,179	377,100	17.3	3,156	1,249	4,405	21.3	48	44	92
9. Huánuco	119,666	617,476	19.4	12,745	4,421	17,166	28.9	44	30	74
10. Ica	175,731	390,514	45.0	6,010	0	6,010	51.0	33	7	40
11. Junín	256,551	862,182	29.8	12,803	12,647	25,450	43.0	99	19	118
12. La Libertad	192,542	751,172	25.6	6,276	4,117	10,393	44.7	60	9	69
13. Lambayeque	267,814	598,532	44.7	7,223	350	7,573	25.0	29	2	31
14. Lima (3)	251,529	910,257	27.6	6,472	4,899	11,371	30.1	93	35	128
15. Loreto	161,190	275,491	58.5	7,010	0	7,010	26.9	14	20	34
16. Madre de Dios	15,084	50,279	30.0	3,969	0	3,969	16.8	6	3	9
17. Moquegua	56,215	136,925	41.1	992	1,723	2,715	17.8	13	7	20
18. Piura	270,285	1,114,424	24.3	19,816	5,265	25,081	60.7	42	18	60
19. Puno	188,510	1,029,184	18.3	35,157	2,364	37,521	27.1	93	9	102
20. Pasco	80,383	287,284	28.0	896	2,727	3,623	27.9	21	7	28
21. San Martín	95,289	473,004	20.1	16,394	7,554	23,948	16.9	45	32	77
22. Tumbes	49,785	147,657	33.7	13,204	0	13,204	59.0	12	0	12

23. Tacna	105,202	216,106	48.7	3,920	125	4,045	62.0	21	3	24
24. Ucayali	42,473	211,700	23.3	5,640	0	5,640	17.6	3	9	12
TOTAL RURAL	3,392,312	12'829,613	26.4	215,058	100,951	316,009		1,212	451	1,663
	(2)	(2)				(1)				(6)

T = Térmico

H = Hidráulico

(1) No incluye potencia instalada de grandes centros de generación:

Santiago Antúñez de Mayolo, Cañón del Pato, Sistema Charcani, Machu Pichu, Sistema Electrolima, Aricota.
Así como los autoprodutores: Centromín Perú, Southern Perú, etc.

(2) No incluye grandes centros poblados.

(3) No se incluye información sobre Lima Metropolitana

(4) Incluye grandes centros poblados.

(5) Incluye grandes centros de generación. No incluye autoprodutores.

(6) No incluye distritos de grandes centros poblados.

CUADRO 2

SITUACION DE ELECTRIFICACION RURAL EN EL PAIS - AÑO 1991

Empresa Regional	Población Rural		Coef. de Electr. (%)	Potencia Instalada		Consumo Per-capita (kwh/Hab/Año)	Máxima Demanda	
	C/S	S/S		Térmico (kw)	Hidráulico (kw)		Atendida (kw)	Por Atender (kw)
Electronorte	705300	2280263	23.62%	50825	25225	44.92	14236	48667
Electronorte Medio	516988	1460162	26.15%	20469	114035	44.92	12268	34631
Electrolima	251529	658711	27.63%	6472	4899	30.10	4653	12186
Electrosurmedio	200988	326212	38.12%	7052	4501	44.92	5012	7919
Electrosuroeste	100120	208550	32.44%	12384	6022	44.40	2828	5890
Electrosur	161417	191603	45.72%	4912	1848	44.86	3894	4303
Electrosureste	533046	1715154	23.71%	47641	13220	41.96	12238	32860
Electrooriente	256479	492001	34.27%	23404	7554	20.58	2851	5252
Electrocentro	666445	2104645	24.05%	41899	23647	31.91	14128	37543
TOTAL	3392312	9437301	26.44%	215058	100951			

CUADRONº 3

CENTRALES HIDROELECTRICAS EXISTENTES

Nº	Central Hidroeléctrica (P.S.E.)	Departamento	Potencia Total (kw)	Potencia Instalada (kw)	Pob. Benef. (1990)	Equipamiento		Observaciones
						Eléctrico	Eléctrico	
1	Jazan (Pedro Ruiz)	Amazonas	2 x 250	1 x 250	4,100			Operativo

2	Pomabamba	Ancash	1 x 200 1 x 700	1 x 200	12,900	MAIER/AEG	Operativo
3	María Uray (Huari)	Ancash	2 x 1350	1 x 1350	15,800	SERCENCO	Operativo
4	Ocos	Ancash	1 x 277	1 x 277	3,600	CHINO	Concluido
6	Pocohuanca (Chalhuanca)	Apurímac	1 x 85	1 x 85	5,600	SOMERIN	Operativo
7	Antabamba (Chalhuanca)	Apurímac	2 x 65	1 x 65	2,900		Operativo
8	Chuquibambilla	Apurímac	2 x 187	2 x 187	11,000	CHINO	Operativo
9	Matará (Abancay)	Apurímac	2 x 500	2 x 500	5,650	SOMERIN	Operativo
		Apurímac	2 x 160	2 x 160			
10	Huancaray (Andahuaylas)	Apurímac	2 x 450	1 x 450	4,300		Operativo
11	Sta. Rita de Sihuas	Arequipa	2 x 80	2 x 80	1,700	R. F. A.	Operativo
12	Huanca	Arequipa	1 x 64	1 x 64	600	CHINO	Operativo
13	Viraco Machahuay	Arequipa	1 x 180	1 x 180	1,700	CHINO	Operativo
14	Huantaymisa (Aucara-Cabana)	Ayacucho	3 x 125	2 x 125	11,400	CHINO	Operativo
15	Incuvo	Ayacucho	2 x 153	2 x 153	3,700	R.F.A.	Operativo
		Ayacucho	1 x 305				
16	Huancasanos	Ayacucho	2 x 53	2 x 53	2,700	CHINO	Operativo
17	Cora Cora	Ayacucho	1 x 125	1 x 125	5,000	SOMERIN	Operativo
18	Chaviña (Cora Cora)	Ayacucho	1 x 88	1 x 88	600		Operativo
19	Pausa	Ayacucho	1 x 200	2 x 200	3,000	SOMERIN	Operativo
52	Laramate (Laramate)	Ayacucho	2 x 100	2 x 100	2,000	R.F.A.	Concluido
20	Guinearmayo (Cutervo)	Cajamarca	2 x 400	2 x 400	15,700	A.I.D.	Concluido
21	Chaupe (Pucará)	Cajamarca	2 x 200	2 x 200	1,000	A.I.D.	Operativo
22	Huayunga (Cajabamba)	Cajamarca	2 x 260	2 x 260	15,600	A.I.D.	Operativo
23	Quince Mil	Cuzco	2 x 65	2 x 65	600	CHINO	Operativo
24	Paucartambo	Cuzco	2 x 300	1 x 300	5,700		Operativo

CUADRO 3

CENTRALES HIDROELECTRICAS EXISTENTES

Nº	Central Hidroeléctrica (P.S.E.)	Departamento	Potencia Total (kw)	Potencia Instalada (kw)	Pob. Benef. (1990)	Equipamiento Eléctrico	Observaciones
25	Tantamayo	Huánuco	1 x 149	1 x 149	2,400	CHINO	Concluido
26	Pichanaki	Junín	2 x 668	2 x 668	6,800	SERCENCO	Operativo
27	Chongos Alto	Junín	2 x 450	2 x 450	15,400	A.I.D.	Operativo
28	Tarabamba	La Libertad	1 x 300	1 x 300	8,100		Operativo
29	(Tayabamba-Huancaspata) Yamobamba (Huamachuco)	La Libertad	1 x 400	1 x 400	10,000	ALGESA	Operativo
30	Ravira Pacaraos	Lima	2 x 75 1 x 165	2 x 75	5,200	CHINO	Concluido
31	Canta	Lima	2 x 485	2 x 485	9,600	SERCENCO	Operativo
32	Acos	Lima	2 x 140	2 x 140	3,000		Operativo
33	Catahuasi	Lima	1 x 80	1 x 10	1,000		Grupo Provisional
34	Sto. Domingo D'Nava (Nava-Churín)	Lima	2 x 250	2 x 250	8,500	CHINO	Concluido
35	Yaso (Sta. Rosa de Quives)	Lima	2 x 100	2 x 100	800		Operativo
36	Yangas (Sta. Rosa de Quives)	Lima	2 x 75	1 x 75	350		Operativo
62	Huanchuy (Hongos)	Lima	2 x 122	1 x 122	4,350	CHINO	2º Grupo Cedido a Quinches
63	Quinches (Quinches)	Lima	2 x 175	1 x 122	5,050	CHINO	Operativo Provisional
101	Churín (Nava-Churín)	Lima	2 x 75	1 x 75			Operativo
37	Tabalosos	San Martín	2 x 315	1 x 315	8,750	SOMERIN	Operativo
38	San José de Sisa	San Martín	1 x 110	1 x 110	1,000		Operativo

CUADRO 3

CENTRALES HIDROELECTRICAS EN EJECUCION

Nº	Central Hidroeléctrica (P.S.E.)	Departamento	Potencia Total (kw)	Potencia Instalada (kw)	Pob. Benef. (1990)	Equipamiento Eléctrico	Observaciones
39	San Antonio (Rod. de Mendoza)	Amazonas	2 x 400	2 x 400	4,100	CORDE-AMAZONAS R.U.	En ejecución Contrato BL-064-86 En ejecución
40	Caclis (Chachapoyas)	Amazonas	4 x 1100	4 x 1100	26,200		
41	Leymebamba (Chachapoyas)	Amazonas	1 x 90	1 x 90	90	CORDE-AMAZONAS R.U.	Contrato BL-056-86 En ejecución
42	Muyoc (Bagua)	Amazonas	2 x 2600	2 x 2600	32,900		
43	Jumbilla (Pedro Ruiz)	Amazonas	1 x 150	1 x 150	150	CORDE-AMAZONAS	
5	Pacarenca (Chiquian)	Ancash	2 x 903	2 x 196	14,800		Grupo Provisional
44	Chumbeo (Andahuaylas)	Apurímac	2 x 950	2 x 950	31,800	R.U.	En ejecución
45	Pomachocha (Pomachocha)	Apurímac	2 x 277	2 x 277	5,450	CHINO ITALIANO	En ejecución
46	Cotaruse (Chalhuanca)	Apurímac	2 x 600	2 x 600	10,260		Contrato BL-004-87 Rehabilitación
47	Progreso (Abancay)	Apurímac	1 x 200	1 x 200	1,300		
48	Chococo (Cotahuasi)	Arequipa	2 x 638	2 x 638	10,700		En ejecución
49	Caraveli (Caraveli)	Arequipa	2 x 95	2 x 95	1,600	CHINO	En ejecución
50	Camaná (Camaná)	Arequipa	1 x 600	1 x 600	24,200	SERCENCO	En ejecución

	Lluisita (Lluisita)	Ayacucho	2 x 750	2 x 750	30,800	ITALIANO	En ejecución
51							
53	Querocoto Huambo	Cajamarca	2 x 360	2 x 360	9,750		Obras civiles en ejecución
54	Buenos Aires (Niepos)	Cajamarca	2 x 500	2 x 500	14,800	A.I.D.	En ejecución
55	Sorochocho (Sorochocho)	Cajamarca	2 x 115	2 x 115	2,900	A.I.D.	Equip. en Fabric.
56	Namora (Namora)	Cajamarca	2 x 300	2 x 300	5,750	A.I.D.	Contrato
57	Chota (Chota)	Cajamarca	2 x 850	2 x 850	17,500	ITALIANO	BL-011-86
58	Jaen (Jaen)	Cajamarca	2 x 1500	2 x 1500	38,200	A.U.	Donación
59	Cantange (Sucre-Celendín)	Cajamarca	3 x 500	2 x 500	20,600	A.I.D.	Contrato
60	San Marcos (San Marcos)	Cajamarca	1 x 330	1 x 300	11,650	A.I.D.	En ejecución
							Contrato
61	Chalhuamayo (Satipo)	Junín	2 x 3200	1 x 3200	21,500	R.U.	BL-015-86
							Contrato
							BL-085-86
65	Huachón (Huachón)	Pasco	1 x 344	1 x 344	4,400	R.F.A	Obras en ejec.
66	El Delfín (Pozuzo)	Pasco	4 x 374	2 x 274	3,600		Obras en ejec.
67	Quiroz (Ayabaca)	Piura	2 x 800	2 x 800	22,400	R.U.	Contrato
68	Sto. Domingo (Sto. Dgo. Chalaco)	Piura	1 x 175	1 x 175	2,600	R.U.	BL-085-86
69	Chalaco - Pacaipampa	Piura	2 x 200	1 x 200	4,200		Financ. DL 163
70	Sandia (Sandia)	Puno	2 x 1100	2 x 1100	8,800	R.U.	Financ. DL 163
							Contrato
							BL-043-86
71	Pachiza (Pachiza)	San Martín	2 x 200	2 x 200	5,800	A.I.D.	Gpo. en Palao en ejecución
	TOTAL	Nacional			388,560		

CUADRO 3

CENTRALES HIDROELECTRICAS PROYECTADAS

Nº	Central Hidroeléctrica (P.S.E.)	Departamento	Potencia Total (kw)	Responsabilidad	NIVEL DE ESTUDIO
73	Lonya Grande	Amazonas	3 x 413	PBPL	Factibilidad
74	Libron (Pomabamba-Piscobamba)	Ancash	2 x 920	R.U.	Preliminar
75	Coyllurqui	Apurímac	800	BLPL	Factibilidad
76	Achoma (Chivay)	Arequipa	2 x 665	R.F.A.	Estudio Definitivo (1)
78	Marcabamba (Pausa)	Ayacucho	1500	R.F.A.	Prefactibilidad
79	Aycara (Cora Cora)	Ayacucho	1000	ERSA	Para Est. Definitivo
80	San Francisco	Ayacucho	1200	R.U.	Factibilidad
81	San Antonio D'Llancoma (Pacapausa)	Ayacucho	500	ERSA	Preliminar
82	San Pedro (Puquio)	Ayacucho	2230	R.F.A.	Prefactibilidad
83	Quanda (San Ignacio)	Cajamarca	2 x 900	R.U.	Prefactibilidad
84	Namuyoc (Bambamarca)	Cajamarca	2 x 500	A.I.D.	Estudio Definitivo (2)
85	Kosñipata	Cusco		ELECTRO-SURESTE	Preliminar
102	Concepción	Cusco	1 x 150	ELECTRO-SURESTE	Preliminar
86	Tantara Huachos	Huancavelica	600	ELEP	Preliminar

CENTRALES HIDROELECTRICAS PROYECTADAS

Nº	Central Hidroeléctrica (P.S.E.)	Departamento	Potencia Total (kw)	Responsabilidad	NIVEL DE ESTUDIO
87	Seguian (Llata)	Huánuco	2 x 1000	R.U.	Prefactibilidad
88	Aguashi	Huánuco	2 x 300	BLPL	Factibilidad
89	Huacrachuco	Huánuco	2 x 380	BLPL	Factibilidad
28	Tarabamba (Tayabamba-Huancaspata)	La Libertad	2 x 1150	R.U.	Estudio definitivo (2)
90	Bolívar	La Libertad	2 x 450	G. TECNICA	Factibilidad
91	Condormarca	La Libertad	1 x 310	G. TECNICA	Factibilidad
92	La Florida (Huamachuco)	La Libertad	1200	R.U.	Factibilidad
103	Piaz (Huamach-Tayab-Condorm-Boliv)	La Libertad	9750	R.F.A.	Prefactibilidad
93	Sta. Leonor (Sto. Dgo. de Nava)	Lima	2 x 500	G. TECNICA	Para est. definitivo
94	Magdalena (Yauyos)	Lima	800	ELEP	Preliminar
95	El Tambo	Moquegua	2000	R.F.A.	Factibilidad (1)
96	Huancabamba	Piura	2 x 500	R.U.	Preliminar
97	Lechuga (Huarmaca)	Piura	500	ELECTRONORTE	Prefactibilidad
72	Shima (Saposa)	San Martín	2 x 1750	R.U.	Estudio definitivo
98	Papaplaya	San Martín	700	G. TECNICA	Factibilidad
99	Uchiza	San Martín	222	A.I.D.	Estudio Definitivo
100	Tocache	San Martín	2494	A.I.D.	Factibilidad
	TOTAL	Nacional			

(1) En elaboración

(2) En revisión

CUADRO 3

CENTRALES HIDROELECTRICAS PROGRAMADA SU AMPLIACION

Nº	Central Hidroeléctrica (P.S.E.)	Departamento	Potencia a ampliar (kw)	Responsabilidad	Situación Actual
2	Pomabamba (Ancash)	Ancash	1 x 700	BL	Gpo. Reparado
3	María Jiray (Huani)	Ancash	1 x 1350	BL	Por adquirir grupo
14	Huanaymisa (Aucara-Cabana)	Ayacucho	1 x 125	BL	Por adquirir grupo
15	Incuayo	Ayacucho	1 x 305	BL	Por adquirir grupo
59	Cantange (Sucre-Celendín)	Cajamarca	1 x 500	R.U.	Por adquirir grupo
24	Paucartambo	Cusco	1 x 300	ELECTROSURESTE	Por adquirir grupo
30	Ravira Pacaraos (Ravira Pacaraos)	Lima	1 x 165	BL	Por adquirir grupo
32	Acos (Acos)	Lima	1 x 140	ELECTROLIMA	en instalación
33	Catahuasi	Lima	1 x 80	BL	Por adquirir grupo
34	Sto. Domingo D'Nava (Nava-Churín)	Lima	1 x 250	BL	Por adquirir grupo
35	Yaso (Sta. Rosa de Quives)	Lima	1 x 100	BL	Por adquirir grupo
63	Quinches (Quinches)	Lima	2 x 162	BL	Por adquirir grupo
101	Churín (Nava-Churín)	Lima	1 x 75	BL	Por adquirir grupo
TOTAL		Nacional			

SEGUNDA PARTE

EXPERIENCIAS

DE ELECTRIFICACION

RURAL

CON MICROCENTRALES

5

GODFREY CROMWELL Y OTROS

MICROCENTRALES

HIDROELECTRICAS

EN PAISES EN

DESARROLLO

ITDG

1. INTRODUCCION

La experiencia de ITDG en varios países (entre ellos: Nepal, Sri Lanka y Perú) ha puesto en evidencia que existen cinco elementos esenciales para llevar a cabo un programa exitoso de microcentrales :

- I. Existencia de una demanda
- II. Bajo Costo
- III. Adecuada integración a los sistemas existentes de manejo de agua.
- IV. Participación de instituciones y fabricantes locales.
- V. Capacitación y entrenamiento.

Estos elementos se detallan a continuación :

I. DEMANDA

Los niveles de demanda y los usos productivos de la tecnología deben ser considerados desde el comienzo. Los proyectos que más éxito han tenido son aquellos llevados a cabo en colaboración con comunidades locales (12) y organizaciones de desarrollo rural que han sido capaces de identificar los requerimientos locales de energía tanto para mejoras/reemplazos para usos productivos existentes como para la introducción de nuevos usos.

La demanda es por lo general para energía doméstica - particularmente iluminación - pero ésta por sí sola muy rara vez provee una carga

adecuada como para justificar la instalación de una microcentral hidroeléctrica (17) (29). Por lo tanto, si bien es importante reconocer esta necesidad inmediata (22), es a través del incremento directo de la productividad de la mano de obra local (y por lo tanto de la demanda efectiva) que la habilidad para pagar la instalación será determinada. (19). En tal sentido, la promoción de usos finales es una prioridad para la factibilidad financiera de un proyecto y la energía doméstica es sólo una, entre un gran número de opciones para generar rentas.

Los usos finales asociados comunmente con microcentrales son :

<i>Procesamiento Agrícola</i>	<i>Otros</i>
Molienda de Granos	Aserraderos
Descascarado de Arroz	Talleres de carpintería
Procesado de Semillas Oleaginosas	Preparación de lanas
Descascarado de Café	Talleres de mecánica
Procesamiento de Caucho	Energía doméstica
Procesamiento de Té	
Congelación de Verduras	
Trituración de Caña de Azúcar	
Secado de cultivos	

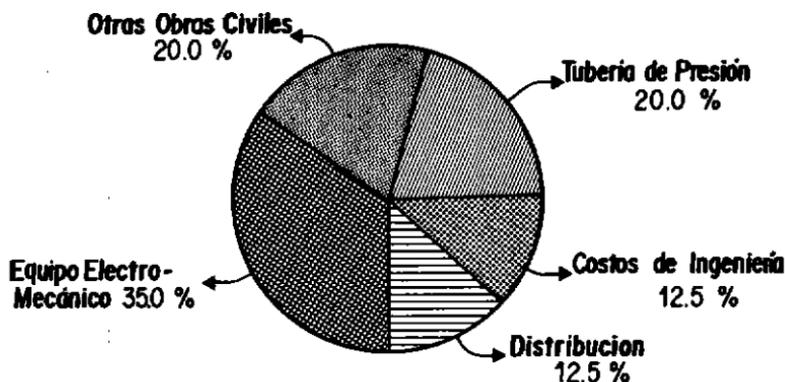
Los usos productivos son generalmente el procesamiento de alimentos o en industrias relacionadas al agro, en tanto que la demanda doméstica tiende a incrementarse lentamente (a menos de 2% anual) (1).

II. BAJO COSTO

a) Aspectos generales

La demanda potencial o actual no es, por lo general, lo suficientemente concentrada en las áreas rurales remotas de los países en desa-

COSTOS DE CAPITAL
MICROCENTRAL HIDROELECTRICA TIPICA



rollo, como para justificar instalaciones en gran escala. Por lo tanto, la microcentral es muchas veces la forma más barata de proveer energía en plantas descentralizadas donde los factores de carga exceden el 20%. Asimismo, las microcentrales pueden competir en términos de costo con centrales más grandes (Ver Anexo 1)

La optimización de la calidad del equipo dentro de las restricciones de costo es particularmente necesaria en áreas donde el capital puede ser escaso, particularmente si se trata de moneda extranjera. Típicamente, los costos en un proyecto se desagregan tal como se muestra en la Figura 1.

Los costos totales de instalación en las comunidades rurales remotas donde ITDG trabaja, no deberían sumar más de US\$2,000/Kw, de los cuales la turbina, alternador y regulador constituyen no más de US\$700/Kw. Estos niveles se han logrado para plantas con una performance aceptable y que requieren de mantenimiento regular pero simple y con una vida de 20 años como mínimo. Ejemplos de países incluyen : Argentina, Bolivia, China, Colombia, Nepal, Pakistán, Perú, Sri Lanka, Tailandia. (4,27,14,19,15,20,6,17,21).

b) Equipos e instalación

Turbinas

Si bien las turbinas pueden ser importadas inicialmente, el objetivo en países que tienen una demanda adecuada (11) para equipo de microcentrales puede ser de producir máquinas localmente, utilizando diseños ya probados. En tales casos, el desarrollo de la capacidad local de fabricación es esencial. Además el nivel local de la capacidad manufacturera influirá en el tipo de turbina escogida, al menos durante las primeras etapas de los programas de microcentrales.

Para plantas de hasta 100 Kw de capacidad (el área principal de experiencia de ITDG), los siguientes tipos de turbina se recomiendan :

- Turbinas de hélice con álabes directrices fijos o variables para pequeñas caídas.
- Turbinas Michell-Banki o Turgo para caídas medianas.
- Turbinas Pelton de múltiples chorros para medianas y grandes caídas.

El uso de fajas para mover el alternador, permite un amplio rango en caída y potencia para una misma turbina. Esto a su vez facilita la construcción de turbinas en tamaños estandares para el mercado nacional.

Los Gobernadores electrónicos de Carga (ver más adelante) hacen posibles del diseño de turbinas simplificadas.

Obras civiles

Las bocatomas de poca altura hechas de concreto o -donde sea apropiado- bocatomas hechas de troncos o piedras mantienen los trabajos en el río al mínimo.

Deberán tomarse en cuenta las técnicas locales tradicionales de manejo del recurso agua. Por ejemplo, el uso de técnicas existentes para hacer bocatomas típicas de minicentrales hidroeléctricas pero a un menor tamaño. El uso de técnicas tradicionales mejoradas ha probado ser

beneficioso en mantener los costos totales de obras civiles, incluyendo la tubería de presión, entre US\$200 y US\$500/Kw.

Las tuberías de Presión de PVC han probado ser baratas y seguras aunque su aceptación local inicial es difícil en algunos casos.

Donde se fabriquen tuberías de acero roladas y soldadas a partir de planchas de tamaños estándares, debe ponerse atención para minimizar los costos de corte, soldadura y desperdicio de retazos.

Control y regulación

La selección del nivel tecnológico apropiado de controles y del regulador puede variar desde sistemas sin control (molinos de Nepal) hasta métodos más sofisticados, tales como los Reguladores Electrónicos de Carga (ELC) y activadores controlados por microprocesador.

Para plantas de hasta 200 Kw la experiencia de ITDG y otros ha demostrado que los Reguladores Electrónicos de Carga (ELCs) (que alimentan la energía remanente a una carga secundaria para mantener una velocidad de turbina constante) son la forma más efectiva y económica de mantener un control adecuado.

Algunas otras ventajas de los Reguladores Electrónicos de Carga son :

1. Confiabilidad (sin partes móviles)
2. Velocidad de respuesta
3. No requiere una volante
4. Minimiza sobre-presiones de tubería
5. Habilidad para operar con diseños de turbina simples, sin válvulas complejas ni álabes directrices.
6. Mejorada capacidad de arranque de motores
7. Facilidad de ensamblaje local, instalación y mantenimiento

Los sistemas simples de manejo de carga electrónica han probado ser efectivos en mejorar el uso de energía (eg. ITDG Sri Lanka).

Generadores

Las microcentrales normalmente utilizan alternadores disponibles en el mercado y comercializados masivamente. Sin embargo, los alternadores siguen siendo el eslabón más débil en la mayoría de los sistemas y requieren especificaciones cuidadosas para su uso en microcentrales. El reciente desarrollo y uso de motores de inducción como generadores ha reducido los costos de instalación de generadores con una capacidad menor a 30 Kw. - por ejemplo en Nepal. Los motores industriales utilizados como generadores son robustos y la solución más económica para capacidades menores de 30 Kw. Son populares en sistemas de iluminación pública, y el reciente desarrollo de sistemas de control están permitiendo su uso para cargas industriales pequeñas.

III. MANEJO EXISTENTE DEL RECURSO AGUA

Los estudios hidrológicos deben considerar la instalación de las microcentrales dentro del contexto del sistema hidrológico total - tanto natural como el hecho por el hombre - y el omitir esta consideración puede resultar en el fracaso de un proyecto (9). La participación de las organizaciones locales existentes (tales como los Comités de Riego) es esencial al considerar el manejo de la planta y el control del uso-final. Las prioridades de la comunidad usuaria - que pueden estar en conflicto con el uso de agua para la generación de energía - determinarán el éxito de la microcentral. La integración adecuada de las demandas de agua de la microcentral dentro de los sistemas existentes de uso del recurso, pueden ayudar a evitar potenciales conflictos con demandas provenientes por ejemplo de las actividades de riego.

Sin la participación local en la identificación y resolución de tales conflictos, la viabilidad de la planta será dudosa. Además, el aprovechamiento de las técnicas locales de manejo del agua pueden reducir los costos de instalación (ver. Obras Civiles arriba).

IV. INSTITUCIONES Y FABRICANTES LOCALES

Durante las etapas iniciales de instalación de las microcentrales puede ser necesario que algunas agencias externas asistan en el financia-

miento del proyecto, particularmente si se trata de proyectos piloto de demostración (2).

Más adelante, sin embargo, las instituciones locales de financiamiento deberán tomar este rol de financiamiento de las microcentrales. Al contrario que la presencia autónoma pero transitoria de la agencia extranjera, tales instituciones generalmente tienen mayor conocimiento de las circunstancias locales relacionadas con cada proyecto. Esto resulta cierto especialmente en lo que se refiere a las instituciones financieras que tienen agencias descentralizadas de extensión ó que prestan servicios de evaluación de proyectos -por ejemplo el Banco de Desarrollo Agrícola de Nepal (ver a continuación).

El uso de los recursos locales de las instituciones financieras y de las organizaciones de desarrollo rural para determinar sitios adecuados, reduce el costo en comparación con el uso de diseñadores de proyectos extranjeros. El desarrollo de la capacidad local en estas áreas mejora el manejo post-instalación y beneficia los otros proyectos que se llevan a cabo.

Los beneficios de la reducción de costos en el diseño, fabricación e instalación de microcentrales localmente, se detallan arriba. La administración y mantenimiento de las instalaciones y sus usos productivos también pueden ser llevadas a cabo por operadores locales capacitados adecuadamente. Para una rutina más compleja y con mantenimiento correctivo, el uso de un equipo regional con una capacitación multi-disciplinaria (incluyendo el conocimiento de equipo) sería la solución más efectiva en cuanto a costos, flexibilidad y tiempo.

V. CAPACITACION

Una adecuada transferencia de tecnología incluye el desarrollo de la capacidad local para identificar, diseñar e implementar proyectos. Esto no sólo permite una mayor participación local en el ciclo del proyecto, sino que también minimiza los costos mediante el uso de técnicos y equipos locales. En los países en desarrollo esto podría significar la capacitación de:

- a) Instituciones locales, para la identificación, planificación e implementación de proyectos.
- b) Fabricantes locales, para evaluación, diseño, producción e instalación de equipos para microcentrales y máquinas para usar esta energía en forma productiva.
- c) Usuarios, para la operación, mantenimiento y administración/manejo de microcentrales y sus usos finales.

Las técnicas de evaluación, medición, etc. convencionales pueden ser muy costosas cuando se aplican a lugares remotos y pequeños. Una capacitación cuidadosa y el equipo apropiado han permitido que se realicen estudios de factibilidad cuyo costo fluctúa entre US\$ 30 - US\$ 300 en Sri Lanka y Nepal.

Métodos simplificados para estudios de hidrología en base a datos presentados gráficamente han probado ser precisos para algunos lugares de Sri Lanka y están siendo desarrollados para áreas claves en otros países (13). La medición por medio de la solución de sal reemplaza el método usual de medición con el correntómetro, para efectuar lecturas en el sitio económicas y precisas. Los manómetros y mangueras de plástico reemplaza equipos de nivelación convencionales.(3).

Conseguir los servicios de un ingeniero es difícil y costoso en áreas rurales de países en desarrollo. La capacitación multidisciplinaria de un operador local reduce la necesidad de utilizar los servicios de un profesional externo, particularmente cuando se trata de sistemas pequeños.

2. ESTUDIO DE CASOS

I. NEPAL

En Nepal, a pesar de la escasez crónica de tierra cultivable, el 90% de la población depende de la producción agrícola y el 95% de la demanda para energía doméstica se cubre a partir de fuentes tradicionales (leña y residuos). No se han encontrado combustibles fósiles en Nepal y el déficit de las necesidades de energía se cubre dentro de las limitaciones de los mercados internacionales de combustible y la escasez de divisas extranjeras. Los ingresos per capita promedio en Nepal están entre los más bajos del mundo.

Sin embargo, Nepal tiene un gran potencial para la generación masiva de hidroenergía así como una larga historia en la aplicación de la misma (25). El total de potencia generada por minicentrales es de 8.3 MW.

La alternativa micro hidroenergética está establecida, en la actualidad, como una tecnología local. ¿Cuáles fueron los elementos que explican su éxito? ¿Qué es lo que falta hacer?

Identificación de proyectos

Previamente a la introducción de turbinas para las microcentrales, la hidroenergía se captaba utilizando molinos de agua tradicionales (ghattas). Estos molinos tenían solamente capacidad para la molienda de harina (no pudiendo realizar por ejemplo el prensado de aceite o el descascarado de arroz), los molinos tradicionales se basaron en el uso de materias primas y habilidad técnicas locales, usos productivos y mé-

todos de pago apropiados a las características de los usuarios. Al incrementarse el contacto con el exterior, la demanda para el uso de motores simples con el fin de operar maquinaria de agro procesamiento y reemplazar tediosos métodos manuales de procesamiento, se cubrió mediante la introducción de molinos movidos por motores diesel.

Si bien el empleo de tales motores demuestra la demanda que existe por equipos capaces de operar maquinaria agroprocesadora, los motores diesel sólo son viables en áreas que tienen acceso a combustible, y su empleo ha experimentado serios problemas derivados de los crecientes costos de combustibles, y mantenimiento. Además, la reparación de maquinaria diesel requiere de conocimientos técnicos complejos que la mayoría de las veces no están disponibles en áreas rurales.

En contraste, las microcentrales hidroenergéticas tienen bajos costos operativos, son fáciles de mantener y no están limitadas a su instalación sólo en áreas con acceso a combustible. Como tal provee una alternativa viable a la maquinaria diesel y puede extenderse a zonas más remotas.

En respuesta a las demandas rurales por energía, se financiaron e instalaron dos talleres para experimentar con turbinas Michell-Banki y Pelton y se implementaron proyectos piloto de microcentrales. Las experiencias obtenidas en estos proyectos permitieron obtener por ejemplo, la mejora en la resistencia de los álabes así como una mejora en la transmisión por fajas. Un diseño estándar fue desarrollado a mediados de la década del 70 utilizando turbinas de Michell-Banki. Las turbinas Pelton fueron rechazadas en ese entonces debido a que los problemas de derechos de tierra y agua los hacía incompatibles con los sistemas de tenencia existentes.

Las denominadas MPPU's (Unidades Multipropósito) que son capaces de operar maquinaria agrícola también se desarrollaron localmente durante los años 70, en reemplazo de los ghattas. Continúan teniendo un buen mercado.

Los primeros modelos de MPPU y las microcentrales sólo producían energía mecánica. Sin embargo, en los últimos 8 años, muchos esque-

mas han sido electrificados y alrededor de 80 proyectos completamente eléctricos han sido instalados.

Los severos problemas de carencia de leña han dado lugar al desarrollo de cocinas de bajo voltaje, de alta eficiencia, hechas localmente, que pueden también almacenar la energía sobrante fuera de las 'horas punta', como calor.

La producción de diodos limitadores de corriente (PTCs o 'fusibles eternos') han sido un gran avance. Este sistema reemplaza los medidores costosos y limita la corriente disponible a cada consumidor a unos 200 Vatios. Como resultado, se incentivan los factores altos de carga, se simplifica el cobro de tarifas y se evitan sobrecargas del sistema, comunes en sistemas remotos. La energía se vende en base a vatios instalados, como en el caso de muchos sistemas antiguos en Escandinavia.

Con el crecimiento de la demanda local, el número de instalaciones también se ha incrementado. Más de 100 sistemas MPPU y de tipo Michell-Banki fueron instalados en 1987 (23).

Desarrollo local

El énfasis en la capacitación, en los talleres mencionados arriba, ha permitido que numerosos de los aprendices se conviertan en fabricantes de pequeñas turbinas. Por otro lado, las organizaciones encargadas de la hidroenergía de Nepal están instalando también megacentrales. En los dos talleres mencionados arriba el diseño, la fabricación, instalación y administración de proyectos de minicentrales son realizados integralmente por Nepaleses. A pesar de una base industrial bastante débil, unos 10 fabricantes de Nepal incluyen actualmente turbinas en su gama de productos.

Como es lo apropiado con una tecnología diseñada y desarrollada localmente, ITDG ha puesto el énfasis en la capacitación en las áreas en las que las organizaciones locales están menos familiarizadas. Específicamente, ITDG se ha concentrado en los aspectos eléctricos de las microcentrales (control, generadores, usos finales), así como en las técnicas de investigación hidrológica y análisis económico. La financiación se ha obtenido para la investigación y desarrollo local de equipos electrónicos y para cursos de capacitación para diseñadores y técnicos.

También se ha obtenido financiamiento para proyectos a través del Banco para el Desarrollo Agrícola de Nepal (ADBN) y esto ha sido el factor principal para la diseminación de microcentrales en Nepal desde 1974. Más del 80% de las instalaciones de microcentrales han sido financiadas por el ADBN a tasas comerciales y el Banco también se ha involucrado en la promoción y difusión de tecnologías de microcentrales. Las actividades de las 362 oficinas de ADBN y dos unidades de Tecnologías Apropriadas incluyen estudios técnicos y económicos de factibilidad y el control de numerosas instalaciones en diferentes áreas. Además, el otorgamiento de contratos del ADBN a fabricantes locales ha ayudado a la promoción de una incipiente industrialización.

Equipo poco costoso, basado en el uso de componentes y técnicas locales, significa que los costos de una planta típica son de alrededor de US\$ 1,000/Kw (Ver Cuadro 1). En base a las investigaciones del ADBN, el crédito se extiende a proyectos que muestran potencial para autosostenerse así como capacidad de devolución del préstamo. La valoración se basa en la identificación de una demanda local adecuada para tecnologías que tengan un fin productivo, habilidad administrativa disponible y la determinación de cualquier posible competencia con otras instalaciones (diesel ó hidráulicas). Esto contrasta con los pequeños proyectos hidroenergéticos gubernamentales que -con un factor de carga del 15-20% en sus fases iniciales, niveles altos de contratación de personal, tarifas bajas y altas pérdidas de sistema- requieren de un subsidio continuo. Los proyectos gubernamentales se pueden justificar en base a ser de menor costo en relación a alternativas diesel ó interconectadas, pero los proyectos comunales y privados financiados por la ADBN (plantados aquí) requieren de una tasa interna de retorno positiva sobre el capital invertido.

En tales proyectos la propiedad ha sido principalmente de empresarios rurales con suficiente capital como para invertir y con acceso a contactos externos (ej: para comercialización de productos). El incremento de la capacidad de procesamiento local, la calidad mejorada del producto obtenido, así como la disminución de labores pesadas (especialmente para las mujeres) también han beneficiado a la sociedad local. Además, cualquier efecto multiplicador de los ingresos y de los puestos de empleo, y el conocimiento técnico adquirido, también serán benefi-

ciosos. Finalmente, la disponibilidad de energía eléctrica doméstica satisface una necesidad sentida de las comunidades locales y puede reducir las presiones que existen de migración rural-urbana.

CUADRO 1						
COSTOS DE CAPITAL TÍPICOS DE INSTALACIONES DE MICROCENTRALES : NEPAL						
Proyectos	Costo Total US\$	Costo por Kw	Costo de Operación	Ganancia Anual	Amortización (años)	TIR (%)
Turture	8,300	1,040	993	3,953	2.8	35.7
Turture (Elec)	4,236	536	414	1,306	4.8	20.5
Manbhak	7,784	1,038	1,123	2,026	8.6	9.9
Ambut	9,923	1,103	2,492	4,296	5.5	17.6

Notas :

1) Estos tres proyectos son molinos operados mecánicamente y los ingresos provienen del agro-procesamiento.

2) Turture fue posteriormente electrificado agregándosele un alternador síncrono de 10 Kva. Las cifras mostradas son para los costos adicionales del alternador, poleas, líneas de transmisión, etc.

3) Se asume una vida útil de la planta de 20 años.

4) Todas las cifras están US\$. US\$1 = 13.244 (1982) (26).

Computado en : East Consult (P) Ltd (1982) (7) - 1984 (8).

Conclusión

La demanda de energía en las áreas rurales de Nepal fue hasta este siglo, cubierta por tecnologías en base a fuerza manual o mecánica. Con el empleo de las MPPUs, motores diesel y microcentrales, la demanda

disminuyó para los métodos tradicionales ineficientes allí donde había disponibilidad de alternativas más modernas. Además la capacidad de generación de electricidad de los motores diesel y las microcentrales es atractiva para las comunidades rurales que buscan acceso a facilidades tales como la luz eléctrica.

En términos de costos, una microcentral es más económica por kilovatio que la maquinaria diesel equivalente (Ver Cuadro 2) y tiene menores costos operativos. En Nepal, hay crédito disponible a fin de que las comunidades y comerciantes rurales puedan cubrir los costos de capital altos (en relación a los costos de adquisición de un equipo diesel). Como resultado el potencial para una amplia difusión se refuerza.

Resumiendo, se pueden señalar cuales han sido los factores que explican el éxito que tiene el programa de microcentrales en Nepal :

- Alto nivel de participación local en todas las etapas de un proyecto;
- Apoyo gubernamental para evaluar y financiar proyectos;
- Desarrollo de la destreza de fabricantes locales para producir y reparar turbinas y otros equipos, económica y eficientemente. Igualmente, para identificar los sitios más adecuados.

El rol de las agencias externas ha pasado de ser uno de transferencia de tecnologías y financiación de proyectos piloto, a la de provisión de capacitación en aspectos menos familiares localmente tales como control electrónico de carga e hidrología.

En Nepal, donde la fabricación y uso de turbinas está bien establecido, la capacitación en estos aspectos permanecerá siendo el área principal de participación de las agencias externas.

I. SRI LANKA

Como Nepal, Sri Lanka tiene una larga tradición de manejo del agua principalmente para riego. Más recientemente (desde principios de si-

glo) las haciendas de té y caucho han venido utilizando hidroenergía y hasta tres fabricantes de turbinas operaban en Sri Lanka durante los años 40 y 50. Algunas de las actuales plantaciones de té (en su mayoría esta-

**CUADRO 2
COMPARACION DE COSTOS
DIESEL/MICROCENTRAL : NEPAL**

US\$		
	DIESEL	MICRO CENTRAL
-Costo Capital Total por Kw instalado	500.00	1,500.00
-Costo Anual de Capital por Kw 15% (Diesel por 10 años, Microcentral por 20 años)	100.00	240.00
-Costo Anual de Operación y Mantenimiento por Kw (Diesel 2%, Microcentral 3%)	10.00	45.00
-Costos Anuales Totales (Menos Combustible)	110.00	285.00
-Costo Anual de Combustible por Kw a 30% Factor de Carga (Rs 7/litro = US 0.35/lt = US 0.14/kwh)	368.00	-
-Costos Anuales Totales a 30% Factor de Carga	478.00	285.00
-Costo por kwh a 30% Factor de Carga	0.18	0.11

Nota: Ver el Gráfico en Anexo 2.

Fuente: En base a cifras del Banco para el Desarrollo Agrícola de Nepal (1987).

tizadas) todavía usan microcentrales instaladas hace unos 50 años. Otras están reactivando su capacidad micro-hidroenergética en respuesta a los altos costos de la energía térmica o la proveniente de la red interconectada.

Como es el caso de Nepal, la existencia de una gran demanda local por energía económica que pudiera ser integrada al sistema local de control de agua - en este caso centrado en el riego, permitió que la micro hidroenergía sea restablecida. Un adecuado manejo institucional de administración y gestión financiera de las microplantas, también contribuyó a la implantación de las microcentrales en las haciendas tealeras.

Las microcentrales son ahora una fuente importante de energía para muchas haciendas en Sri Lanka. ¿Por qué y cómo se dió este proceso?

Identificación de Proyectos

Al renacer el interés de las microcentrales, las solicitudes de las fábricas tealeras, empujaron a las corporaciones estatales de té a buscar la rehabilitación de sus turbinas. Algunos proyectos piloto se llevaron a cabo, uno involucrando la cooperación entre ITDG y una firma de contratistas de Sri Lanka para la instalación de un regulador de carga y de dos turbinas, dentro de un esquema de proyecto piloto. La rehabilitación de las microcentrales de las haciendas fue otra de las tareas asumidas.

En la medida en que la tecnología fue reactualizándose, se buscó una forma de llevar sus beneficios a las comunidades rurales pobres. El Programa de Desarrollo Rural Integral (IRDP) financiado por Holanda desarrolló un sistema en el cual los ahorros en el costo de electricidad (frente a la alternativa de la interconexión a la red) de las haciendas que utilizan microcentrales reinstaladas, se utilizan para proyectos de bienestar social para los trabajadores pobres de las haciendas. Los expertos técnicos en microcentrales de ITDG fueron llamados para cooperar en la rehabilitación de las instalaciones de las haciendas participantes en el proyecto.

Un período de investigación, acción y seguimiento via la evaluación continua de rendimientos, análisis económicos y de cuentas de las haciendas se realizó seguidamente. Durante este tiempos no sólo se com-

pletaron numerosas investigaciones sino que también se realizó la capacitación en el lugar de técnicos, ingenieros, operadores y mecánicos.

Consolidación del Programa

El interés en las microcentrales se basó en el posible ahorro al usar las microcentrales para complementar el uso de la electricidad (más costosa) proveniente de la red. Los costos actuales de la electricidad de la red interconectada son 2.2 - 2.3 Rupias de Sri Lanka (US\$0.07) por kilovatio hora y la tendencia es que aumenten estas cifras con el tiempo. Los generadores diesel han sido instalados en varias haciendas pero sólo se utilizan como una fuente de energía de apoyo debido a sus altos costos de operación (especialmente combustible). Las microcentrales, por otro lado, permiten la generación de electricidad a menos de Rs 2kwh para un período de amortización de cinco años, y a una tasa de Rs 0.05 kwh; de ahí en adelante en base a los costos de operación y mantenimiento. Un ejemplo del ahorro que se puede lograr es el caso de Seetha Eliya. En esta plantación de té, los generadores diesel sólo podrían funcionar a un 50% de su capacidad debido al alto costo de combustible. La instalación de una microcentral permitió la generación de 60kw con un ahorro de Rs30,000/mes en combustible solamente (cifras de 1985). La conexión al suministro público (a Rs800,000), más barata que la instalación de microcentrales (Rs1.85 millones) fue considerada por las plantaciones como menos ventajosa.

Como ocurre en Nepal, la reducción de costos se ha logrado a través del énfasis en programas de capacitación a fin de dar responsabilidad a los locales en todos los aspectos de los proyectos. Algunas turbinas fueron importadas en las fases iniciales, pero - con el incremento en el nivel de capacidad de los ingenieros y técnicos locales - se rehabilitaron las turbinas existentes y el costo local fue en promedio un 70% de los costos de rehabilitación. Los artículos importados fueron alternadores, válvulas de alta presión, reguladores de carga, interruptores y contactores. Los costos fluctúan entre US\$930 por Kw y US\$2,800 por Kw de acuerdo a la ubicación y estado de las instalaciones existentes. Los factores de carga de las plantaciones de té son de 30-50% y son por lo general regulares y confiables.

CUADRO 3						
COSTOS DE CAPITAL TÍPICOS DE UNA MICROCENTRAL : SRI LANKA						
Proyectos	Costo Total US\$	Costo por Kw	Costo de Operación	Ganancia Anual	Amortización (años)	TIR (%)
Uda Radella	341,900	11,400 (456)	12,500	130,000	2.9	39
Gonapitiya	204,000	6,800 (272)	12,500	64,000	4.9	27
Labookellie	2,788,000	29,300 (1,172)	50,000	500,000	6.2	15

Notas :

-Las cifras entre parentesis son US\$. Tasa de Cambio : US\$ = Rs25.

-Estos son proyectos de rehabilitación.

-Uda Radella y Gonapitiya utilizan turbinas y tuberías de presión reconstruidas.

-Labookellie tiene nuevos : turbina, tubería de presión, alternador, gobernador y línea de transmisión.

Fuente : Recopilado del IRDP Nuwara Eliya

Inicialmente, la financiación de proyectos de rehabilitación se llevó a cabo por medio del Programa de Desarrollo Rural Integral (IRDP) financiado por Holanda. Otros donantes se han involucrado desde entonces. Tales iniciativas, incluyendo un proyecto financiado por el Banco Mundial y algunos proyectos del sector privado, han reforzado el perfil de las microcentrales. Al tiempo de la redacción de este documento, existen planes para la rehabilitación de 60 proyectos utilizando fondos del Gobierno Británico, IRDP/Banco Asiático de Desarrollo y el Sector de Plantaciones de Sri Lanka.

La administración y manejo de los proyectos está bien definido, particularmente desde que los programas de capacitación han permitido que los ingenieros expertos en microcentrales sean parte del personal de las plantaciones. Proyectos de bienestar social en las áreas de suministro de agua, saneamiento, mejoras infraestructurales (incluyendo servicio médicos) y programas agrícolas han sido financiados con las ganancias de los proyectos.

Se han implementado recientemente, cursos de capacitación para ingenieros expertos en hidroenergía cubriendo tanto los aspectos técnicos como económicos de las microcentrales e ITDG está apoyando a una compañía de ingeniería local para establecer un pequeño equipo capacitado para realizar la evaluación de campo y para fabricar turbinas de bajo costo localmente.

La fabricación de turbinas está reiniciándose en Sri Lanka (luego de un lapso de 30 años) como un proyecto de demostración y capacitación. Este desarrollo financiado externamente, aumentará la confianza y capacidad local y erosionará la actual disposición de importar turbinas en vez de producirlas localmente.

Conclusión

La demanda por parte de instituciones (haciendas) ha sido la base para el reestablecimiento de microcentrales en Sri Lanka. Este proceso está basado en la viabilidad financiera de las microcentrales, el uso productivo de la energía generada, y la integración de las microcentrales en los sistemas de usos de agua existentes.

Las áreas principales para la participación de agencias internacionales son la capacitación de fabricantes locales en técnicas de evaluación de lugares apropiados, la elección de tecnologías, evaluación económica y la fabricación local de turbinas de bajo costo.

III. PERU

Los molinos de agua de eje vertical (similares a los de Nepal) han sido utilizados en el Perú desde su introducción por los españoles en el

siglo dieciseis, y el control del agua por medio de canales estaba bien establecido ya desde antes de la conquista. En años recientes ha venido aumentando el interés en el potencial de la tecnología de microcentrales.

¿Por qué ocurre ello?

Las áreas remotas del Perú, debido a su terreno accidentado así como a las distancias involucradas, requieren de un alto gasto en líneas de transmisión para su conexión a la red pública (10). Además en comparación con Sri Lanka por ejemplo, la población dispersa así como los factores bajos de carga hacen que la conexión a la red pública sea poco económica. A pesar de que existen microcentrales en el Perú, muchas comunidades han optado por maquinaria diesel como fuente de energía. Sin embargo, a pesar del actual bajo costo (mantenido artificialmente) del combustible, otros problemas como la confiabilidad, reparación y acceso de repuestos han hecho que el equipo diesel sea una fuente de energía costosa y no satisfactoria en muchas áreas.

Identificación de Proyectos

En respuesta a la demanda por energía confiable y de bajo costo tanto el Gobierno Peruano así como organizaciones no-gubernamentales (ONGs) se han interesado en programas de microcentrales. Las cifras para algunas instalaciones de las cuales ITDG tiene conocimiento, son :

IDENTIFICACION DE PROYECTOS			
Proyecto	Costo (US\$)	Costo Kw(US\$)	KW
Monte Salvado	80,400	1,340	60
Palomar	16,900	1,300	13
Pisha	10,000	2,000	5
San Marcos	10,000	2,000	5

Electro Perú, la entidad estatal de electricidad, ha invertido grandes montos en proyectos de electrificación rural (hasta US\$3-4,000 por vivienda conectada) incluyendo algunas instalaciones de mini y microcentrales. Sin embargo, en muchos casos un suministro menos costoso ha sido obtenido via instalación, propiedad y administración de plantas por individuos o comunidades.

Un estudio llevado a cabo en 1986 para evaluar microcentrales instaladas por el Gobierno (24) encontró que el fracaso de los proyectos ejecutados por ELECTROPERU se debía a :

- i) Factores de carga basados únicamente en la demanda doméstica de energía y no en usos productivos.
- ii) La no-participación de la comunidad local (con la consecuente mala administración y falta de compromiso con el mantenimiento).
- iii) Costos de operación elevados debido a plantas provistas de excesivo personal.

Los proyectos privados y comunales por otro lado, se han basado en :

- i) Factores de carga a partir de usos productivos así como de los requerimientos domésticos.
- ii) Identificación local de la demanda de energía para fines productivos.
- iii) Reducción en los costos de instalación, operación y administración, al ser asumidas estas tareas por los propios pobladores.

Desarrollo del programa

La participación de ITDG en proyectos de microcentrales del Perú empezó en 1984 y es bastante reciente comparada con los programas en Nepal y Sri Lanka. Ingenieros expertos en megacentrales, se encuentran disponibles en el Perú, sin embargo, muchos no tienen experiencia en el diseño y construcción de instalaciones pequeñas, en el uso de técnicas de medición de caudales en cuencas pequeñas, y equipos tales como reguladores electrónicos y turbinas pelton con múltiples inyectores.

res. En respuesta a las demandas sobre estos y otros aspectos, un programa de transferencia de tecnología y capacitación está siendo implementado.

En 1987 se instaló una turbina en Monte Salvado (Cusco), que empezó a funcionar en 1988. Se trata de un proyecto de demostración en el cual la energía generada se emplea para activar un taller y maquinarias de procesamiento de productos agropecuarios. Por otro lado, se han ofrecido cursos de entrenamiento para dos fabricantes de turbinas locales, así como un ingeniero. Otros ingenieros de organizaciones no gubernamentales también han sido capacitados y se espera que ello contribuya a una más amplia difusión de la alternativa de empleo de microcentrales. A nivel de los pobladores, se han llevado a cabo cursos de capacitación de promotores locales para la determinación y evaluación de sitios adecuados, caudales, etc.

La participación de las comunidades y fabricantes locales en todos los aspectos de los proyectos de microcentrales, hace posibles numerosos beneficios. Primero, las turbinas fabricadas localmente cuestan aproximadamente un tercio de sus equivalentes importados. Segundo, las turbinas importadas pueden no estar al alcance de las comunidades o individuos que carecen de acceso a moneda extranjera. Tercero, el empleo de habilidades y mano de obra local, permite igualmente reducir los costos y hacer más confiable su correcto mantenimiento. Finalmente, al involucrar a los usuarios en todas las etapas, se pueden lograr diseños de proyectos apropiados que encajan con el sistema de agua y energía existente, así como con las prioridades de la comunidad.

Mientras que en Nepal y Sri Lanka las fuentes de crédito o financiación y los usuarios de microcentrales han trabajado conjuntamente, esto no es frecuente en el Perú. Las ONGs que podrían involucrarse en programas de microcentrales todavía no han tratado de emplear las posibles fuentes de financiamiento existentes.

Mediante actividades de difusión (ej: talleres, seminarios) se espera que la idea del empleo de microcentrales se haga más familiar a las organizaciones trabajando en el área rural y que ello conduzca a una mayor demanda por turbinas, etc., producidas localmente.

Conclusiones

Existen condiciones favorables para preveer una expansión de un programa de microcentrales en el Perú. Se tienen recursos hídricos abundantes, demanda local tanto para consumo doméstico de energía como para usos productivos, y un desarrollo suficiente del conocimiento técnico y habilidades de quienes podrían ejecutar los proyectos. Tal expansión es además factible por los menores costos que - en relación a otras alternativas - la instalación de microcentrales requiere.

Un aspecto de particular importancia es sin embargo, la necesidad de desarrollar programas de crédito para financiar tales instalaciones, tal como ha ocurrido con buenos resultados en otros países.

Son dos los aspectos principales que se han puesto en evidencia en este informe : el problema de los costos y el de la capacidad local para proyectos de microcentrales. Los tres estudios de caso considerados han mostrado que aquellos proyectos basados en una minimización de los costos y el empleo de la energía para usos productivos, tienen todas las posibilidades de ser autosuficientes, duraderos y rentables.

Los ingredientes clave fueron :

-Viabilidad financiera.

-Desarrollo local de conocimientos y técnicas.

-Adecuada integración de las microcentrales dentro de los sistemas vigentes de usos del agua y los marcos institucionales existentes.

-Entrenamiento y ejecución de proyectos piloto en base a la ayuda de agencias externas, en un primer momento.

-Existencia de una suficiente demanda por microcentrales, y de recursos hídricos para satisfacerla, que justifiquen el desarrollo de ingeniería y producción de partes y piezas, localmente.

La viabilidad financiera a su vez ha dependido de :

a) Factores de carga adecuados, en base sobre todo a usos productivos de la energía.

b) Bajo costo de los equipos, diseñados y producidos localmente.

c) Bajo costo de los estudios de factibilidad, diseño, instalación y mantenimiento de las microcentrales, posible gracias a una participación local calificada y permanente de pobladores, ingenieros y fabricantes.

3. CONCLUSIONES GENERALES

¿Qué es lo que nos enseña esto, en relación con el rol de los fabricantes y organizaciones de desarrollo tanto en los países desarrollados como en los en vías de desarrollo?

1. En cuanto al rol de los fabricantes de los países desarrollados :

- Importancia de la transferencia de tecnología y del
- Entrenamiento de fabricantes locales, ejecutores de proyectos, operadores de plantas.

2. Por parte de los países en vías de desarrollo :

- Necesidad del desarrollo de la capacidad local para producir y/o reparar turbinas, tuberías, etc. allí donde exista una demanda adecuada y del

- Desarrollo de la capacidad local para producir y/o reparar equipo o maquinaria dedicada a usos productivos, allí donde la demanda existente lo justifique.

3. Por parte de las ONG's (locales o foráneas) :

- Ejecución de proyectos piloto
- Diseminación de tecnologías probadas
- Reforzamiento o creación de instituciones ad hoc.

En términos más específicos, estos roles implican actividades de entrenamiento en las siguientes áreas :

Técnica

Evaluación de sitios adecuados, diseño e instalación y/o manufactura de equipos para microcentrales (incluyendo equipos para los usos productivos de la energía).

Técnico-económica

Identificación, planeamiento, implementación y manejo de los proyectos, incluyendo los usos productivos.

Socio-económica

Estudios de factibilidad económica y financiera, gestión institucional, monitoreo y evaluación de los proyectos.

Si bien la transferencia de tecnología y la ayuda financiera externa pueden ser requisitos importantes, el más importante aspecto del proceso es el adecuado entrenamiento de los ingenieros, los ejecutores del proyecto y los pobladores beneficiarios.

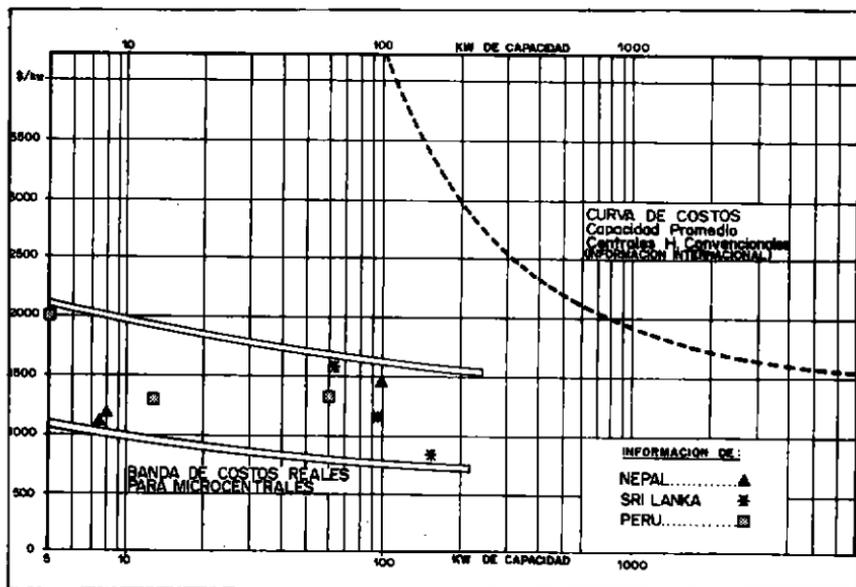
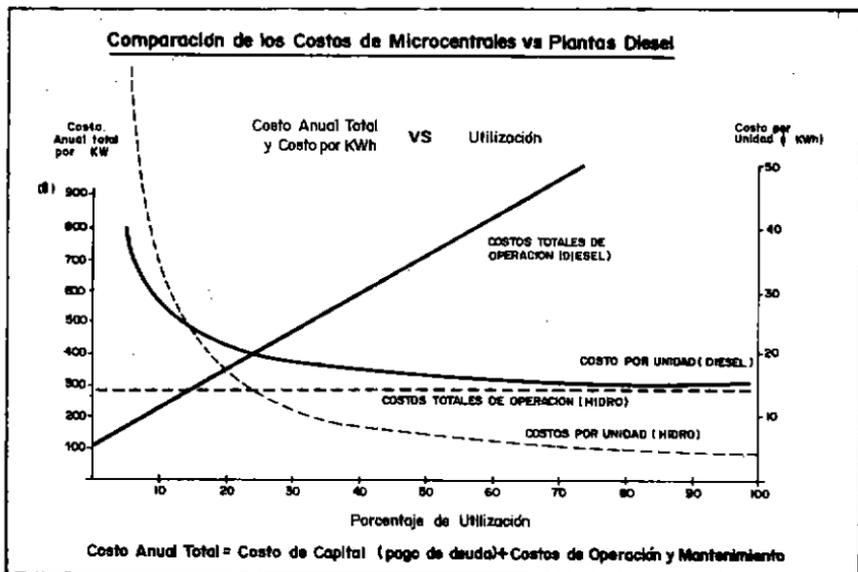
ANEXO 1

EL COSTO DE MICROCENTRALES			
	COSTO/KW	KW	
NEPAL			
Manbhak	1,024	7.5	(7)
Turture	1,163	8.0	(7)
Eyanja	1,430	100.0	(28)
SRI LANKA			
Labookellie	1,172	95.0	(iv)
Seetha Eliya	1,650	62.0	(vii)
Dunsinane	803	160.0	(iv)
PERU			
Monte Salvado	1,340	60.0	(vii)
Palomar	1,300	13.0	(v)
Pisha	2,000	5.0	(vi)
San Marcos	2,000	5.0	(vi)

Notas :

- i) Estos proyectos son proyectos nuevos de generación de electricidad.
- ii) Los costos incluyen las líneas de transmisión.
- iii) Todas las cifras son en US\$
- iv) Wishart G. Programa de microcentrales, Nuwara Eliya IRDP. Informe de Progreso a fines de 1987. Inglaterra 1988.
- v) Hydropower Fuerza Eléctrica Ltd., Lima.
- vi) Diaconfa Ltd, Lima.
- vii) Registros de ITDG

ANEXO 2



ANEXO 3

REFERENCIAS

(1) Agricultural Development Bank of Nepal. Impact Study of some Bank financed activities. Kathmandu, June 1979.

(2) ASIN JR, Considerations, Sources and Requirements to Finance Small-Scale Hydroelectric Systems. In Small-Hydropower for Asian Rural Development. Renewable Energy Resources Information Centre (RE-RIC), Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand; June 1981.

(3) Brown A.P., Salt Gulp : measuring flows in small streams. Appropriate Technology Journal, UK; 1984.

(4) Departamento de Energía. Provincia de Neuquen, Argentina. Personal Communication, 1986.

(5) Carrasco A.V. Study of the Effects of Rural Electrification. University of Helsinki. 1986.

(6) DESCO. Congas, Bolognesi Province; Community Micro-Hydro Plant. Lima, Perú; 1986.

(7) East Consult (P) Ltd. Socio-Economic Evaluation Study of Small turbines and Mill Installation: Case Studies, Volume 2; 1982.

(8) East Consult (P) Ltd. UMN-DCS Rural Electrification Programme in Nepal : an evaluation study; 1984.

(9) Edwards R. and Carrasco A. Competition for the Use of Water Resources Between Irrigation and Energy Production. Paper presented to ITDG Forum 1988 : The Rational Use of Water. UK, 1988.

(10) Energía y Desarrollo. Los Costos de la Inversión Eléctrica. Lima, Perú; Sept/Oct 1985.

(11) Freeman C. The Economics of Industrial Innovation London; 1982.

(12) Gamser M S. Power from the People, IT Publications London; 1988.

(13) Gustart A and Cole G.A. Micro-Hydro Schemes in Sri Lanka. Institute of Hydrology, Wallingford; 1982.

(14) Hangzhou Regional Centre (Asia Pacific) for small-hydropower. Small Hydro-Power in China. IT Publications; 1985.

(15) Hislop D. Micro-Hydro Programmes in Nepal. ITDG Sustainable Development Conference. UK; 1986.

(16) Hislop D. Upgrading Micro-Hydro in Sri Lanka. IT Publications; 1985.

(17) Holland R.E. The Economics of Micro-Hydro Electric Power Plants. Paper presented to symposium on the economics of small renewable energy systems for developing countries. Valbonne, France; 1986.

(18) Intermediate Technology Development Group. A review of micro-hydro in Nepal. Potential, public and private sectors. ITDG Rugby; 1987.

(19) Lobo-Guerrero J. Microcentrales Hidroeléctricas en Colombia. Colombia; 1980.

(20) NRECA. Micro-Hydropower Schemes in Pakistan: a case study. Washington; 1981.

(21) Premani P. Director, National Energy Administration, Bangkok. Personal Communication; 1986.

(22) Rudolph R. Micro-Hydropower Technology: Development, Adaptation and Dissemination of a Proven Technology. In GATE Deutsches Zentrum für Entwicklungstechnologien. No 1/88. FDR; 1988.

(23) Singh K M, ADBN, Sri Lanka. Personal Communication; 1987.

(24) Testino M G. Is Electricity Progress? Rural Electrification in Junin and Apurimac. Peru; 1987.

(25) UNDP/World Bank. Nepal : Issues and Options in the Energy Sector. Washington;1983.

(26) UNIDO - The potential for resource based industrial development in the least developed countries. No 7. Nepal; 1984.

(27) Viscama M.A. Sistemas Energeticos Alternativos. Bolivia, 1986.

(28) WECS. Report. Nepal; 1985.

(29) Workshop Proceedings. Productive uses of electricity in rural areas. Dhaka, Bangkok; 1982.

6

ENRIQUE INDACOCHEA R. DE SOMOCURCIO

MICROCENTRAL

HIDROELECTRICA

PILOTO

DE OBRAJILLO

Proyecto Piloto de Información Tecnológica

1. INTRODUCCION

En este documento presentamos una breve reseña del proceso de desarrollo y principales características de la planta piloto instalada en la localidad de Obrajillo, como parte de las actividades del proyecto de investigación tecnológica sobre Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCH), que ejecutó ITINTEC a partir del año 1977, con un énfasis inicial en las microcentrales.

Para comprender mejor la naturaleza, características y resultados del proyecto piloto materia del presente trabajo, es necesario situarse en el contexto particular de su desarrollo, el cual puede resumirse en la forma siguiente:

- La Planta Piloto de Obrajillo no fué concebida como un proyecto de inversión, sino como una instalación experimental de campo para probar, en forma práctica las tecnologías de diseño y fabricación de equipos, así como diversos procesos y materiales de construcción, desarrollados o adaptados como parte del proyecto de investigación tecnológica.

- Por lo indicado en el párrafo anterior, los equipos instalados y las tecnologías aplicadas respondieron a las necesidades de investigación y no a los criterios económicos de un proyecto de inversión. Asimismo se tenía como objetivo maximizar el empleo de recursos humanos y materiales disponibles en la comunidad para el desarrollo del proyecto.

- La filosofía central del proyecto tenía por puntal básico el hecho que el desarrollo de las pequeñas centrales hidroeléctricas es un proble-

ma multifacético y multidisciplinario, cuya solución demanda un enfoque integral de sus aspectos energéticos, tecnológicos, institucionales, económicos y sociales. Consecuentemente, pese a que el proyecto específico estaba ligado al desarrollo tecnológico, era necesario situarlo en un contexto integral, evitando enfoques unilaterales del problema.

- La planta, además de cumplir con sus objetivos de investigación aplicada, debía constituir un elemento de desarrollo para una comunidad rural.

- Si bien por tratarse de un proyecto de investigación tecnológica, no se incluyeron formalmente elementos de investigación sociológica, debido a la importancia de los factores sociales, organizativos e institucionales, desde un principio se estableció que la planta solo se desarrollaría en la medida que la misma comunidad beneficiaria decidiera autónomamente participar activamente en el proyecto y que una vez instalada y probada, cumpliendo sus fines de investigación, la planta sería operada y administrada por la misma comunidad.

- La planta tendría, en última instancia, un carácter demostrativo de las posibilidades de la aplicación de tecnologías nacionales y la capacidad de las comunidades de administrar y operar sus propias microcentrales hidroeléctricas.

- Un marco de referencia adicional, estuvo dado por las perspectivas de dar un uso productivo a la energía eléctrica generada y observar los patrones de comportamiento social y económico de la población frente a esta posibilidad.

Finalmente, cabe señalar que los comentarios y opiniones que se exponen en este documento son de responsabilidad exclusiva del autor, al que le cupo la satisfacción de dirigir el proyecto desde su concepción hasta la puesta en marcha de la primera etapa y el desarrollo del equipamiento para la segunda.

El autor también considera justo rendir homenaje a los comuneros de Obrajillo que se transformaron en los verdaderos actores y dueños del proyecto, así como al entusiasta y competente grupo de profesionales de ITINTEC que se entregaron a la tarea de desarrollar, adaptar y apli-

car tecnologías para impulsar el desarrollo hidroenergético en pequeña escala como instrumento de liberación de las ataduras del subdesarrollo, respetando al mismo tiempo la cultura y organización autónoma de las comunidades campesinas.

2. UBICACION Y POBLACION BENEFICIADA

La planta piloto está ubicada en los predios de la Comunidad Campesina de Obrajillo, próxima a Canta, Capital de la Provincia del mismo nombre, en el Departamento de Lima y situada a 105 Km. al N.E. de la Capital de la República, con la que se conecta por una carretera asfaltada en sus primeros 70 Km. y afirmada en los tramos posteriores. Para acceder a Obrajillo se pueden tomar dos desvíos afirmados, uno desde el kilómetro 90 de la carretera a Canta u otro que desciende desde esa ciudad.

La localidad de Obrajillo está a una altura de 2700 m.s.n.m., sobre la orilla izquierda del Río Chillón, el valle tiene un clima agradable, el suelo es fértil y el agua es relativamente abundante. La zona tiene una gran belleza natural y posee un gran potencial turístico y agrícola.

Las principales actividades económicas estan dadas por el cultivo de papa y maíz y por la ganadería en pequeña escala. La tenencia de la tierra en las partes bajas del valle es predominantemente individual y dividida en pequeña s parcelas. Las tierras altas son principalmente de propiedad comunal. En lo que respecta a otras actividades económicas, existe una panadería que atiende las necesidades de Obrajillo y de las poblaciones vecinas.

Desde tiempos de la colonia hasta la década de 1940, el cultivo de trigo era muy difundido, tanto que el mismo nombre de la comunidad se deriva del pequeño obraje asociado al antiguo molino abandonado, donde se instaló la planta piloto. La ganadería fue también muy importante, pero fué decayendo al perderse progresivamente el acceso al mercado de Lima.

En 1977, Obrajillo contaba con servicio público de agua potable no domiciliario, pero aún no disponía de sistema de desagüe. También tenía dos escuelas de nivel primario y una iglesia que solo cobraba vida durante las festividades. Más del 90% de la población tenía nivel primario y aproximadamente el 20% tenía nivel secundario parcial.

Hasta hace unos cuarenta años, Obrajillo tenía servicio eléctrico público y domiciliario, atendido por la Central Hidroeléctrica de Canta, la cuál fué dañada por un huayco y luego desmantelada, quedando entonces Obrajillo, al igual que las poblaciones vecinas, en la antigua oscuridad durante más de treinta años, ya que la planta térmica que se instaló en Canta posteriormente, sólo tenía capacidad para atender la demanda de esa ciudad y con un deficiente servicio vespertino.

3. NATURALEZA DEL PROYECTO Y OBJETIVOS

En este capítulo, pasamos revista a los principales objetivos del proyecto de investigación y a los logros alcanzados, haciendo referencia en cada caso a la forma como se reflejaron en el diseño, equipamiento y construcción de la planta piloto.

En 1977 se inició el desarrollo del Proyecto de Investigación Tecnológica aplicada denominado "Microcentrales Hidroeléctricas", el cual tuvo por objetivo principal el desarrollo y adaptación de tecnologías que contribuyen a viabilizar el desarrollo de plantas hidroeléctricas en el rango de 5 a 50 Kw., para las condiciones que caracterizan su potencial aplicación en la región andina, o sea aquellas dadas por el empleo de reducidos caudales con caídas elevadas y medianas.

A continuación se presentan los principales objetivos planteados y los logros alcanzados.

a) Equipamiento

-Desarrollo de tecnologías de diseño y fabricación de turbinas Pelton y Michell-Banki, maximizando el empleo de materiales disponibles en el país. Esta experiencia fue posteriormente incorporada a los manuales de diseño de series estandarizadas de estas turbinas elaborados por

OLADE con el auspicio de ONUDI, los cuales han sido utilizados y adaptados en diversas formas por muchos fabricantes pequeños en el Perú y en otros países en desarrollo.

-Desarrollo de tecnologías de diseño de reguladores de velocidad oleo-mecánicos y eléctrico-electrónicos con regulación positiva de flujo. En el caso del primero, la tecnología fué luego transferida a OLADE para su incorporación en otro manual de diseño, también elaborado con el auspicio de ONUDI.

-Desarrollo de sistemas de transmisión mecánica por fajas en "V" entre la turbina y el generador, que permitan el empleo de rodetes de turbina con diámetros estandarizados en combinación con las velocidades de giro de alternadores con distintos números de polos, facilitando así el aprovechamiento de una amplia gama de saltos.

-Adaptación del diseño de alternadores de grupos térmicos, para su empleo en plantas hidroeléctricas. Este fue un proyecto empresarial desarrollado por la empresa ALGESA por encargo de ITINTEC, que constituyó el punto de partida de las actividades de esa empresa en el campo hidroeléctrico, al poder suministrar alternadores con capacidad de soportar, por períodos cortos, condiciones de embalamiento propias de los sistemas hidroeléctricos.

-Adaptación del empleo de motores eléctricos de inducción como generadores asíncronos para microcentrales hidroeléctricas. Este fué también un proyecto empresarial, auspiciado por ITINTEC y desarrollado por DELCROSA fabricante de motores eléctricos.

-Diseño de tableros eléctricos, líneas de distribución, postes de eucaliptus y su tratamiento, pararrayos, disipadores de energía, frenos de Prony, etc.

b) Obras Civiles e Instalaciones

-Metodología de reconocimiento, diseño y especificación preliminar de proyectos, con un mínimo de instrumental.

-Perfeccionamiento del diseño de tomas artesanales a "filo de agua".

-Desarrollo de criterios de evaluación de canales de riego para su

uso combinado con la generación hidroeléctrica. Elaboración de una metodología de estudio de mejoras puntuales para incrementar la capacidad portante de canales existentes mediante tipificación de secciones y tabulación de dimensiones, en forma comprensible para un maestro de obras. Diseño de tomas de riego mejoradas que permiten evitar fugas y filtraciones.

-Desarrollo de métodos de diseño y configuraciones típicas de cámaras de carga (tazas) que permitan su fácil adaptación "en línea" sobre canales de regadío, en forma tal de asegurar que el agua no empleada para generación continúe en el canal para su utilización aguas abajo. Desarenador Incorporado, para evitar su instalación en la toma cuando se emplean canales de tierra.

-Desarrollo de métodos de selección, diseño, instalación, unión, apoyo y anclaje de tuberías de presión en PVC, polietileno y asbesto-cemento. Los dos primeros se experimentaron en la planta piloto. Se elaboraron guías de diseño para los tres materiales.

-Desarrollo de esquemas de distribución de planta y diseños básicos de casas de máquinas, este último aspecto no fué aplicado en la planta piloto.

4. CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA PLANTA PILOTO

4.1 DETERMINACION DE LA CAPACIDAD INSTALADA

Para una primera aproximación de la capacidad a instalarse se empleó un índice de 30 watt por habitante y se determinó que para una población aproximada de 600 habitantes, serían necesarios 18 Kw.

Posteriormente se hizo un análisis más detallado de las capacidades potenciales de consumo, según un método desarrollado por el autor, el cual consiste en dividir el día en tres bloques de horas y definir tres "sectores" de consumo. Se estiman las capacidades instaladas de consumo para uno de los nueve elementos de la matriz y se establecen factores

de simultaneidad y factores de capacidad específicos para cada uno de ellos.

Con el procedimiento adoptado se pudieron simular condiciones que permitieron estimar que se debería atender una demanda máxima de 20 Kw, equivalentes a una capacidad de generación de 25 KVA, para un factor de potencia de 0.8.

Debe precisarse que, tal como ocurre en la mayoría de proyectos de electrificación en el medio rural, la demanda de punta es esencialmente vespertina y ubicada en los sectores de consumo doméstico e iluminación pública, quedando una gran capacidad de planta disponible para uso productivo de la energía en horas del día.

Para la definición de la capacidad instalada se tomaron en cuenta las características de la demanda de punta estimada, pero las especificaciones individuales de los equipos, en cuanto a su tipo y potencia, fueron determinadas según los requerimientos del programa de investigación tecnológica, lo cual explica el empleo de tres turbinas de tipo y capacidad distintos.

Más aún, considerando la demanda real, se estableció que la primera unidad a ser instalada, que comprendía una turbina Michell-Banki con generador de 4 KVA, sería dejada en "stand-by" cuando entraran a operar las otras dos máquinas principales consistentes en una turbina Pelton para accionar un generador asíncrono de 8 Kw. (10 KVA) y una turbina Michell- Banki con un alternador de 12 Kw. (15 KVA).

La primera unidad de 4 KVA fué considerada como turbina de "laboratorio" ya que se diseñó con un rodete montado en voladizo, con tapa de rodete y cubierta de carcasa en acrílico, para estudiar el flujo en el rodete y probar distintos diseños de rodetes y configuraciones de carcasa. Con esta misma unidad se probaron los primeros prototipos de alternadores y generadores asíncronos suministrados por ALGESA y DELCROSA respectivamente.

4.2 CARACTERISTICAS DEL RECURSO HIDRICO

Luego de reconocer diversos sitios en la proximidad de la localidad de Obrajillo, se encontró que el aprovechamiento de un canal de riego

existente, de antigüedad inmemorial, denominado canal de "Copo", constituía la mejor alternativa.

La toma del canal realiza su captación a "filo de agua" sobre la margen izquierda del río Chillón y está ubicada en las proximidades del caserío de Acochaca. El canal se extiende por 3 Km. hasta alcanzar las partes altas de la localidad de Obrajillo.

Se procuró ubicar la caída en un punto próximo a la población que permitiera a la transmisión de energía en baja tensión, con acceso viable a las obras de la cámara de carga, con posibilidad de instalar la tubería de presión en una parte de la ladera suficientemente protegida y con pocos antecedentes de derrumbes y que permitiera lograr una caída tal que el caudal resultante requerido para atender la máxima demanda de energía, pudiera ser conducido por el canal existente con un mínimo de mejoras y obras de ampliación de su capacidad. Además, la Casa de Máquinas debería estar en un lugar tal que sea improbable que sufra daños por derrumbes o por crecidas del río.

Rápidamente quedó en evidencia la mejor alternativa; instalar la Casa de Máquinas en el local abandonado del antiguo molino de Obrajillo, situado a menos de 300 m. del pueblo y con acceso carrozable. La Cámara de Carga se ubicó sobre el canal, inmediatamente por encima de la Casa de Máquinas.

Esta disposición permitió contar con un salto bruto aprovechable de 56.5 m., medido desde la Cámara de Carga y una longitud de 115 m. para el perfil de la tubería de presión. El salto y el perfil de la tubería fueron inicialmente determinados con métodos simples de cordel, jalones y nivel de carpintero. En la fase de diseño de las obras civiles se verificó con nivel topográfico y se encontró un error del 1% en las mediciones originales.

Considerando una capacidad instalada de 16 Kw., y un salto bruto de 56.5 m., asumiendo eficiencias y haciendo estimaciones preliminares de pérdida de carga en la tubería de presión, se determinó que, para asegurar el caudal máximo de la planta, el canal debería estar en condiciones de conducir no menos de 50 lt./seg.

En su estado original, la toma podía captar más de 80 lt./seg., pero por las características y estado de conservación en algunos tramos del canal, no alcanzaban la cámara de carga más de 20 lt./seg.

Luego de un levantamiento a lo largo del canal y de un reconocimiento y ubicación de las secciones típicas, identificación de puntos de fuga y filtraciones y evaluación del estado de más de 50 tomas para riego ubicadas a lo largo del canal, se determinó que era posible llevar su capacidad hasta 80 lt./seg por medio de un proceso de mejoras a lo largo de todo su recorrido.

4.3 ESPECIFICACIONES Y CARACTERISTICAS DE LA PLANTA

a) Especificaciones generales

- Potencia instalada

(2 unidades principales con 25 KVA, $\cos \theta = 0.8$) 20 Kw.

- Salto bruto 56.50 m.

- Perdida de Carga en la tubería de presión 1.10 m.

- Salto neto 55.36 m.

- Caudal de diseño 60.0 lt./seg

- Eficiencia total de la central 61.37%

b) Características técnicas de la planta

TOMA

Se reacondicionó la toma artesanal a "filo de agua" existente, a fin de asegurar la conducción inicial y el control de flujo para lograr la captación máxima de 80 lt./seg., se introdujeron mejoras para darle mayor pro-

tección en caso de avenidas, pero manteniendo el criterio de una estructura artesanal que demanda acondicionamiento anual. No se contempló la instalación del desarenador en las proximidades de la toma al emplearse un canal de tierra. Merece señalarse que, aún en período de estiaje, el río Chillón tiene un caudal superior a 1 m³/seg.

CANAL DE CONDUCCION

El canal de "Copo" en su mayor parte es de tierra y tiene una longitud de 3 Km. Las mejoras introducidas tuvieron por objetivo ampliar su capacidad de conducción hasta 80 lt./seg. y consistieron en:

- Modificación de secciones críticas
- Estabilización de laderas
- Revestimiento de cemento en los tramos que presentaban filtraciones.
- Reconstrucción en concreto de tramos pocos estables.
- Acondicionamiento de tomas de riego desde el canal mediante tubos con tapón o compuertas de madera según el caso.
- Rehabilitación de un acueducto para el paso de una quebrada. Todas las mejoras fueron dirigidas por un Maestro de Obras que siguió los diagramas de secciones tipos acotadas a lo largo del canal.

CAMARA DE CARGA Y DESARENADOR

Tal como se comentó antes, debido al acarreo de sólidos, al utilizar un canal para riego con tramos de tierra en el que también se producían nuevos ingresos de sólidos a lo largo de su desarrollo, resultó conveniente contemplar el desarenado en asociación con la cámara de carga.

Las dimensiones y forma de la cámara de carga se establecieron en forma tal de facilitar la sedimentación de los sólidos en suspensión. El agua del canal desemboca en la cámara de carga y es posible aislarla para mantenimiento mediante compuertas, manteniendo el flujo sobre el canal aguas abajo mediante un "by-pass". Durante la operación de la

cámara de carga, el agua excedente no utilizada para generación, retorna al canal mediante un vertedero lateral de la misma cámara de carga, pudiendo así ser utilizada para el riego aguas abajo.

TUBERIA DE PRESION

Los tubos de acero rolados constituyen la alternativa convencional para las tuberías de presión, pero su empleo en pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, particularmente en el caso de microcentrales presentan algunas desventajas con respecto a otros materiales, principalmente en lo que respecta a su costo, dificultades de rolado con diámetros pequeños, problemas de transporte a lugares con deficientes vías de acceso, problemas de acarreo para su instalación en zonas escarpadas, dificultades para soldadura en el campo en proyectos de pequeña escala, requieren replanteo topográfico cuidadoso y posicionamiento preciso de anclajes y soportes comparativamente masivos, más elevados pérdidas de carga por su mayor rugosidad y mayor sensibilidad al golpe de ariete en tubos largos debido a su elevado módulo de elasticidad.

En la planta piloto se emplearon tubos de polietileno y PVC. Debido a limitaciones presupuestales, se decidió no experimentar con tubos en asbesto-cemento.

Se instaló una tubería de polietileno de 4" de diámetro nominal, Clase 10 (10 Kg/cm², o sea 100 m. de columna de agua), asociada con la turbina de laboratorio de la primera etapa del proyecto. Esta tubería de presión tenía 115 m. de longitud, para aprovechar una caída de 56.5 m.

Los tubos de polietileno se despachan en cualquier longitud en rollos cuyo diámetro es 32 veces el diámetro de la tubería. En el caso de la planta piloto se instalaron en tramos de 25 m. de longitud.

La unión de los tubos se realizó mediante coples de acero introducidos a presión y en caliente en las extremidades del tubo. Los coples tienen una superficie dentada con ajuste de interferencia. Luego de sucesivas dificultades y pruebas empíricas, se llegaron a establecer sus criterios de diseño. Cabe señalar que el polietileno no se suelda adecuadamente ni se adhiere con pegamentos.

No se requieren apoyos para las tuberías de polietileno dada su capacidad para acomodarse al terreno en forma similar a una manguera, solamente son necesarios algunos anclajes a ras del suelo y al pié de cada unión, para evitar que ésta sea sometida a tracción por la componente longitudinal del peso del tubo.

Los costos de instalación fueron muy bajos, se instaló una tubería de 115 m. en un salto de 56.5 m., en una sola jornada, requiriéndose personal especializado solo para instalar los acoplamientos. Los costos de acarreo y de anclajes son considerablemente inferiores a alternativas equivalente en acero o PVC.

Sólo era posible obtener tubos de polietileno hasta 8". El precio de estos tubos, para el mismo diámetro y clase, es superior al del PVC. Sus características de rugosidad son semejantes al PVC, pero la presencia de reducciones asociadas a los coples, produce considerables pérdidas de carga adicionales. Los tubos de polietileno tienen un comportamiento óptimo frente al golpe de ariete y pueden quedar expuestos a la radiación solar sin sufrir un deterioro comparable al del PVC. También tienen una buena resistencia al impacto y no son frágiles.

Para la segunda etapa, vinculada a la instalación de las dos unidades principales, se instaló una tubería de PVC de 8" de diámetro nominal, Clase 10, con 115 m. de longitud, para aprovechar un salto bruto de 56.5 m. En el extremo inferior, la tubería se bifurcaba en un arreglo conocido como "pantalón", para abastecer a las dos turbinas.

Se podían obtener tuberías de fabricación nacional hasta de 12" de diámetro, Clase 10. Estos tubos se obtienen en tramos de 5 m. y se unen entre sí mediante conexiones de campana y espiga en sus extremos, adheridas permanentemente con un pegamento adecuado.

Los tramos de tubos de PVC son fácilmente transportables, aún en terreno accidentado. Los tramos de 5 m. empleados en la planta piloto pesaban 55 Kg.

Sus precios son generalmente inferiores a los del tubo equivalente en acero, si bien los precios comparativos del PVC y el acero tienen grandes fluctuaciones. Sus costos de instalación son considerablemente in-

feriores a los de tubos soldados en el campo. Su rugosidad es inferior a la de los tubos de acero, ocasionando menores pérdidas de carga. Sus características de elasticidad también determinan menores sobrepresiones por golpe de ariete.

Si bien la tubería de PVC es rígida, su relativa flexibilidad le permite soportar deformaciones elásticas (3 Grados en 5 m.) que facilitan su adaptación al terreno, requiriendo codos de cambio de dirección sólo en accidentes muy pronunciados. No requirieron juntas de dilatación.

Las principales desventajas de los tubos de PVC estan dadas por su fragilidad, por su baja resistencia mecánica que obliga a instalarlos sobre soportes con espaciamiento estrecho y a su envejecimiento por la luz solar, si bien este problema no resultó tan importante como se esperaba, tal como se comentará más adelante.

CASA DE MAQUINAS

Se acondicionó el local de un antiguo molino abandonado de propiedad de la Comunidad, el cual tenía un área construida de 127 m², el local era aparente no solo para la instalación del equipamiento electromecánico, sino también para trabajos de taller y pruebas experimentales.

DESCARGA

La descarga del agua se realizó por la parte inferior de la casa de máquinas, donde también se instaló un vertedero de medición, posteriormente el agua es conducida a un canal inferior, empleado para el riego de las tierras bajas.

EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO

En la fase inicial experimental se instaló una turbina Michell-Banki con rodete en voladizo, la cuál operaba con la tubería de polietileno y accionaba alternativamente a un alternador monofásico ALGESA de 4 KVA y a un generador de inducción DELCROSA de 3.6 KVA, el mismo que contaba con un banco de condensadores y regulador de voltaje para operación autónoma, este generador era un motor eléctrico de "jaula de ardilla" y a prueba de agua, en operación invertida.

En esta primera fase se probó y perfeccionó un regulador de velocidad eléctrico-electrónico con regulación positiva de flujo y un regulador oleo-mecánico, desarrollados por el equipo técnico del proyecto.

Durante la fase inicial se probaron también diversas configuraciones y materiales de rodets y carcasas de la turbina, diversos sistemas de transmisión mecánica turbina- generador, se emplearon volantes de masas diversas y se registraron datos de operación para variadas condiciones; para este fin se instalaron vertederos en el canal y la descarga, un tablero de instrumentación y sistemas de disipación de carga con electrodos sumergidos en salmuera, se diseñó, fabricó e instaló un freno mecánico, así como un pararrayos.

Para la fase definitiva del proyecto, se instaló un alternador trifásico ALGESA de 12 Kw (15 KVA) y un generador de inducción (asíncrono) DELCROSA de 8 Kw (10 KVA), accionados por una turbina Michell-Banki y una turbina Pelton, respectivamente, mediante transmisión por fajas. Ambas eran abastecidas de agua por la tubería de presión de 8" en PVC.

Estas turbinas fueron prototipos referenciales para el desarrollo ulterior de una propuesta de series estandarizadas.

LINEA DE TRANSMISION Y DISTRIBUCION

Dada la proximidad de la población y su reducido tamaño, resultó posible instalar una línea de transmisión y sistema de distribución a baja tensión.

Se emplearon postes de eucaliptus facilitados e instalados por la comunidad, los cuales fueron tratados con creosota. Se hicieron conexiones domiciliarias y se instaló el sistema de alumbrado público.

5. CARACTERISTICAS ECONOMICAS

Por la naturaleza misma del proyecto de investigación resultaría poco relevante comparar las magnitudes de la inversión realizada en la planta piloto, con aquellas que se hubieran debido realizar si se hubiera

tratado de un proyecto de inversión, en el cual no hubiera sido necesario instalar elementos redundantes propios de los fines de investigación, tal como se comenta a continuación:

- Se instalaron dos tuberías de presión (polietileno y PVC), cuando para fines de inversión hubiera bastado con la de PVC.
- Se instalaron tres turbinas de tamaños y tipos distintos, cuando hubiera bastado con una sola.
- Se instalaron dos alternadores y dos generadores asíncronos, mientras que hubiera sido suficiente un solo alternador.
- Se instaló abundante instrumentación, cuando para una planta de tan pequeña capacidad, hubiera bastado un tablero simple.
- Se fabricaron y probaron varios rodets e inyectores, cuando hubieran sido suficientes solo dos, uno incorporado a la turbina y otro de repuesto.

A pesar de estos factores de encarecimiento determinados por el carácter instrumental de la planta para fines de investigación, sus costos en todo caso fueron inferiores a las que se hubiera incurrido para instalar una planta con tecnologías convencionales de construcción y con suministro de materiales y equipos importados.

Para ilustrar esto, en el cuadro siguiente presentamos un análisis de las inversiones realizadas directamente en la construcción y equipamiento de la planta piloto, sin incluir los costos directamente atribuibles a las actividades de investigación y diseño, que comprendían las remuneraciones del personal técnico del proyecto de investigación y el uso de instalaciones de ITINTEC y otras instituciones.

Paralelamente, presentamos una simulación de los costos estimados para el desarrollo convencional de un proyecto bajo las mismas especificaciones.

Los montos están dados en Dólares corrientes de 1979. El valor de la turbina considerada en la simulación de una alternativa convencional, corresponde a una cotización preliminar hecha por un conocido fabricante europeo de turbinas Michell-Banki.

TABLA 1

ESTRUCTURA DE LAS INVERSIONES

ELEMENTO	PLANTA PILOTO	PLANTA CONVENCIONAL
TOMA	US\$ 650 Adaptación de toma existente	US\$ 4,250 En concreto, con desarenador
CANAL DE CONDUCCION	US\$ 850 Mejoras a canal existente	US\$ 8,500 Excavación y revestimiento de nuevo canal
CAMARA DE CARGA	US\$ 1,050 En concreto pobre, incluye compuertas de madera.	US\$ 1,700 En concreto armado, incluye compuertas de acero.
TUBERIA DE PRESION	US\$ 9,400 PVC 8" Clase 10 x 115 m. Poliet. 4" Clase 10 x 115 m. Incluye soportes, anclajes e instalación.	US\$ 17,050 Acero 8" Sch. 40x115m. con costura, importado. Soldado. Incluye soportes, anclajes e instalación.
CASA DE MAQUINAS	US\$ 1,700 Acondicionamiento de local existente	US\$ 4,500 Construcción de edificación
VALVULA PRINCIPAL	US\$ 950 Valvula de compuerta 8" Valvula de compuerta 4"	US\$ 1,600 Válvula esférica 8"
EQUIPAMIENTO ELECTRO MECANICO	US\$ 14,500 Turbina Michell-Banki con alternador ALGESA 15 KVA. Turbina Pelton con generador de inducción DELCROSA 10 KVA. Turbina Michell-Banki de "laboratorio" con generador asíncrono DELCROSA y Alternador ALGESA 4 KVA. Un regulador de velocidad oleo-mecánico y otro eléctrico-electrónico, tablero de instrumentación. Incluye instalación.	US\$ 36,200 Turbina Michell-Banki con alternador (importados) 25 KVA. Regulador de velocidad oleo mecánico, tablero incorporado Incluye instalación.
TOTAL INVERSIONES	US\$ 29,100	US\$ 73,800

6. ASPECTOS INSTITUCIONALES Y ORGANIZATIVOS

6.1 RESEÑA HISTORICA

Durante los meses de junio, julio y agosto de 1977 se preparó la formulación del proyecto de investigación, se reconocieron tres sitios potenciales para el proyecto piloto, se seleccionó la alternativa correspondiente a una planta piloto en Obrajillo y el 23 de agosto; en Asamblea Extraordinaria, la Comunidad Campesina de Obrajillo, acordó por unanimidad encargar a sus directivos la suscripción de un Convenio con ITINTEC para la instalación de una Microcentral Hidroeléctrica en Obrajillo.

En el mes de setiembre del mismo año, el Consejo Directivo de ITINTEC aprobó la Formulación del Proyecto de investigación tecnológica y su presupuesto. En el mes de octubre se suscribió un Convenio entre la Comunidad Campesina de Obrajillo e ITINTEC, en el que se establecieron los términos de cooperación para instalar la planta piloto.

El Convenio establecía que ITINTEC desarrollaría todos los aspectos de dirección e ingeniería del proyecto y suministraría mano de obra especializada, equipamiento y materiales nobles para las obras, hasta poner en marcha la Central y realizar las pruebas necesarias que requiera el proyecto de investigación. Posteriormente entregaría la planta a la Comunidad, para que sea manejada por operadores de la localidad entrenados por ITINTEC. Adicionalmente ITINTEC se comprometía a prestar asistencia técnica a la comunidad.

La Comunidad se comprometía a destinar el local del Molino como casa de máquinas, designar un coordinador del proyecto, suministrar mano de obra no calificada para la ejecución de las obras, realizar el acarreo de los equipos y materiales traídos a Obrajillo por ITINTEC hasta su emplazamiento final, suministrar y acarrear los agregados para las obras civiles, hacerse cargo de la seguridad y conservación de los bienes, per-

mitir el uso del agua del canal de riego para generación eléctrica cuando fuera compatible con las actividades agrícolas, destacar personal para su entrenamiento como operadores y costear las instalaciones eléctricas domiciliarias.

Desde octubre de 1977 hasta marzo de 1978, se realizaron levantamientos topográficos, mediciones complementarias de caudales, especificaciones de diseño de obras civiles y equipamiento, así como la formulación de proyectos empresariales con ALGESA y DELCROSA.

Entre marzo y julio de 1978 se elaboraron los diseños de las obras civiles y de adecuación del canal y paralelamente se comenzaron a ejecutar las obras, las cuales, en lo que respecta a los requerimientos de la primera etapa, o sea construcción de la cámara de carga, instalación de la tubería de presión de polietileno de 4", acondicionamiento de la casa de máquinas para instalar la turbina de "laboratorio", se prolongaron hasta octubre del mismo año.

Como elemento anecdótico cabe señalar que para el acarreo de los materiales para la construcción de la cámara de carga, la Comunidad reunió todos los asnos de propiedad de los comuneros y obtuvo en préstamo y alquiler bestias adicionales provenientes de comunidades vecinas, hasta un número de 50 aproximadamente.

A fin de optimizar el empleo de los semovientes, se planteó la habilitación de dos senderos sobre la ladera, uno de subida y otro de bajada. En este punto propusimos destacar un topógrafo para trazar los senderos, pero uno de los comuneros dijo que tenía un burro que era "ingeniero de caminos", lo cual resultó cierto. El citado asno fue conducido con carga por la ladera y conforme escogía la vía más adecuada de subida y de bajada, se procedía a marcar el trazo con cal, por donde se acondicionó el sendero.

Otra nota curiosa; al final del período de acarreo, cuando se procedía a devolver los asnos a sus respectivos dueños, se encontró que había una bestia demás, no reclamada por nadie, la misma que quedó en poder de la comunidad y bautizada con el nombre de "Pelton".

La primera turbina fué instalada en octubre de 1978 y probada sin carga eléctrica en noviembre. Posteriormente se instaló el primer gene-

rador. La luz eléctrica se encendió en Obrajillo en febrero de 1979. En una reacción espontánea, las mujeres de la comunidad salieron al campo a recoger flores con las que llenaron la casa de máquinas. Al día siguiente un grupo de comuneros fue a buscar al alcalde de Canta llevándole un cerdito, ya que algunos meses atrás había declarado públicamente que "primero volarían los chanchos antes de que esa centralita dierta luz a Obrajillo".

Mientras se realizaban pruebas con la máquina instalada en la primera etapa, se procedió con las obras de ampliación del canal, instalación de la tubería de PVC de 8" y el diseño y fabricación de los reguladores de velocidad, de las turbinas Michell-Banki y Pelton de la etapa definitiva, así como con el perfeccionamiento del alternador de ALGESA y el generador de inducción de DELCROSA.

Durante el desarrollo del proyecto ocurrieron diversos hechos que pusieron a prueba la tenacidad de los Comuneros y del pequeño equipo técnico del proyecto.

Desde persistentes dificultades con el acoplamiento de los tubos de polietileno con violentos desacoplamientos en operación, uno de ellos dentro de la casa de máquinas durante una filmación, hasta que después de muchos tanteos se logró un diseño de cople y procedimiento de unión totalmente confiables. Hasta cabras que se devoraron el recubrimiento de yute que se había colocado como protección anti-radiación a la tubería de PVC. Después de muchas cavilaciones y observaciones sobre el comportamiento de estos animales, se determinó que lo que les gustaba era el sabor dulce de la dextrina empleada para adherir el yute a la pared del tubo.

También se sufrió un robo de herramientas e intento de sustracción del alternador por parte de conocidos abigeos de la zona, los cuales contaban con la protección de un juez en Canta, quien procedió a ordenar la detención de dirigentes de la comunidad como "sospechosos", citó de grado o fuerza al jefe del proyecto de ITINTEC y consideró como prófugo a un técnico contratado por ITINTEC para la instalación de las tuberías, a quien también le habían robado unas boquillas de soplete pero que sabiamente decidió no molestarse en proseguir con la denuncia.

La instalación y pruebas de los equipos de la segunda etapa, así como el tendido de la red de distribución, iluminación pública y conexiones domiciliarias, se desarrollaron entre 1979 y 1980, siguiéndose con las labores de investigación hasta junio de 1982, cuando la comunidad asumió la gestión de la planta.

Antes del reconocimiento inicial del Proyecto Piloto, en 1977 ELECTROPERU contaba con los estudios y había iniciado las obras para instalar una Central Hidroeléctrica sobre la margen derecha del río Chillón, la cual atendería las necesidades de Canta y los pueblos vecinos, incluyendo Obrajillo.

Después de un cierto retraso, en 1978 se reiniciaron las obras de este proyecto. En algunos miembros de la Comunidad se suscitó la lógica duda sobre cual de los dos proyectos debería ser apoyado. La Comunidad decidió apoyar a ambos, ya que el que desarrollaba ITINTEC tenía una perspectiva a corto plazo, a pesar de las incertidumbres propias de la investigación, pero el de ELECTROPERU representaba la posibilidad futura de tener un sistema eléctrico para toda la zona, a pesar de la lentitud de su ejecución.

Durante el presente año 1988, Obrajillo comenzó a recibir energía eléctrica de la nueva Central de ELECTROPERU y la Comunidad procedió a suspender el funcionamiento de la Planta Piloto del Molino, después de casi 10 años de haber operado con su propia planta. La comunidad ha propuesto a ITINTEC que se retiren los equipos para que sean instalados en otra comunidad campesina que no cuente con energía eléctrica.

6.2 PROPIEDAD Y GESTION DE LA PLANTA

Las instalaciones físicas e inmuebles asociados con la planta piloto son de exclusiva propiedad de la Comunidad Campesina de Obrajillo.

En términos formales, los equipos instalados son de propiedad de ITINTEC. Aquellos necesarios para suministrar la energía eléctrica requerida por la población, quedaron en poder de la Comunidad para su explotación durante un plazo indefinido, según los términos del Convenio, pudiendo ser retirados por ITINTEC en el momento que la Comunidad dejara de emplearlos.

Para las cuestiones relativas al servicio eléctrico, la Comunidad tiene un Comité de Electrificación. La misma comunidad cobraba una tarifa estandar a todos los predios con conexión domiciliaria. No se instalaron medidores individuales.

6.3 OPERACION Y ORGANIZACION DE LA POBLACION PARA EL SERVICIO

La Comunidad designó a un Operador como responsable del funcionamiento de la planta. El servicio normalmente era vespertino, con un mayor número de horas en el período de lluvias cuando el agua es más abundante. También se organizó un servicio en horas de la madrugada para atender los requerimientos de la panadería.

Los montos recaudados por tarifas se destinaban al pago del Operador, quien era también miembro de la comunidad y para sufragar costos de mantenimiento y reparaciones. Cuando algunos gastos extraordinarios rebasan los fondos disponibles, se pedían cotizaciones extraordinarias y/o aportes de trabajo. Una situación de este tipo se presentó durante las lluvias de 1983, que afectaron una parte del canal y cuando un derrumbe dañó un tramo de la tubería de PVC. Recientemente un caso semejante ocurrió con la reparación de un alternador.

6.4 ASPECTOS LEGALES ASOCIADOS CON EL USO DEL AGUA

Desde la concepción inicial del proyecto se plantearon con precisión las cuestiones asociadas con el uso del agua, manteniéndose la prioridad del riego sobre la generación eléctrica.

Todos los problemas relativos al uso del agua para la central, se resolvieron en el seno mismo de la Comunidad, ya que desde la toma del canal hasta la descarga y todo el recorrido del canal de "Copo", se encuentran dentro de los linderos de la comunidad, consecuentemente no se presentó ningún conflicto externo.

Más aún, con las obras de ampliación de la conducción del canal hasta la cámara de carga, un gran número de regantes resultó beneficiado.

Ocasionalmente, en períodos de riego intensivo, la Comunidad misma ha decidido suspender o reducir el número de horas de servicio eléctrico, para dar prioridad al riego.

7. LA DIMENSION ECOLOGICA

El proyecto en sí no ha tenido ningún efecto ecológico negativo, ya que se trata de una captación a "filo de agua" sin ningún represamiento. Por las necesidades de estabilizar las laderas en la proximidad de la casa de máquinas y a lo largo del canal, ha habido un marginal incremento en la forestación.

Cabe una observación crítica; hubiera sido ideal que con el proyecto de la planta piloto, se hubiera iniciado también un programa intensivo de forestación en la Comunidad, desafortunadamente esto rebasó los alcances y capacidades del proyecto, lo que reafirma la conveniencia de un enfoque integral en los programas de desarrollo rural.

8. LOS USOS DE LA ENERGIA

La planta piloto fue concebida como un laboratorio de campo para un proyecto de investigación tecnológica, que complementariamente atendería los requerimientos de energía de una comunidad rural. Sin embargo, su inserción real en la vida de la Comunidad la llevó a jugar un rol social y económico no anticipado en el enfoque tecnológico del proyecto.

La definición de la capacidad instalada se realizó principalmente en base a la demanda vespertina, domiciliaria y de iluminación pública, quedando una significativa disponibilidad de planta para uso productivo diurno, dado el desigual diagrama de carga de Obrajillo, que al igual que el de otras poblaciones rurales, se caracteriza por una punta vespertina de pocas horas y un amplio valle de demanda mínima en horas del día.

Como un paréntesis, cabe mencionar que, para diagramas de carga muy irregulares, conviene el empleo de máquinas con una curva carac-

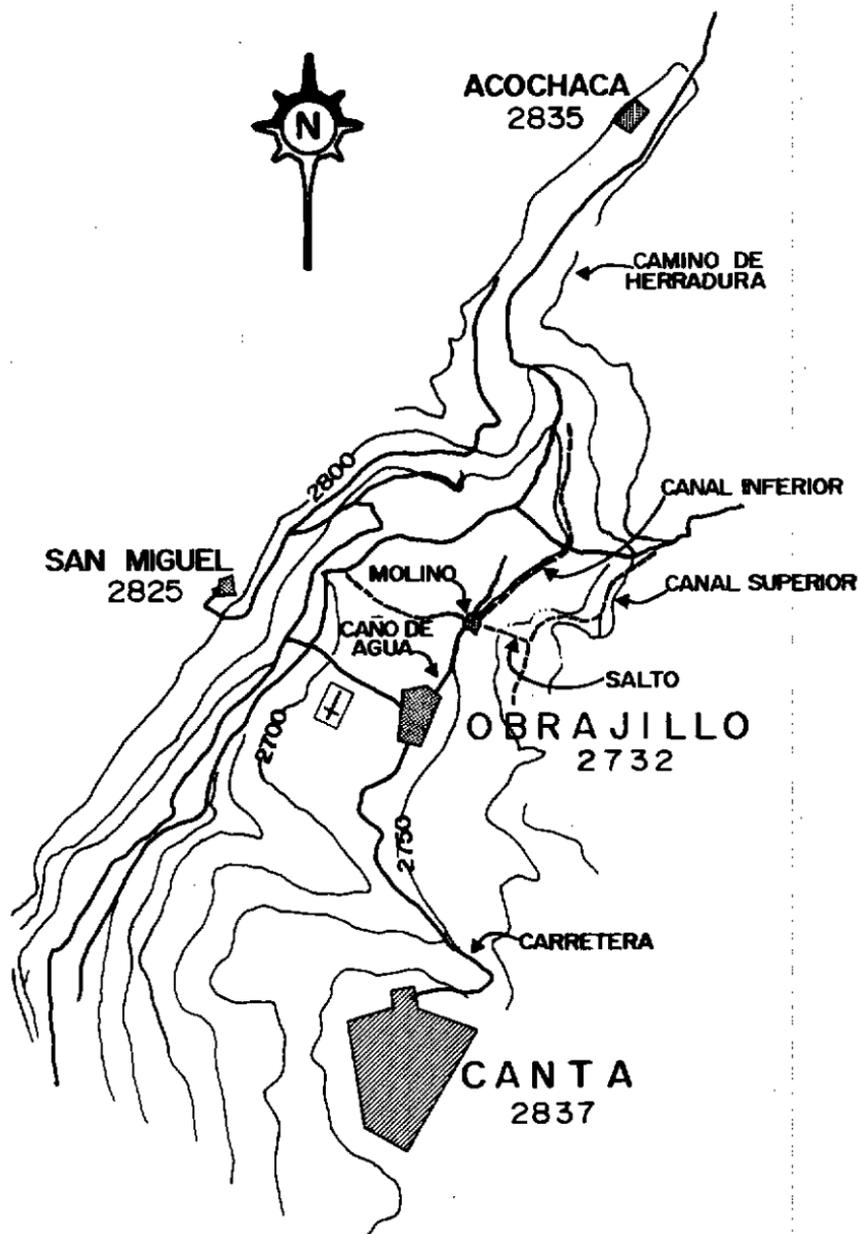
terística muy plana (o sea que la eficiencia no varíe demasiado con la carga), como es el caso de las turbinas Pelton y Michell-Banki. Esto lanza por tierra el argumento clásico de seleccionar turbinas por su máxima eficiencia en un punto, aun en aplicaciones rurales aisladas con pequeñas plantas.

Por limitaciones presupuestales, no se incluyeron investigaciones adicionales sobre usos productivos de la energía eléctrica, tales como miniplantas de fertilizantes nitrogenados, o promover el desarrollo de actividades productivas convencionales, tales como aserraderos, talleres, lecherías, queserías, molinos, etc.

Merece destacarse que la mejor garantía de la continuidad de operación de una pequeña planta hidroeléctrica en el medio rural esta dada por el uso productivo de una parte significativa de la energía producida. La electricidad, para una población económicamente deprimida, deja de ser un lujo y entra en la dimensión de sus prioridades mayores, cuando la energía es empleada para elevar su productividad, para aumentar sus ingresos y para atenuar la fatiga física por tareas que pueden ser realizadas con máquinas.

En Obrajillo se tuvo un ejemplo vivo de la diferencia entre la energía como instrumento de producción, y la energía como elemento de confort en sí.

Con la instalación de la planta hidroeléctrica, el panadero de la comunidad dejó de emplear un grupo de gasolina de 2 Kw. muy antiguo, para el cual era necesario traer combustible, aceite y repuestos y que también fallaba constantemente. Este grupo se incendió una vez y el panadero sufrió graves quemaduras. Para todas las faenas asociadas con la planta hidroeléctrica el panadero siempre estuvo en primera línea, dando el ejemplo y animando a los demás. Esta misma persona presidió por mucho tiempo el Comité de Electrificación y durante su gestión como Presidente de la Comunidad, se suscribió el convenio con ITINTEC.



9. VINCULACION DEL PROYECTO CON PLANES DE DESARROLLO

Por su naturaleza, la vinculación formal del proyecto con la planificación nacional, se ubica en las actividades de investigación tecnológica en el entorno del Sector Industrias, en cuyo ámbito opera ITINTEC.

En términos prácticos, en lo que respecta a la planta piloto, el proyecto se ubicaría en el ámbito de la electrificación rural y en las actividades de desarrollo rural y comunal.

Desde el inicio del proyecto, se mantuvo un estrecho contacto con el Ministerio de Energía y Minas, al que en ese entonces se canalizaron diversas propuestas para el desarrollo hidroeléctrico en pequeña escala.

En lo que se refiere a la programación de las obras en la planta piloto, se mantuvo informado a ELECTROPERU y se coordinaron diversas cuestiones tendientes a evitar cualquier interferencia con el proyecto mayor que estaba desarrollando esa entidad, con un ritmo, objetivos y tamaño distinto al llevado adelante por ITINTEC.

7

EUSEBIO CASTROMONTE

**EXPERIENCIA DE
ELECTRIFICACION RURAL
MICROCENTRAL
HIDROELECTRICA
DE CONGAS**

DESCO

1. UBICACION

La microcentral hidroeléctrica se encuentra ubicada en la localidad de Congas, capital del distrito y Comunidad Campesina del mismo nombre, de la provincia de Bolognesi, Departamento de Ancash.

Se halla a una distancia de 300 kilómetros aproximadamente de la ciudad de Lima y a una altitud de 3,100 metros sobre el nivel del mar.

La MCH beneficia en forma directa a 200 familias campesinas que integran el pueblo de Congas, de la Comunidad Campesina (C.C) San Salvador de Congas.

2. OBJETIVOS

Entre los objetivos propuestos para el proyecto de electrificación se consideraron :

1. Promover el desarrollo agroindustrial de la zona, a través de proyectos como procesamineto de granos, industrialización de la leche, elaboración del pan.

2. Promover el desarrollo de industrias complementarias y actividades de servicios, tales como : aserraderos, carpinterías, talleres de mantenimiento, talleres de confecciones y actividades comerciales.

3. Mejorar el nivel educativo y cultural de la población, a través del uso permanente del recurso eléctrico generado.

4. Impulsar la creación de nuevas fuentes de trabajo, que permitan frenar o disminuir la migración a las ciudades, procurando hacer más satisfactoria la vida en el campo.

5. Facilitar el desplazamiento de técnicos y especialistas de la ciudad al campo con miras a que disminuya el desequilibrio económico entre ambas.

3. CARACTERISTICAS TECNICAS DEL PROYECTO

La Microcentral hidroeléctrica de Congas tienen una potencia nominal de 50 kilowatts en los bornes de generación trifásica a 220 voltios y 60 ciclos. Aprovecha un salto bruto de 122 metros y un caudal nominal de 60 litros por segundo, a través de 170 metros de tubería de 8 pulgadas de diámetro. Se ha combinado tubería de fierro con tubería de PVC teniendo en cuenta aspectos técnicos y de costo.

Recurso hídrico empleado

En el proceso de ubicación de la instalación de la microcentral hidroeléctrica se tuvo presente el aprovechamiento del recurso hídrico de algunos de los canales de riego de la Comunidad Campesina, para evitar posibles litigios por el uso del agua. Es así como se decidió captar el agua del río que ingresaba al canal principal del pueblo, por un canal anterior, ampliando éste en un tramo de un kilómetro y aperturando un kilómetro más hasta llegar al lugar de la ubicación de la microcentral y a esta altura retornar al agua del canal principal del pueblo para continuar normalmente con los programas de riego. Esto permite en la actualidad, generar energía eléctrica durante las 24 horas del día.

Tipo de instalaciones y equipos; obras civiles

La instalación de la microcentral hidroeléctrica esta ubicada a 1500 metros de distancia del pueblo, por lo que ha sido necesario tender una línea de transmisión en alta tensión de 10000 voltios.

Toma :

Por las características del lugar, la toma consiste en un trabajo de enrocado con concreto en el lecho del río, con el objetivo de captar el

agua en épocas de estiaje. Un pequeño muro sirve como dique para desviar el agua, este haría de canal de acceso. En épocas de avenida, el exceso de agua es regulado mediante una compuerta y un vertedero de rebose.

Canal

El canal de acceso es un canal simple de regadío, es decir de tierra, salvo en algunos lugares donde existe filtración se ha revestido a base de concreto. Sin embargo, para garantizar el caudal en épocas de estiaje, la C.C. de Congas ha venido gradualmente, año tras año, revistiendo a base de concreto el canal, con los ingresos acumulados de la prestación del servicio.

Desarenador y cámara de carga :

Se ha construido el desarenador y la cámara de carga una a continuación de otra, pues como el canal es de tierra en su trayecto acarrea material en suspensión y es necesario eliminarlo antes de que ingrese a la tubería y pueda dañar la turbina, el inyector, etc.

El desarenador está provisto de una compuerta para eliminar la arena acumulada. Asimismo, la cámara de carga está provista de una rejilla para eliminar los cuerpos flotantes mediante el vertedero de rebose, además cuenta con una malla más fina casi al ingreso de la tubería. Es de un volumen de 9 m.

Tubería de presión :

Se ha combinado tubería de PVC y tubería de fierro, teniendo en cuenta aspectos técnicos y de costos. Se ha utilizado 110 metros de tubería de PVC clase 10 y 60 metros de fierro sch 40, de 8 pulgadas de diámetro.

La tubería de fierro se ha instalado en la parte de mayor presión y en zona rocosa a la intemperie sobre anclajes y apoyos. La tubería de PVC se ha enterrado para evitar su deterioro.

Casa de máquinas :

Construida a base de adobe con techo de calamina con un área te-

chada de 60 metros cuadrados, albergando al equipamiento electromecánico constituido por : turbina, alternador, tablero de control, subestación de salida, cuarto del operador y una oficina.

Equipamiento electromecánico : Constituido por :

- a. Turbina pelton de eje vertical de fabricación nacional (ALGESA).
- b. Alternador eléctrico de 62.5 KVA trifásico, 220 voltios, 60 ciclos de fabricación nacional (ALGESA).
- c. Tablero de control equipado con voltímetro, amperímetro, frecuencímetro, interruptor termomagnético.
- d. Regulador automático tipo oleodinámico (fabricado por ALGESA) que hasta la fecha no está operativo por cuestiones técnicas y negligencia de los fabricantes.

Sub-estaciones y líneas de transmisión :

Se tiene dos transformadores de 75 KVA cada uno. Uno de ellos se encuentra instalado a la salida de la casa de máquinas para elevar la tensión de 220 a 10000 voltios y el otro en la misma población para bajar la tensión de 10000 a 220 voltios. Asimismo se disponen de pararrayos e interruptores Cut Out al inicio y al final de la línea de transmisión. La línea de transmisión consiste en tres conductores de cobre desnudo calibre AWG 10, haciendo una longitud de 1500 metros, instalados sobre aisladores tipo PIN y de suspensión en postes de eucalipto de 11 metros de longitud.

Línea de distribución y alumbrado público :

Se han instalado circuitos para alumbrado público y otro para servicio domiciliario. Los postes son de madera y de 11 metros de longitud.

4. CARACTERISTICAS ECONOMICAS

Costo del sistema

Este rubro incluye los costos siguientes : bocatoma, canal, cámara de carga, desarenador, tubería de presión, equipamiento electromecá-

nico, casa de máquinas, línea de transmisión, línea de distribución y alumbrado público, asistencia técnica, mano de obra calificada, mano de obra no calificada (faena comunal).

Costo Total : US\$ 93,000

Costo/kw : US\$ 93,000/50 Kw = US\$ 1,860

Sistema alternativo

En aquellos momentos existía la posibilidad de ser abastecido de energía eléctrica por una minicentral hidroeléctrica que estaba en construcción en el vecino distrito de Ocros, por encargo de Electro Perú, a unos 20 kilómetros de distancia de una geografía accidentada. Esta posibilidad fue discutida en asamblea de la C.C. de Congas, con la experiencia en la demora y en los trabajos truncados por los organismos estatales, se decidió enfrentar el reto de construcción de la propia microcentral hidroeléctrica. De esta manera, a partir de 1982 y después de 18 meses de trabajo permanente se logró cristalizar este objetivo, poniéndose en funcionamiento desde 1984 en forma continua y sin demandar demasiado gasto de mantenimiento a pesar de la permanente devaluación. Mientras que la minicentral de Ocros aún no está culminada.

Sin evaluar muchos parámetros económicos podríamos decir que "no hay energía más cara que la que no se tiene".

La alternativa del grupo térmico está demás compararla para un servicio continuo, pues su costo de operación y mantenimiento son muy elevados y su vida útil es corta.

Financiamiento

La obra fue financiada en calidad de donación para la C.C. San Salvador de Congas de la siguiente manera :

Aporte propio :

Consistió en aporte de materiales de la zona, parte del equipamiento de la línea de transmisión, mano de obra no calificada. Ello ascendió a un total de US\$ 20,000.

Aporte externo :

Para cubrir el costo del equipamiento, asesoría técnica, materiales no existentes en la zona. Ascendió a un total de US\$ 73,000.

La entidad financiera que cubrió el monto requerido fue CEBEMO (Fundación Holandesa) por intermedio de la institución DESCO (Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo).

5. ASPECTOS INSTITUCIONALES Y ORGANIZATIVOS

Evolución del proyecto de la microcentral hidroeléctrica

El proyecto de la microcentral hidroeléctrica de Congas fue concebido y realizado dentro del Programa Rural de Bolognesi de DESCO. La zona fue elegida posteriormente como una ampliación del ámbito de trabajo, debido a las dificultades de concretizarlo en la zona inicial. Además la C.C. de Congas contaba con dos elementos importantes que permitían su factibilidad: represa de una laguna grande (Huacacocha) y dos más pequeñas, que incrementaban el agua en épocas de estiaje y la carretera de trocha carrozable que facilitaba el transporte del equipo y de los materiales.

En su elaboración se recurrió a fuentes teóricas y experiencias prácticas de instituciones como Electro Perú, Itintec, UNI, proyecto artesanal de Izcuchaca-Huancavelica, etc.

Una vez finalizado se presentó a través de DESCO a entidades financieras para su consiguiente aprobación. Después de una primera respuesta positiva se hizo partícipe a la C.C. y se inició la organización del trabajo comunal.

Desde el principio el trabajo se organizó en forma conjunta con la C.C., teniéndose un organismo ad-hoc como el Comité de Energía que coordinaba las acciones, Integrado por comuneros elegidos en asamblea. La C.C. aportó con mano de obra a través de faenas comunales, los cuales se organizaban en cuadrillas de 30 comuneros semanales en constante rotación y con materiales de la zona (arena, arcilla). Todas las obras civiles fueron ejecutadas por los mismos comuneros.

Además se contó con la participación de los residentes de Lima, quienes aportaron con un transformador eléctrico.

DESCO, a través de su personal especializado asumió la dirección y la ejecución del proyecto. La construcción del equipo electromecánico estuvo a cargo de la empresa ALGESA. El abastecimiento del equipamiento (equipo electromecánico, tuberías, sub estación, línea de transmisión y distribución) fue en mayor porcentaje, producción nacional, salvo componentes o accesorios importados.

Características de la gestión y propiedad de la planta

Si bien, el proyecto fue elaborado por personal especializado de DESCO, fue presentado directamente por la C.C., a través de sus autoridades comunales, realizándose a nivel comunal todas las gestiones necesarias. Por lo que, la propiedad de la planta es de la Comunidad.

El Comité de Energía es el encargado de velar por la marcha de la microcentral hidroeléctrica (Operación, mantenimiento y cobro). Se encuentra bajo la tutela de la organización administrativa de la C.C., quienes en caso de incumplimiento toman las medidas coactivas pertinentes.

La tarifa actual es de I/. 50 por familia para uso doméstico, y de I/. 75 para uso comercial.

Aspectos Legales sobre el uso del Agua

Dado que el uso del recurso hídrico para generación de energía no interfiere en el programa de riego se ha obviado los aspectos legales (solicitud del permiso a las entidades públicas) sobre el uso del agua. Es suficiente los acuerdos de la asamblea comunal para ejecutar el trabajo y distribuir el agua regularmente. Además con el represamiento de algunas lagunas, el problema de la escasez de agua en tiempo de estiaje y el consiguiente conflicto por su demanda han disminuído.

6. LA DIMENSION ECOLOGICA

Las obras civiles se han realizado en zonas agrestes para la agricultura, sin perjudicar terrenos agrícolas. Por ser un trabajo pequeño no

acarreó consecuencias negativas, más bien la prolongación del canal necesario hasta lograr la ubicación de la microcentral, ha permitido ampliar y mejorar aproximadamente 40 hectáreas para la agricultura. El recurso hídrico utilizado para generación de energía retorna al canal principal de la C.C. para continuar sin interrumpir con el programa de riego.

7. LOS USOS DE ENERGIA

El proyecto de electrificación de Congas fue concebido para dos tipos de requerimientos : uso doméstico y uso agroindustrial.

En relación al primero se ha electrificado el pueblo de Congas (plaza y calles) y las viviendas de 200 familias campesinas.

Para el uso colectivo se articuló el proyecto de electrificación con dos proyectos agroindustriales, el molino de granos y el taller de carpintería, ambos a nivel comunal, habiéndose efectivizado posteriormente. Además de otros usos colectivos de carácter individual como la mecanización de la elaboración de quesos, elaboración de pastelería, confección de prendas de vestir y el servicio comercial (tiendas).

Molino de granos : actualmente presta servicios no solo a los usuarios directos de la electricidad sino que incluye a los pobladores de los 4 anexos de la comunidad : Vista Alegre, Miramar, Maravilla y La Unión, que hacen un total de 500 familias. Además de la demanda de campesinos de comunidades del mismo valle y de otras cercanas, lo que hace un total de 1500 familias o 6000 pobladores.

Taller de carpintería : cuenta todavía con un uso local y eventual para corte de tablas. Ha permitido la construcción de la posta médica.

En conjunto, la electrificación del pueblo de Congas ha significado un nivel de mejoramiento en la calidad de vida de sus pobladores.

En el ámbito familiar se ha logrado reducir la intensidad de la jornada de trabajo de la mujer campesina. Para mencionar algunos ejemplos : la molienda de granos, el licuado de alimentos. Además de la dimensión socio-cultural, se ha logrado el aprovechamiento de más horas noc-

turnas para las relaciones cotidianas entre los campesinos y en especial para los estudiantes.

En el uso productivo, el caso específico del molino de granos está permitiendo la reducción del consumo de productos alimenticios industriales (harina blanca procesada, fideos) y su sustitución por harina de cereales producido por ellos mismos (de trigo, habas, alverja, etc.) con una mayor variedad en el consumo de granos y harinas (sopas, cremas, tortillas, cachanga, sango, etc.). Además se realiza el procesamiento en menores unidades de tiempo y con una mejora en la calidad de la molienda. Sirviendo no sólo para consumo humano sino también para alimentación de animales y el engorde de porcinas, entre otros.

Finalmente, también ha repercutido en el mejoramiento de los cultivos de granos y en la mejora del sistema de riego.

8. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO DENTRO DE LOS PLANES DE DESARROLLO RURAL DEL AREA

Tanto el proyecto de electrificación como los dos proyectos agroindustriales significan el primer intento del desarrollo del área. Actualmente están funcionando como servicios de la comunidad a la misma población comunera y centros poblados aledaños, pero no están articulados ni explotados como programas que signifiquen un uso rentable y de mejoramiento comunal.

Todavía es más deficiente en relación a un programa de desarrollo del valle. Esto debido principalmente a la concepción de los proyectos rurales en las instituciones y a la falta de seguimiento y permanencia en ellos, además de la necesidad de que la misma población comunera desarrolle el reto de una propuesta integral de producción agroindustrial que responda primero a la solución de sus necesidades inmediatas y mediatas y de una respuesta a los centros poblados más grandes. Esto exige un trabajo conjunto entre campesinos comuneros, entidades estatales y privadas y una política agraria a favor del campesinado comu-

8

TEOFILO HURTADO H.

LA HIDROENERGIA
COMO ALTERNATIVA.
EXPERIENCIA
HARINERA ACOMAYO

Proyecto de Desarrollo Rural en Microregiones
PRODERM

INTRODUCCION

El PRODERM es un Proyecto de Desarrollo Integral que trabaja en las áreas rurales del Cusco (Anta, Acomayo, Canas-Canchis y Paruro). Dentro de uno de sus logros está el haber elevado la producción de papas de 5,000 a 25,000 KI/Há., sin embargo se ha olvidado un tanto del trigo. Este último producto está peligrosamente decreciendo su producción y en gran parte es por la decisión del gobierno de importar trigo. Esta decisión ha hecho que el cultivo de trigo ya no sea rentable para el agricultor, para lo cual los terrenos están siendo abandonados o destinados a plantaciones por ejemplo de eucalipto. Los que todavía cultivan no tienen muchas posibilidades de comercialización, pues como el gobierno subsidia el trigo importado los precios de su producto ni siquiera cubre el costo de producción.

Existen todavía molinos coloniales que son accionador por ruedas hidráulicas pero éstos tienen bajos rendimientos además no son menos costosos. Por otro lado también existen turbinas más modernas ya sea de impulsión o reacción pero para rangos de energía de 3 kw -15 kw, las que resultan caras, por lo que es necesario pensar en turbinas que cubran este rango de energía y que tengan bajo costo- además que puedan construirse localmente.

En este documento presento una experiencia de la instalación de una TURBINA SEGNER cuya energía es aprovechada en la transformación de trigo en harina para panificación en la Comunidad de Acomayo.

1. ORIGEN DEL PROYECTO HARINERA ACOMAYO

En estos últimos años se ha introducido a nivel nacional la harina de trigo importado básicamente de 2 tipos, la harina extra y la harina popular (o de segunda), ésta última por su precio se ha difundido en las áreas rurales pero adicionando a su precio el costo de transporte, este producto se hace caro, aún así en las áreas rurales se produce pan de esta harina, el mismo que cuesta más y tiene menos peso, además todos sabemos su reducido poder nutritivo.

Las C.C. de Acomayo tradicionalmente eran productoras de trigo y conocida por sus panes especiales de trigo (ejemplo, mollete, chutas, etc) tradición que se ha ido perdiendo. En esas épocas existían varios molinos de trigo accionados por ruedas hidráulicas (12) pero éstos a medida que sus dueños iban envejeciendo también iban destruyéndose.

Los pocos productores de trigo tenían problemas en la comercialización de su producción y también en la molienda del trigo para su autoconsumo, por lo que se veían obligados a llevar su trigo a Cusco o a Sicuani. Por estas razones, la C.C. presentó una solicitud a PRODERM solicitando la instalación de un molino de trigo; PRODERM hizo un pequeño estudio de factibilidad y de esta manera en mayo 1988 inauguró esta obra.

2. LOCALIZACION DEL PROYECTO

El proyecto Harinera Acomayo está localizado en la C.C. de Acomayo distrito y provincia de Acomayo.

Esta C.C. se ubica al sur oeste del Cusco y a 160 km. de esta ciudad su altitud es de aproximadamente 3,100 m.s.n.m. y tiene un clima templado-frío.

Acomayo está localizado en el centro de muchas comunidades (ver diagrama) que son también radio de acción del proyecto.

El molino esta ubicado en el lugar denominado Chilcapampa y usa la energía del río Mapha.

3. RESUMEN DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la organización de una empresa comunal que se dedique al acopio de la producción de trigo de unos 15 pueblos aledaños, la transformación en harina para panificación y comercialización en las panaderías de Acomayo y en Pomacanchi*, además brinde un servicio de molienda a comuneros de estos 15 poblados cobrando por ello solo el costo de servicio.

La energía necesaria para la transformación de la materia prima (4 Kw - 9 Kw) es generada usando el recurso hídrico del río MARPHA a través de una turbina de reacción llamada SEGNER.

Los objetivos de este proyecto son:

- Estimular la producción de trigo.
- Producir harina para panificación de buena calidad y bajo precio.
- Generar valor agregado para el trigo.
- Generar empleo.
- Generar ingresos para la Comunidad.
- Brindar servicio de molienda a todas las C.C. aledañas.

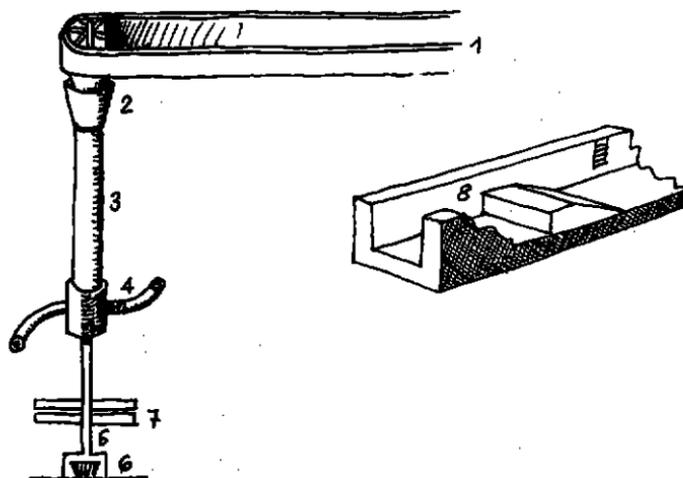
La organización de la empresa comienza en la asamblea general, luego los directivos comunales y la empresa propiamente dicha. La empresa es relativamente autónoma dentro de la C.C. y en ello trabajan comuneros que voluntariamente tienen deseos de trabajar ocupando los cargos de administración y personal de planta (empleados de la comunidad)

PRODERM cumple el rol de Asesor técnico, capacitador y financiador del proyecto, el requisito para PRODERM, que la comunidad aporte ya sea en efectivo o en mano de obra.

(*) Desde Pomacanchi y Acomayo se comercializa pan a otros distritos y C.C.

4. DISEÑO DE LA TURBINA

4.1. COMPONENTES DE LA INSTALACION Y FUNCIONAMIENTO BASICO



La turbina consiste en una canaleta de ingreso (1) con un embudo que conduce el agua a un tubo (2), (3) y (4) tienen 2 brazos radiales que terminan en chifones (reductores) por donde descarga el agua, estos son orientados de tal forma que el agua sale exactamente tangencial a su círculo de rotación. Tiene un eje (5) que está sujeta con 3 rodajes 2 planas o de pared (rodamiento de bola axiales) y al interior, cónica de bolines (6), el eje inferior tiene una polea por donde se transmite la energía (7). Aguas arriba hay un medidor de caudal RBC (8) donde se controla el consumo de agua y la potencia a generar y una compuerta para regular la entrada de agua.

El fabricante de la turbina puede determinar la velocidad rotacional adecuada eligiendo el diámetro del círculo formado por la rotación de los chifones alrededor del eje central.

El diámetro de los reductores y la presión bajo el cual opera determina el consumo de agua, el diámetro de los reductores puede ser variado para equilibrar con el flujo de entrada de tal forma que el tubo esté siempre lleno de agua.

La turbina tiene la ventaja de que al ser "tapado" uno de los reductores funciona con un 50% de caudal de agua y no pierda eficiencia, también puede cambiarse de reductores por otros de diámetro menor; otra ventaja de esta turbina es que opera con aguas que pueden llevar partículas de diámetro considerable (6 mm.) por lo tanto no exige un complicado desarenador ni cámara de carga.

4.2. DETALLES BASICOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCION

La turbina se construye íntegramente de planchas de acero de 1/16", la canaleta es reforzada con fierros angulares y anclada en paredes de concreto. El tubo se construye rodando la plancha longitudinalmente. Los brazos radiales se construyen soldando segmentos de tubo hecho especialmente. Con la finalidad de un fácil montaje y desmontaje el tubo se construye en secciones.

Es posible todavía mejorar estas turbinas, mucho dependerá de la continuidad y difusión del mismo.

El eje consta de dos partes, la parte superior estando soldado alambudo de ingreso por medio de radios y en la parte inferior sujeta del mismo modo a la sección inferior.

Los reductores se unen a los brazos radiales por medio de pernos y tuercas; los reductores se fabrican en varios tamaños de acuerdo al caudal disponible (de 90 a 300 Lt/seg.).

Los rodamientos usados son de 2 tipos, la parte superior y la del medio usa rodamientos de bolas radial, en la parte inferior usa rodamientos de balines inclinados (debe protegerse del agua). Este último soporta todo el peso de la turbina.

Formulas básicas:

$$P = QH n 10^{-3} \quad \text{fuerza hídrica}$$

$$A = Z \pi d^2 / 4 \quad \text{área de sección de reductores}$$

$$Q = A\varphi (2gh + u^2) \quad \text{caudal de agua consumida}$$

$$T = AW D/2 (W-u) \quad \text{Torque}$$

$$P = AWu (W-u)g 10^{-3} \quad \text{fuerza de salida}$$

$$N_{opt} = (60/D\pi) ((gH/(1-Q^2)^2)-1)^{1/2}$$

$$N_{max} = (60/D\pi) Q/A$$

Donde:

Q = Caudal

n = eficiencia

H = altura neta

Z = No. de reductores

φ = coeficiente de reductor

u = velocidad de circunferencia

W = Velocidad relativa

g = constante de gravedad

N = velocidad de rotación

D = Diámetro formado por la rotación de los brazos.

4.3. COSTOS TOTALES DE LA PLANTA

La planta se instaló en una minicentral antigua; donde existía el canal desarenador y una casa de máquinas deteriorada; por lo tanto en el presupuesto ya no se consideró lo existente; el presupuesto ejecutado fue para:

- | | |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 1. limpieza de canal | - acondicionamiento del pozo para el montaje de turbina |
| 2. refacción de compuerta | |
| 3. refacción y adecuamiento de la casa de máquinas | - polea de transmisión |
| 4. construcción y montaje de la turbina nueva | 5. instalación del eje de transmisión |
| - canal de aducción | 6. instalación de: seleccionador, molino, tamiz |
| - turbina | 7. capital de trabajo |

El presupuesto es el siguiente:

RUBROS	TOTAL		PRESUPUESTO Y DISTRIBUCION DE APORTES					
			APORTE COMUNAL		FINANCIAMIENTO		PRESTAMO PRODERM	
	l.	\$	l.	\$	l.	\$	l.	\$
Limpieza del canal	15,000	375	15,000	375				
Refacción de compuerta	2,000	50					2,000	50
Refacción y acondicionamiento casa de máquinas	65,000	1,625	30,000	750			35,000	875
Molinos	650	16					650	16
Turbina	66,000	1,400			22,000	550	34,000	850
Eje de transmisión	30,000	750			16,000	450	12,000	300
Seleccionador	60,000	1,500	30,000	750			30,000	750
Molino	90,000	2,250					90,000	2,250
Tamiz	16,980	425					16,980	425
Mano de obra	6,000	150					6,000	150
Capital de trabajo	128,379	3,208	10,000	250			118,379	2,958
TOTAL	470,008	11,750	85,000	2,125	40,000	1,000	345,000	8,625

Tipo de cambio: 1 US\$ = 40 lntis Noviembre 1987

4.4. INSTALACION: EQUIPO Y MAQUINARIA

La instalación es relativamente fácil dado que son un conjunto de tubos que se arman uniendo uno con otro a través de empaques y pernos, la canaleta debe necesariamente ser bien anclado; la instalación debe ser precisa, puesto que un error sobre todo en el alineamiento reducirá enormemente la eficiencia.

Para el mantenimiento que consiste en repintar la tubería y engrasar el cojinete interior resulta sencillo dado que es simple de desmontar, solo se requiere de dos personas.

4.4.1. Tamaño de la Planta:

El proyecto concluyó en la elaboración, que en el radio de acción existe 200,000 Kgs. de trigo que estarían disponibles para acoplarse esta debe ser la capacidad tope de la planta, asimismo la planta debe operar el primer año con 120,000 Kgs.

Las máquinas instaladas fueron las siguientes:

<i>MAQUINARIA</i>	<i>PROCEDENCIA</i>
- Turbina	Cusco
- Poleas de transmisión	Cusco
- Seleccionadora	Cusco
- Molino	Dinamarca
- Tamiz	Cusco

4.5. CARACTERISTICAS DE OPERACION DE LA PLANTA

La operación de la planta varía según sea para atención de servicio o para el funcionamiento de la empresa.

En caso de atención de servicio es necesario menor potencia porque funciona solo el molino (4 Kw). Cuando funciona toda la planta opera el seleccionador, el molino y el tamiz simultáneamente (7 Kw).

Cuando funciona toda la planta la turbina consume mayor cantidad de agua (130 lt/seg.) y usa los reductores de mayor diámetro (10.5 cm.) la forma de operar es la misma que para servicio (explicaré más adelante).

Cuando funciona solo el molino, la turbina funciona con menor cantidad de agua (90 lt/seg.) usa los reductores pequeños $\varphi = 7.9$ cm.

La operación empieza derivando el agua del río ($Q_{min.} = 125$ lt/seg.), la cantidad de agua a usarse regula de acuerdo a la lectura del caudal en el medidor RBC a través de una compuerta y según el uso de la planta.

Antes se ha debido revisar la posición de las fajas de transmisión y la posición de las llaves de control del seleccionador y molino.

Una vez que la turbina alcanza su velocidad de rotación libre (160 RPM) se empieza a ajustar el molino el seleccionador y tamiz hasta que la velocidad haya bajado a 140 RPM.

Para detener el funcionamiento se abre la compuerta que derivará el agua al canal de rebose evitando la aducción de agua a la turbina, así la turbina se detendrá por sí solo.

Cuando no se opera en la forma indicada lo que ocurrirá primero es que la faja de transmisión al eje principal sesuelle dificultando la operación ya que esto significa cortar el flujo de agua, colocar las fajas y nuevamente subir a cerrar la compuerta.

La pequeña diferencia de altura necesaria para el funcionamiento de esta turbina facilita enormemente la operación y también ocasiona un menor gasto.

5. ORGANIZACION Y GESTION EMPRESARIAL

La empresa directamente depende de la Directiva Comunal y ésta de la Asamblea General.

Para la operación de la empresa se contrata inicialmente a 2 trabajadores vía concurso con inscripción voluntaria uno de ellos es el administrador y el otro responsable de planta.

Un Directivo Comunal mensualmente va a la empresa a revisar el funcionamiento de la empresa y autoriza el pago del administrador; el administrador paga al operador de planta, por este día de trabajo el directivo comunal gana un jornal.

La empresa es autónoma en fijar los precios de acopio y el precio de venta, pero el sueldo de los trabajadores es decidido por la directiva comunal a veces con participación de la asamblea general.

Después de tres meses y medio de operación todavía no ha alcanzado la producción esperada pero parece normal porque los trabajadores no tenían idea de lo que significa el manejo de una empresa. Sin

embargo la atención de servicio es muy bueno, esta cumpliendo satisfactoriamente este objetivo.

FUNCIONAMIENTO ACTUAL

En los 3 meses de operación de mayo a julio se ha observado lo siguiente:

1. La atención de Servicio a crecido rapidamente:

mayo	740 Kg.
junio	2,751 Kg.
julio	6,036 Kg.
agosto*	9,000 Kg.

2. El número de comunidades atendidas para servicio es mayor que el previsto, se preveía 15, en la práctica son 21.
3. La empresa de producción de harina no ha llegado a vender más que 20 Kg.
4. Muchos problemas con el personal, ha habido 2 renuncias en ambos casos de los responsables de la administración.
5. Las C.C. ha dificultado mucho en transferir los dineros de capital de trabajo a la empresa.
6. Hay ahora buenas perspectivas para que la empresa empiece a funcionar.
7. Las máquinas fabricadas localmente han tenido muchos problemas lo que dificulta en gran parte la producción de harina, por lo tanto el movimiento empresarial. (solo el molino es importado).

(*) Proyectado 9,000 Kgs.

9

BRUNO VIANI Y ROD EDWARDS

**PROYECTO DE
HIDROENERGIA
EN EL VALLE DE
YANATILE**

ITDG

1. INTRODUCCION

Este informe presenta un programa de desarrollo y diseminación de proyectos pequeños de hidroenergía que los padres Salesianos están llevando a cabo en el valle de Yanatile, con la asistencia técnica y financiera de ITDG.

Este es un programa a largo plazo, que deberá ser revisado cada dos años, a fin de evaluar y dirigir el progreso realizado y modificar el programa según se requiera.

2. UBICACION Y MARCO SOCIO-ECONOMICO DEL PROYECTO

El proyecto se ubica en la provincia de Calca, en el departamento de Cusco; cubre la cuenca del río Yanatile y del río Yavero/lacco. Desde Colca a Quellouno.

El programa se centra en la capital del distrito Quebrada Honda y en la Granja Escuela Monte Salvado, unos 5 Km. de Quebrada.

La zona se encuentra mayormente en la zona ecológica de selva alta, entre 1800 msnm en Colca y 800 msnm en Quellouno.

La precipitación promedio de la zona es entre 1000 y 2000 mm. al año, con variaciones según la altitud. Los meses de mayor precipitación son de Noviembre a Marzo y los mas secos Junio y Julio.

Según el censo de 1981, la población del área era de 8200 habitantes, de los cuales 45% eran menores de 14 años. La tasa de crecimiento poblacional entre 1972 y 1981 fue de 3.3% anual. Por encima del promedio nacional que fue de 2.7%.

Los principales productos son coca, café, frutas, maíz, leña, cacao, achiote y yuca (Ver. Fig.2). Aparte del descascarado y secado del café, se realiza poco procesamiento post-cosecha de cultivos, en la actualidad.

La tenencia de tierra, sigue un patrón común en el Perú. Bajo la Reforma Agraria, las grandes Haciendas fueron disueltas y se formaron cooperativas y Centros de Producción. La Tabla 1 muestra la distribución relativa de tierras dentro del área del proyecto en 1982.

TABLA 1						
Unidad Productiva	No. de unidades	No. de beneficiarios	Superficie con utilidad agropecuaria			
			Total % Ha	Riego % Ha	Secano % Ha	Otras % Ha
Comités de Producción ó cooperativas	19	772	67	18	53	79
CAPs	2	98	10	11	10	10
Inafectables	7	7	2	53	3	1
Pendientes de adjudicación	11	-	21	18	34	10
Total	39	877	100	100	100	100
Base (No.)			(16540.2)	(61.6)	(7569.6)	(8909.)

Fuente: Estudio Diagnóstico del Valle de Yanatile - A. Carrasco, 1986

La tierra cultivada promedio por familia es de 6.2 hectáreas.

El ingreso bruto promedio por familia en 1985 fué de I/.41,728 y el ingreso neto disponible (ingresos de la producción menos el costo de producción) de I/.33,000. Hay una gran diferencia, sin embargo, entre los sectores más pobres y más ricos de la comunidad - El ingreso disponible promedio entre los más pobres fué de I/.16,500 y de los más ricos I/.53,952.

La infraestructura del area es mala. La carretera une al Valle de Yanatile con el Cusco, y a través de un puente recientemente reparado con el ferrocarril en Quillabamba. Sin embargo, esta carretera está en mal estado, y muchas veces no tiene acceso durante los meses de lluvia. Muchos de los productos se compran en la misma carretera, por comerciantes del Cusco aunque varias cooperativas tienen camiones en la actualidad.

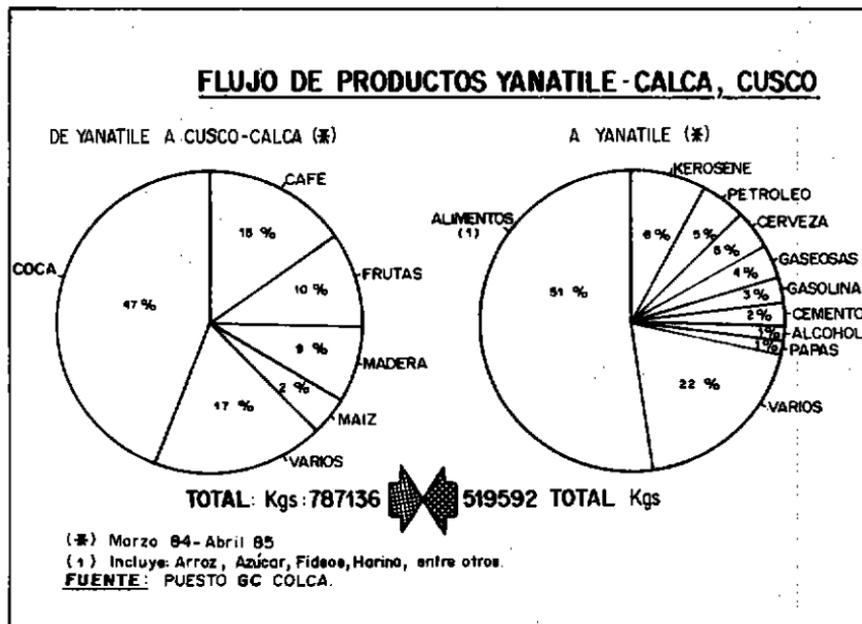
El acceso al suministro de electricidad esta limitado a las instituciones de Quelluno, La Quebrada y Calca que tienen sus propios generadores de petróleo, y aparentemente el estado no tiene planes de extender la red Nacional al área en el futuro próximo.

Las principales fuentes de energía en el area son leña y kerosene.

Las fuentes de leña estan generalmente a cierta distancia de los centros poblados. Por lo tanto, el uso de leña esta limitado por el costo y el tiempo requerido para su colección. Muchos restaurantes y negocios en los centros urbanos utilizan kerosene. Dos panaderías en la Quebrada han cerrado sus negocios debido al costo de combustible. Las familias campesinas generalmente usan leña para cocina, pero el tiempo que utilizan para su colección puede ser un factor limitante. Durante la estación de lluvias, se utiliza más el kerosene. Su precio en La Quebrada es de más del doble del precio en el Cusco.

La hidroenergía no es una tecnología desconocida para el área. Muchas de las haciendas tenían trituradoras de caña operadas por hidroenergía, y por lo menos una instalación, un aserradero operado por una rueda Pelton, aun esta en operación en la cooperativa de Chancamayo. Ha habido un desarrollo espontáneo recientemente. Por ejemplo, un pro-

yecto de 5 KW ha sido instalado por un comerciante en Santiago, para operar un taller de carpintería, 2 refrigeradoras y dar electricidad a unas viviendas.



3. METAS Y OBJETIVOS

En este proyecto se distinguen 2 fases:

Primera fase:

Instalación de una microcentral hidroeléctrica de 60 KW en la Granja Escuela Monte Salvado, a fin de proveer electricidad para el colegio y para la demostración de actividades productivas con el fin de diseminarlas.

Segunda fase:

a) Demostrar que:

i) Las microcentrales hidráulicas pueden ser una opción social, económicamente y técnicamente viable para la generación de energía en áreas rurales.

ii) La disponibilidad de energía barata donde existen pequeñas industrias agroprocesadoras puede impulsar el desarrollo de estas.

b) Brindar capacitación a técnicos de la escuela y promotores de la zona en todos los aspectos técnicos de proyectos de microcentrales hidráulicas.

c) Diseminar un conocimiento básico del potencial y uso productivo de la hidroenergía entre las comunidades del área, así como brindar capacitación básica en el manejo de pequeños proyectos.

4. ESTADO ACTUAL DEL PROYECTO

4.1. La Fase I ya ha sido terminada, y la instalación ya está funcionando.

4.2. La Fase II está en proceso:

(i) Un miembro del personal de Monte Salvado está siendo entrenado en la operación y mantenimiento de la planta hidroeléctrica. Posteriormente, esta persona se encargará de realizar cursos de capacitación sobre hidroenergía en el Colegio.

(ii) Los usos-finales productivos potenciales en el área se están investigando.

(iii) Dos profesionales están realizando trabajos de extensión en la zona - un especialista en agro-procesamiento y un ingeniero experto en hidroenergía - quienes ya trabajan con la Parroquia evaluando potenciales usos productivos de la energía.

(iv) Dada la importancia de los aspectos comerciales, se requerirá la participación de asesores de pequeñas empresas.

5. ASPECTOS TECNICOS

5.1. En los aspectos técnicos del proyecto, se consideran dos títulos:

(a) Instalación Piloto de demostración de una microcentral hidroeléctrica en el CEO/CEA Monte Salvado.

(b) El Programa de Extensión con la Parroquia de La Quebrada.

5.2. Instalación Piloto de demostración de una microcentral en el CEO Monte Salvado.

a) Hidrología

Un estudio hidrológico preciso de la Cuenca del Rio Retiro del Carmen (o rio Monte Salvado), cuyas aguas son utilizadas en el Proyecto, fué imposible debido a la falta de datos topográficos, de precipitación, etc.

El área de la Cuenca fué determinada por medio de fotografías aéreas, en 18 Km². Durante la epoca de lluvias se aforó un caudal máximo de 500 lit/s mientras que en los meses de sequía el caudal se redujó hasta 70 lit/s.

b) Obras Civiles

Una bocatoma de 3.5 m por 1.5 m, construída de concreto ciclópeo desvía el agua hacia un canal de concreto de 220 m hasta el tanque de sedimentación y otros 200 m de canal lo lleva hacia la tubería de presión. El canal tiene un caudal de diseño de 300 l/s, así como un sistema de compuertas y aliviaderos para ser utilizados en el riego, si así se requiere. El canal esta tapado a todo lo largo por motivos de seguridad (particularmente en la primera sección de 220m) para evitar el ingreso de piedras y tierra. Se tuvo en consideración la ubicación de los vertederos a fin de minimizar riesgos de erosión.

c) Tubería de presión

La tubería de presión de 100m de largo, fue fabricada en Lima. Es de acero con un diámetro de 380 mm. Las secciones de tubería de 2.4 metros cada una, fueron transportadas en camión y luego empernadas en el sitio. La caída neta con 150 l/s de caudal es de 62 metros. Se han utilizado dos juntas de expansión.

d) Sistema de control y turbina

La turbina es una Pelton de eje vertical de 3 chorros. La máquina fué importada de Gran Bretaña, y ha servido como modelo de demostración para dos compañías en Lima que han construido hasta el momento, tres máquinas similares. La turbina incorpora deflectores de chorro permitiendo el cierre automático en casos de fallas, que incluyen bajo y sobre voltaje y fallas de fase.

El sistema de control es un regulador electrónico de carga, utilizando una carga secundaria. Esto fué importado de Gran Bretaña, pero desde entonces se han ensamblado dos unidades en Lima por una compañía electrónica local.

La turbina utiliza una faja plana para mover un generador de 109 KVA trifásico, que alimenta la red de distribución del Colegio.

La potencia máxima de la planta es un poco más de 60 KW.

5.3. El Programa de extensión

El tipo de tecnología que se empleará en el Programa de Extensión evolucionará y se adaptará en respuesta a las necesidades locales. Sin embargo, el criterio técnico será:

- (a) Enfatizar el uso de energía mecánica tanto como eléctrica, generada por microcentrales.
- (b) Tecnologías que se prestan a fabricación local.
- (c) Priorizar la simplicidad y confiabilidad antes que la eficiencia.

Los promotores han identificado la necesidad de una turbina hidráulica pequeña de bajo costo y de menos de 2 kW para ser utilizada en la recarga de baterías de autos, en alumbrado de bajo voltaje o en la activación de maquinaria simple de agro- procesamiento tales como despuladores de café.

En respuesta a esto, una pequeña compañía en el Cusco producirá, con el apoyo de ITDG, una turbina Pelton simple. Se tratará de que el costo total incluyendo la bocatoma y tubería de presión no sea mayor a \$2,000.

6. CARACTERISTICAS ECONOMICAS

6.1. Costo

La planta fué instalada a un costo de US\$80,000.

El costo de turbina, alternador y regulador electrónico fue de US\$25,000.

La tubería de presión US\$20,000.

Obras Civiles: US\$25,000.

Sistema de distribución eléctrica US\$10,000.

Estos costos no incluyen los sueldos y visitas periódicas de los ingenieros de I.T.D.G.

6.2. Uso final de la energía

La instalación, no sólo provee energía para requerimientos diarios del Colegio y los talleres, reemplazando los dos generadores diesel de 7.5 kVa que existían, sino que también suministrará una fuente de energía para un número de proyectos de demostración propuestos en el Colegio, incluyendo:

- Secado de hierbas y café
- Panadería
- Fabricación de Mermeladas
- Aserradero

La demanda máxima existente de los talleres y Colegio, es de aprox. 16 kW, que comprende: taller de carpintería, taller de metalmecánica, molino y alumbrado. La demanda máxima proyectada es de 55 kW.

7. ASPECTOS INSTITUCIONALES Y ORGANIZATIVOS

En 1985, los Padres Salesianos tomaron contacto con ITDG para solicitar asistencia en la instalación de una microcentral en su Granja Escuela que estaban fundando en la antigua hacienda de Monte Salvado, así como para asistencia en la realización de un programa de difusión de hidroenergía en las áreas circundantes.

Las investigaciones tecno-económicas iniciales indicaron la viabilidad del proyecto, y a comienzos de 1986 el diseño de una microcentral de 60 kW, se inició.

Al mismo tiempo, el Sr. Alfonso Carrasco y el Centro de Estudios Bartolomé de las Casas fueron comisionados para realizar un estudio socio-económico del Valle de Yanatile.

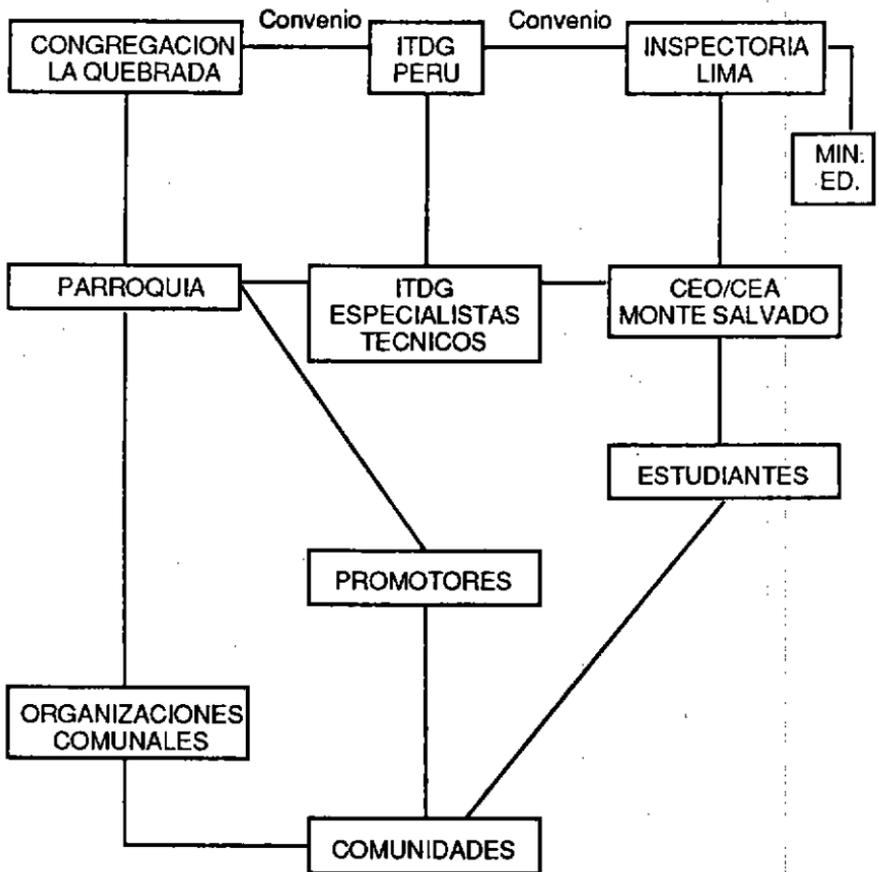
La instalación fué diseñada por ingenieros profesionales de ITDG, y realizada mayormente por un Albañil, bajo la supervisión del Director del Colegio. Los ingenieros de ITDG visitaron el proyecto cada 3 o 4 meses para asesorar, y llevar a cabo trabajos más especializados tales como la planificación de las obras civiles, instalación y puesta en marcha de la turbina e instalación de la línea de transmisión.

Se contrató mano de obra local, pero para mucho de los trabajos, se utilizaron estudiantes de la CEO.

La figura 1 ofrece un diagrama de la estructura institucional del proyecto.

FIGURA 1

ESTRUCTURA INSTITUCIONAL



La entidad ejecutora del Programa es la Congregación Salesiana de la Iglesia Católica, con ITDG como proveedor de apoyo técnico principalmente. El Colegio en Monte Salvado está administrado por La Inspección Salesiana de Educación en Lima, y por lo tanto no está bajo el control directo de la Parroquia de La Quebrada pero existe un alto grado de cooperación entre los dos.

La estructura institucional de este programa, tiene dos elementos principales que, aunque administrativamente e institucionalmente separadas, trabajan en forma conjunta: la CEO/CEA de Monte Salvado y la Congregación Salesiana de La Quebrada.

7.1. CEA (Centro Educativo Agropecuario) y CEO (Centro Educativo Ocupacional) Monte Salvado

El Colegio Monte Salvado brinda, en un nivel (CEA), una educación secundaria para niños de la cuenca de la Parroquia. El curriculum es suministrado por el Ministerio de Educación, pero con una gran cantidad de cursos de agricultura y agro-procesamiento con orientación práctica. También opera como un CEO, suministrando capacitación técnico-práctica en especialidades como carpintería, agricultura y agroprocesamiento.

Los cursos incluyen energía y más específicamente la hidroenergía en su curriculum.

Monte Salvado también sirve como enfoque para las actividades de otras agencias, tales como CANSAVE y CODEVA para demostrar tecnologías y metodologías de una variedad de industrias agro-procesadoras.

7.2. Congregación Salesiana de La Quebrada

La Congregación de La Quebrada es parte de la Diócesis del Cusco y es responsable ante el Obispo del Cusco.

Además de sus funciones pastorales, realiza un Programa de Desarrollo rural a través de un grupo de Promotores de las comunidades de la Parroquia. Los promotores se congregan trimestralmente y atienden cursos de capacitación en diferentes materias tales como primeros au-

xillos, salud, riego, etc. Eventualmente ellos utilizarán las instalaciones del CEA Monte Salvado.

7.3. Otras Instituciones

ITDG

ITDG tiene acuerdos formales tanto con la Inspectoría Educativa como con la Congregación.

En el CEO/CEA Monte Salvado, el rol de ITDG es:

(1) Proveer equipo, financiamiento y asistencia técnica para la instalación de un proyecto piloto de una microcentral hidroeléctrica de 60 kW.

(2) Proveer capacitación técnica para miembros del personal, en lo referente a micro hidroenergía y temas relacionados.

(3) Asistir en la instalación de talleres y desarrollar un programa de estudios para la capacitación en hidroenergía.

(4) Suministrar asesoría técnica en proyectos demostrativos y de agro-procesamiento.

El compromiso de ITDG con la Parroquia es:

(1) Suministrar asesoría técnica en agro- procesamiento e hidroenergía al programa de extensión rural.

(2) Proveer capacitación a los Promotores en la apreciación básica del uso, demanda y potencial de energía.

(3) Suministrar capacitación en la operación y mantenimiento de microcentrales hidráulicas.

(4) Suministrar asesoría y entrenamiento sobre aspectos comerciales de los proyectos de agro-procesamiento a las comunidades u organizaciones comunitarias del área.

COOPERATIVAS

En el área, operan un número de cooperativas, y otras organizaciones:

- Cooperativa Chancamayo
- Cooperativa Barrial
- Cooperativa Riobamba
- Cooperativa Cucipata
- Comités de Producción

COMUNIDADES CAMPESINAS

Estas son instituciones hacia las cuales el Programa está dirigido. Muchos ya han expresado interés en hidroenergía para uso productivo, y estudios iniciales se han realizado para dos cooperativas y una comunidad campesina.

El programa, sin embargo, no excluye el suministro de asesoría técnica a comerciantes individuales de la zona.

AGENCIAS EXTERNAS

Un número de agencias fuera de la zona, están involucradas en proyectos relacionados en el área, incluyendo:

- CANSAVE (CANADIENSE)
- CODEVA (NACIONES UNIDAS)
- CIPA (GUBERNAMENTAL)
- PROMHIDEC (ALEMAN)
- CENTRO PACHAKUTEK (O.N.G. PERUANO)

Aún no existen, conexiones formales entre el proyecto y estas organizaciones, pero se les necesita a fin de maximizar la experiencia compartida.

8. CONCLUSIONES

a) El estudio base llevado a cabo en 1986 mostró que uno de los mayores problemas que enfrentan los productores del área era el de asegurar que la producción llegue a los mercados en el Cusco y Quillabamba en buenas condiciones. El viaje puede tomar hasta 20 horas, y muchos productos se venden a bajos precios debido a que se ha malogrado durante su traslado. Mucho productos de consumo, tales como harina de maíz, azúcar y leña, son exportados del valle en estado natural para luego ser re-importados a precios más elevados porque se han sometido a algunas formas de procesamiento en otros lugares.

b) Se demostró que una de las trabas para mayor procesamiento post-cosecha en el área, tanto para el mercado local o para su exportación, era la falta de un suministro económico y confiable de energía. El área posee fuentes hidrológicas abundantes que pueden ser explotadas para proveer tanto energía mecánica o eléctrica para una variedad de procesos.

c) Un problema muy común en la explotación de hidroenergía por pequeños productores es el acceso a fuentes de capital. Los costos típicos son de entre \$750 y \$1,500 por kW, dependiendo de las condiciones físicas y el nivel de sofisticación.

Varias posibles fuentes de financiación existen en el Perú (por ejemplo: COFIDE, Banco Agrario y Banco de Vivienda) y el Programa tiene como objetivo demostrar a estas, y otras fuentes, que proyectos de hidroenergía pequeños pueden ser económicamente viables. La mayoría de las cooperativas y empresas comunales del área aparentan tener la capacidad, con la adecuada capacitación y apoyo administrativo, de pagar los créditos necesarios.

d) Una organización de desarrollo rural con una presencia larga en el área es un factor importante en este tipo de programa, así como la disponibilidad de facilidades de capacitación.

e) Ya existen las tecnologías y metodologías para pequeños proyec-

tos de hidroenergía y aparte de las adaptaciones para adecuarse a las condiciones locales, no se requiere de nuevo desarrollo tecnológico.

f) La aplicación de técnicas modernas a tecnologías existentes (particularmente a sistemas de control) permite la simplificación del diseño de la turbina. Esto hace que la fabricación local sea posible, utilizando facilidades básicas de talleres e ingeniería.

g) El proyecto de demostración en Monte Salvado se instaló por un costo de unos \$1,300 por kW, comparado con un promedio de \$2,500 por kW para 10 proyectos similares en otros lugares del Perú. Este bajo costo por kilovatio se logró mayormente utilizando materiales y recursos locales donde fué posible, y manteniendo los estudios y supervisión de ingeniería a un mínimo.

h) El tamaño de la instalación en Monte Salvado (60kW) es mucho mas grande de lo que se anticipó para pequeños proyectos en el programa de extensión, que son de 10-15 kW típicamente. El costo de capital total típico para estos proyectos esta estimado entre \$7,500 a \$15,000 dependiendo de la capacidad de la planta, y la sofisticación de la instalación.

i) Existen condiciones en el área para proyectos de hidroenergía de bajo costo, para satisfacer una necesidad local de energía para pequeñas empresas. Este potencial puede ser explotado en forma económica, siempre y cuando i) las tecnologías y metodologías apropiadas se empleen y ii) se da la suficiente consideración e importancia a la capacitación.

10

ROBERTO FUNK

**EXPERIENCIAS DE
ELECTRIFICACION RURAL**

DIACONIA

TRES EXPERIENCIAS DE ELECTRIFICACION RURAL

1. CENTRAL ELECTRICA JAMBON

(Construida 1975-76)

Ubicación

Provincia de Huari, Departamento Ancash. Gracias a la electrificación dos distritos han sido beneficiados, Chacas y San Luis, y a partir de 1984 han llegado a ser provincias.

Población beneficiada

4,000 personas, distribuidas en dos ciudades, Chacas y San Luis, y los pueblos de Jambón y Acochaca.

Objetivo de la electrificación

Luz eléctrica en cada casa de las poblaciones beneficiadas, alumbrado público, instalación de pequeñas industrias que justifican la electrificación. Participación gratuita de la población beneficiada, según sus posibilidades (mano de obra con material del lugar, postes, instalación y conexiones domiciliarias). Participación en los costos e instalación de la red de baja tensión.

Características técnicas del proyecto

Consta de:

-02 turbinas Francis horizontal de 120 HP cada una; para un caudal de 120 lts/seg. y altura de caída 56 mts. (fabricación alemana).

- 02 generadores (fabricación alemana) de 75 KW, 220 V cada uno.
- 02 transformadores (nacionales) de salida 125 KW 220 V -11, 8 KV, seccionadores, pararrayos, etc (fabricación argentina)
- 01 tablero de mando (nacional) con dos salidas, equipado con sincronoscopo para marcha de paralela de ambos generadores.
- 02 tubos de presión de plástico de 10" con dilataciones (nacional), enterrados a 1 mt. de profundidad.
- Línea de alta tensión 11,8 KV, aisladores (Japón), 75 kms. de alambre de acero encobrado (Argentina). La distancia de la central eléctrica a Chacas es de 10 kms. y a San Luis de 12 kms.
- Red de baja tensión 220 V, alumbrado público, seccionadores para subestaciones, transformadores (fabricación peruana).
- Se capta el río Jambón de los deshielos de un nevado. El río tiene un volúmen de agua constante de aprox. 250 lts/seg generalmente limpia.
- La bocatoma esta construída ligada a un puente acoplado con un desarenador de 8 mts. El conducto de agua desde el desarenador al reservorio de regulación es de 10 x 10 x 2.5 mts., consistente en 300 mts. de tubo de desagüe de 12" enterrados en un canal y tapados con tierra.

Instalación

Era necesario construir una defensa en el caudaloso río Chacas, donde la central eléctrica jambón bota el desagüe. Para la construcción e instalación de la casa de fuerza al lado de los tubos de alta presión de 130 mts. se usó rieles y un carro de mina acoplado a una wincha mecánica para bajar la maquinaria y material de construcción.

Características económicas

La obra civil, instalación de la maquinaria, línea de alta y red de baja tensión, fue construída con el aporte de mano de obra gratuita de las

4 poblaciones beneficiadas. La instalación domiciliaria desde la red secundaria a su domicilio ha sido autofinanciada por cada usuario.

Costos

02 turbinas, 02 generadores, 02 conductos de alta presión, válvulas, tablero de mando	US\$26,000
Obra civil: reservorio de regulación, bocatoma, desarenador, casa de fuerza e instalación de la maquinaria de defensa del río.	28,000
Red de alta y baja tensión, transformadores, seccionadores, aisladores, alambres, transporte e instalación.	43,000
Sub total	US\$97,000
Aporte propio en mano de obra, material del lugar, postes, etc., jornal US\$0.75 (estimado)	29,000
Total	US\$126,000
Costo por kilovatio instalado aproximadamente es de	US\$805
Costo real para DIACONIA Kilovatio instalado es de	650
(El poder adquisitivo de un dólar en 1988 es aproximadamente la mitad del año 1978)	
Costo de mantenimiento de la central:	
Costo de operación actual (3 empleados) sueldo mensual	l/. 21,000
Gastos de mantenimiento (mensual)	10,000
Gastos de reposición del equipo (rebobinar un generador)	130,000
Total	l/. 161,000

Actualmente está acoplado un grupo DIESEL de 50 KW por la mayor demanda de corriente de lo requerido inicialmente. Los gastos de mantenimiento (petróleo, aceite, repuestos) son mucho más elevados (aproximadamente 1:5) en comparación a la central hidroeléctrica.

El financiamiento de las dos turbinas fueron de donaciones recibidas a raíz del sismo de Mayo 1970 de las diferentes Iglesias evangélicas luteranas de Suecia, Finlandia y Alemania.

Para la liberación de los impuestos de importación fue necesario redactar un acta de donación para el Ministerio Energía y Minas.

Los ingresos por el consumo eléctrico mensual no cubren los gastos previstos para reparación y sueldos y solamente se pagan los gastos de funcionamiento. La diferencia la asume la Parroquia de Chacas, que administra la planta.

La Parroquia es dueña de una carpintería con varias máquinas para el trabajo de 30 empleados. Así la planta trabaja en el día para la industria, de noche para el alumbrado público. El taller se dedica a la fabricación de muebles tallados para el mercado europeo y depende totalmente de esta planta eléctrica.

Ampliación de la planta existente

El Gobierno Italiano pretende financiar una segunda central eléctrica de 600 KW por la creciente demanda de energía en ambas provincias.

Para la administración de la nueva planta eléctrica de Chacas, cuya instalación se iniciará pronto, se formará en Chacas una empresa que dará luz a todos los usuarios con criterios económicos y control más estricto.

Problemas administrativos

1. Propiedad y manejo

Los distritos de San Luis y Chacas ha solicitado a la Iglesia Evangélica Luterana en el Perú Sección Desarrollo Comunal (hoy DIACONIA) la electrificación de sus capitales distritales en 1973. La planta y sus redes

fueron financiados con donaciones (diezmos) de las iglesias evangélicas luteranas de Alemania y Suecia.

Para la construcción e instalación de la planta se formó en cada ciudad y pueblo un total de 4 Comités "Pro electrificación" con un Comité Central. Cada Comité tenía dos representantes en el Comité Central. La construcción no dió mayores problemas organizativos.

Para conseguir la liberación de impuestos de aduana se elaboró un documento de donación de la planta eléctrica al Ministerio de Energía y Minas. Una vez instalada la planta y en funcionamiento, el Ministerio pidió su entrega para hacerse cargo del manejo y administración. El Comité Central Pro-electrificación se desintegró porque los pueblos ya no eran los dueños. El Ministerio de Energía y Minas, sin embargo, nunca asumió la tarea del manejo y administración. El Comité Central, formado por los representantes de los pueblos, tuvo que retomar su función.

Por rivalidad entre los dos distritos de Chacas y San Luis, se formaron 2 Comités de Administración, donde cada uno administraba una turbina con su generador y realizaba los cobros en su provincia.

Después de dos años, por cambio de política del Gobierno Central, todas las pequeñas centrales deberán ser entregadas a ELECTROPERU, sin embargo, este nunca tomó interés y la planta quedó con los pueblos.

Actualmente los concejos distritales de Chacas y San Luis son los responsables del cobro del suministro de cada usuario y del alumbrado público. El párroco es responsable de la administración de la planta eléctrica.

La mejor solución es la formación de una empresa en Chacas dirigida por un administrador voluntario que se encargue del mantenimiento y pago de los empleados, mientras el cobro de luz sigue bajo la responsabilidad de los concejos provinciales. El precio de la energía consumida no se determina con criterios comerciales sino por un servicio a la comunidad con criterios políticos.

2. Canal de Riego

La planta sufre durante los meses de agosto-noviembre escasez de agua. Antes de comenzar la construcción de la planta eléctrica, se clau-

suró, por acuerdo de los pueblos, un canal afluente del río Jambón que daba servicio a la agricultura de la zona. Una vez instalada y puesto en servicio la central, el canal fue reabierto para regar los cultivos.

Muchos de los regantes de este canal no viven dentro de los cuatro pueblos beneficiarios, pero gozan de sus derechos del uso de agua para riego.

Un canal adicional proyecto de 1.5 Km. del río Chacas, para aumentar el caudal de la planta, no fue construido por indecisión (rivalidad) entre ambas provincias.

3. Uso de energía

A partir de las 6 p.m. hasta la mañana siguiente 6 a.m. la energía es usada plenamente para el alumbrado público y uso doméstico. Durante el día se alimenta un taller grande de carpintería de aprox. 40 KW, dos talleres de mecánica y dos molinos eléctricos de 10 KW cada uno. Originalmente la planta estaba diseñada para proporcionar durante el día corriente a una mina comunal que mas tarde fue cerrada por mala rentabilidad.

Características del proyecto dentro de los planes de desarrollo comunal

La producción agrícola en los cuatro pueblos fue promovida durante varios años en el cultivo de trigo y la introducción de dos nuevas variedades de papa. La mayor producción de granos generaba la existencia de dos molinos eléctricos en manos privadas. Excepto el taller de carpintería de la parroquia, las pequeñas empresas han recibido apoyo administrativo y técnico pero no financiero. Durante varios años (para reducir los costos de manejo) las comunidades no querían que la planta funcionara durante el día, perjudicando a los talleres. Recién, cuando los talleres aceptaron pagar mayor precio que las casas por el suministro de electricidad, las comunidades autorizaron el funcionamiento de la planta durante el día.

Problemas técnicos y sugerencias

- 1) Antes de instalar una planta eléctrica se debe motivar e instruir a

la población de como usar la corriente eléctrica e informar sobre los gastos mensuales que ocasiona el suministro de luz. Muchos de los comuneros, hasta autoridades, por haber participado con la mano de obra gratuita creen que la corriente debe ser gratuita.

2) Por razones de costos no se han instalado medidores eléctricos en las casas. Así el consumo eléctrico en corto tiempo ha aumentado. Se necesitaron varios cambios en la red secundaria para equilibrar las 3 fases. Los concejos distritales tenían que intervenir para un estricto control en las instalaciones domiciliarias que fueron realizados por algunas personas inexpertas del lugar.

3) Mucha gente aún no tiene la costumbre de apagar la luz y la dejan prendida todo el día, en algunas casas por falta de un interruptor. Así, los generadores arrancan con plena carga. Por esta razón la red de alta tensión fue prevista con seccionadores e interruptores para suministrar energía por sectores o barrios.

4) DIACONIA ha apoyado la terminación de la instalación de otras dos hidroeléctricas de 250 KW y de 40 KW. Las máquinas de estas dos plantas fueron compradas durante el primer gobierno de Belaúnde pero nunca fueron instalados por falta de asistencia técnica experimentada y de fondos.

Si se quiere justificar la construcción de una pequeña hidroeléctrica no solamente para el alumbrado, sino también para generar pequeñas industrias, se debe pensar en instalar una potencia por encima de 200 KW.

5) Hemos constatado que la demanda de energía eléctrica en los primeros 3 años, después de la instalación, casi se duplicó. El poblador en la sierra usa más y más artefactos eléctricos, sobre todo televisores. El arranque de motores en pequeños talleres, inmediatamente influye la red secundaria, lo que puede provocar daños a aparatos domésticos sensibles. Por esta razón, es importante que la planta trabaje durante el día por alimentar a la pequeña industria y de noche solamente para el alumbrado público y domiciliario. También la industria debe asumir los gastos adicionales de los sueldos de los empleados de la planta.

6) Por razones técnicas y altos costos, no es posible instalar una línea eléctrica a cada anexo sino a centros bien poblados. Como los anexos políticamente pertenecen al centro poblado, en algunos casos los campesinos fueron decepcionados por no recibir la luz eléctrica y trataron de dañar las instalaciones arrojando piedras a los aisladores de alta tensión. Hubo un intento de robo de alambre de alta tensión donde un poblador fue electrocutado.

2. EXPERIENCIA DE USO DE AGUA PARA PEQUEÑA INDUSTRIA SIN ELECTRICIDAD

Uso de agua para pequeñas industrias

DIACONIA usa la fuerza de agua con turbina Michell (por su fácil construcción) para accionar molinos y aserraderos. En todo caso se requiere una potencia mínima de 15 HP. El problema principal consiste en la velocidad constante de la turbina a través de una válvula de compuerta, lo que requiere alguna práctica. Por esta razón es recomendable instalar la turbina con una volante y transmisión con faja V.

Molinos tradicionales de agua

DIACONIA ha instalado hasta ahora 14 molinos tradicionales con rueda de agua y piedra de granito. Estos molinos son construídos totalmente con los recursos del lugar y con el aporte de mano de obra comunal. El manejo generalmente lo hacen viudas o personas que no tienen chacras. El costo de un molino llega aproximadamente para DIACONIA a US\$800.- valor total US\$3,000.- la desventaja de estos molinos es la poca capacidad, solamente pueden moler hasta 80 Kgs. diarios.

3. EXPERIENCIA LUZ CASERA CON BATERIA DE 12 VOLTIOS

Justificación

El perfil de un proyecto de electrificación se delinea teniendo en cuenta la demanda de energía y la oferta de los recursos hidroenergéticos.

Normalmente se calcula una demanda de 800 W por familia, para uso doméstico. Bajo este concepto, un pueblo rural con una población de 200 familias necesitará por lo menos una potencia instalada de 160 KW posible con recursos hidroenergéticos de 60 mts. de altura y un caudal de 450 lts/seg.

En zonas andinas la gran mayoría de las sub-cuencas están usándose para riego y no cuentan con este caudal, salvo en épocas de avenidas o lluvias. Los caudales que se disponen son generalmente el orden de 20 a 60 lts/seg.

Al no existir los recursos técnicos, financieros e hídricos suficientes muchas poblaciones quedan condenadas a la oscuridad. Es difícil solucionar totalmente la necesidad de energía con bajos costos, pero se puede aprovechar los pocos recursos existentes para aliviar el alumbrado casero.

La preocupación es distribuir socialmente los recursos hídricos para llegar a un mayor número de beneficiarios.

En casos similares, se recomienda que las actividades productivas sean comunales y los equipos (molino, aserradero) se hace accionar con una turbina mediante fajas. No se deben emplear motores eléctricos de regular potencia.

El servicio doméstico para televisores, radios, etc. puede brindarse mediante el recargue de baterías de autos de 12 voltios. Cada familia tiene, por lo menos una batería para su iluminación.

En el mercado nacional existen recargadores de batería de hasta 15 baterías/día, que consumen a plena carga 2,500 W ó 2.5 KW.

Con un uso regular de 3 a 4 horas por noche, la iluminación a una familia le dura 8 días con una batería recargada y después tendrá que volver a recargarlo. Con una planta pequeña de 2.5 KW es posible recargar hasta 105 baterías semanales, lo que significaría servir a 105 familias.

En base a estos cálculos se puede abastecer una población de 200 familias con energía para uso doméstico empleando una hidroeléctrica

de solamente 5 KW. Es suficiente una caída de 30 mts. y caudal de 30 lts/seg. El costo es aproximadamente US\$10,000, alternativa que frente a una planta con 160 KW no dejaría de costar menos de US\$500,000

Instalación

DIACONIA actualmente está instalando 4 plantas de 5 KW para cargar baterías. Dos plantas son combinadas con sierra circular de 18" (para cortar vigas y tablas) y molinos importados para moler granos hasta 200 Kgs/hora.

Este sistema de iluminación y alimentación de televisores a través de baterías de 12 voltios, de autos, es relativamente barato y simple en su manejo. Satisface la necesidad inmediata de comunidades con pocos recursos financieros e hídricos.

Todos los accesorios para turbina: regulador eléctrico, cargador de batería, tubos de presión, se encuentran en el mercado nacional. Gene-

COSTO DE UNA MINI-CENTRAL DE 5 KW

Alternador ALGESA	US\$ 1,800
Turbina Michell-Bankl	1,800
Regulador eléctrico con resistencia para destruir sobre velocidad	1,500
Cargador 12 V para 15 baterías	600
Tubos plasticos o eternit 4 a 6"	800
Instalacion, transporte	1,500
Cables, fajas, focos, grampas	1,500
Obra civil (mano de obra no especializada gratuita de los comuneros)	2,000
TOTAL US\$	11,500

radores a partir de 2.5 KW fabrica la compañía ALGESA - Lima (demora 4 a 6 meses). Se usa turbina tipo Michell por sus características de rendimiento y por su simple fabricación en talleres mecánicos que tienen torno fresadora y soldadura.

11

PROYECTO
DE MINICENTRALES
HIDROELECTRICAS
EN EL DEPARTAMENTO
DEL CUSCO

Convenio GTZ - Asociación civil PROMIHDEC

1. INTRODUCCION

El Ministerio de Cooperación Económica de la República Federal de Alemania a través de la DEUTSCHE GESELLSCHAFT FUR TECHNISCHE ZUSAMMERNARBEIT (G.T.Z.) inician en Marzo de 1984, un programa de construcción de minicentrales hidroeléctricas conjuntamente con la Corporación Departamental de Desarrollo de Cusco (CORDECUSCO).

Luego de establecer una mínima infraestructura el Proyecto se abocó a la realización de viajes de diagnóstico con el objetivo de priorizar la zona para la futura instalación de las minicentrales. Ocho zonas del departamento del Cusco fueron estudiadas tomando en consideración los recursos hídricos existentes así como la demanda de energía para fines productivos. Las regiones seleccionadas fueron 1o. La Convención, 2o. Valle de Lares, 3o. Kosñipata.

El primer proyecto piloto se inició en Cirialo, fundo "La Candelaria", comenzó en Agosto de 1985 y culminó en Setiembre de 1986 con la entrega del equipo electromecánico.

El segundo proyecto piloto se realiza en la Central de Cooperativas COCLA, en Quillabamba. Las obras se iniciaron en Enero de 1986 concluyendo con la entrega de obras en Agosto de 1987.

El tercer proyecto piloto, en la Cooperativa Macamango, también en Quillabamba, se iniciaron las obras en junio de 1986. culminándose en febrero de 1987.

Adicionalmente a los tres proyectos mencionados, PROMIHDEC realizó dos proyectos demostrativos. Uno de ellos para la provisión de

energía en un campamento minero a 4,300 m.s.n.m. en el distrito de Urubamba; y el otro para la provisión de energía mecánica para un molino de trigo en la comunidad de Maska en Huanquite, provincia de Paruro.

No se ha podido identificar con precisión la población beneficiaria, sin embargo, sí podemos decir que ella es cuantiosa si consideramos que los proyectos han estado dirigidos a una Central de Cooperativas (COCLA); a otras cooperativa (Macamango) a una comunidad de campesinos (Huanquite) y a un particular (Cirialo).

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

El Proyecto coadyuvará a la consecución de los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo 1986 - 1990 con el cumplimiento de los siguientes objetivos:

ASPECTOS MACROECONOMICOS:

1. Generar y mejorar el abastecimiento energético para fines productivos en el ámbito rural, de tal manera de acrecentar la producción agro industrial y la generación de ingreso y de divisas.

2. Aumentar los puestos de empleo de la región y mejorar las condiciones productivas en los asentamientos rurales.

3. Elevar las condiciones y nivel de vida del poblador rural de las zonas aisladas del sur oriente del Perú.

4. Evitar la migración y desocupación de las zonas aisladas del sur oriente, favoreciendo la apertura de pequeñas industrias artesanales y agroindustrias captando capitales, mano de obras y materias primas locales.

5. Ahorrar divisas mediante el apoyo a la fabricación local de equipos electromecánicos y metal mecánicos para la agro industria.

6. Integrar la producción al articular la producción agro industrial e industria metal mecánica.

7. Transferir tecnología para la construcción de minicentrales hidroeléctricas y metal mecánica.

IMPACTOS ESPECIFICOS DEL PROYECTO

1. Generar energía hidroenergética para fines productivos.

2. Formar un grupo de profesionales y técnicos peruanos con capacidad decisoria para planificar, coordinar, construir, fabricar e instalar grupos y máquinas para minicentrales hidroeléctricas con fines agroindustriales.

3. Asesorar a talleres existentes o promover su creación para la fabricación de turbinas, equipamiento metal-mecánico para minicentrales hidroeléctricas y maquinaria agroindustrial; transferir tecnología.

4. Creación de un fondo de garantía para facilitar las posibilidades financieras de comunidades con el respaldo financiero.

5. Asesoramiento técnico-económico para el uso racional de la energía en las zonas rurales del sur oriente del Perú.

6. Buscar la estandarización de los prototipos de minicentrales a promover.

3. CARACTERISTICAS TECNICAS

Los datos técnicos de cada uno de los proyectos son los siguientes:

- "Cirialo" de 50 KW (electricidad), fabricación RFA, tipo Michell-Banki, caída de 17 m., caudal 730 l/s, canal de 480 m.

- "COCLA" de 120 KW (electricidad), fabricación RFA, tipo Michell-Banki, caída de 26 m., caudal 730 l/s, canal 652 m., línea de subtransmisión de 4,062 m.

- "Macamango" de 30 KW (15 KW de electricidad y 15 KW de energía mecánica). Fabricación local, tipo Pelton, caída de 29 m., caudal 150 l/s, canal de 5,300 m.

- "Minera Cusco" de 5 KW (electricidad), fabricación local, Michell-Banki, caída de 17 m., caudal 28 l/s, canal de 480 m.

- "Huanoque" (comunidad de Maska) de 10 KW (energía mecánica), fabricación local, tipo Michell-Banki, caída de 79 m., caudal 25 l/s.

Todos los equipos fueron entregados con una garantía de un año y además el Proyecto ofrece servicio de mantenimiento y reparación en forma local. El Proyecto ha llevado a cabo una estricta supervisión de la fabricación de los equipos locales.

- EL PROMIHDEC está realizando estudios de anteproyectos con bastantes posibilidades de ejecución inmediata, para los siguientes usuarios:

- M.C.H. Yanay - Mandor (La Convención)
- M.C.H. Montecristo (Echarate - La Convención)
- M.C.H. Salvación (Madre de Dios)
- M.C.H. Santiago (Valle de Lares)
- M.C.H. Cooperativa "José Carlos Mariátegui" (Valle de Lares)
- M.C.H. Misión Koribeni (La Convención)

Además, el PROMIHDEC actualmente ha ejecutado el proyecto "Centro Experimental La Raya" con fondos de la Universidad San Antonio Abad del Cusco y la construcción de una secadora de maíz para un usuario particular.

- En la actualidad, PROMIHDEC tiene solicitudes de 60 interesados en minicentrales hidroeléctricas, las mismas que están en proceso de evaluación, selección y priorización.

4. CARACTERISTICAS ECONOMICAS

PROMIHDEC en su primera fase priorizó la factibilidad técnica en la construcción de minicentrales hidroeléctricas en el Departamento del

Cusco. El Proyecto, en el levantamiento adecuado de los costos, encontró dificultades de orden contable. Sin embargo, se han obtenido resultados que se encuentran actualmente en fase de revisión y/o confirmación. Preliminarmente los resultados obtenidos arrojan un costo por KW instalado de entre US \$ 1,600 a US \$ 1,800.

En la relación al costo de sistemas alternativos y respondiendo a la pregunta de saber cuál es la cantidad de KWH por año que debe ser utilizado en cada minicentral hidroeléctrica y cuyo costo unitario sea igual o menor al costo unitario por KWH calculado para el Grupo Diesel o similar en pleno funcionamiento, se ha obtenido que el equilibrio se alcanza con un factor de carga del 30%.

El Proyecto, como criterio de política, mantiene la alternativa de instalar minicentrales en lugares donde no hay suministro de energía por la red central de Electro Perú o donde habiendo interconexión la empresa de electricidad local no está dispuesta a suministrar energía para fines productivos.

El financiamiento para la construcción de minicentrales ha sido realizada por el Banco Agrario y por otros proyectos de Cooperación Internacional. Actualmente la Corporación Financiera de Desarrollo (COFIDE) evalúa solicitudes de financiamiento, así como el Banco Agrario.

En la segunda fase, el Proyecto organizado a través de una Asociación Civil sin fines de lucro, contará con un Fondo de Garantía que cubrirá la deficiencia de garantías de los productores individuales, cooperativas y comunidades.

5. ASPECTOS INSTITUCIONALES Y ORGANIZATIVOS

En la primera fase del Proyecto se encontraba inmerso dentro de la estructura organizativa de la CORDE, dependiendo de la Sub-Gerencia de Proyectos Especiales que a su vez depende de la Gerencia de Desarrollo.

La Sub-Gerencia de Proyectos Especiales es encargada de dirigir, coordinar, controlar y evaluar la ejecución de proyectos especiales que se realizan mediante la cooperación técnica y/o financiera internacional en el ámbito de la CORDECUSCO.

En octubre de 1987 una comisión evaluadora conformada por el INP, CORDECUSCO y la G.T.Z. recomendaban que para la etapa de consolidación (2da. fase) se analice una propuesta de estructura administrativa del proyecto que permita crear una institución que tuviera las siguientes características:

a. Tener la flexibilidad y autonomía suficientes para el planeamiento, la ejecución y conducción de las actividades en el logro de sus objetivos y fines;

b. Los niveles de ejecución deberían contar con profesionales calificados y con experiencia en sus respectivas especialidades;

c. La administración del proyecto debería contar con la organización e infraestructura necesarias para manejar, controlar, y evaluar los recursos disponibles en apoyo de sus órganos de dirección, órganos de línea y al exterior del proyecto. Esto último se refería a fabricantes, usuarios y sector financiero.

d. La futura organización debería poder acceder a la captación de recursos externos vía asesoramiento, donaciones, préstamos con la posibilidad de orientar estos recursos en la Ampliación de los servicios del Proyecto.

La G.T.Z. venía estudiando diversas alternativas para establecer una estructura organizativa más adecuada para el desarrollo del Proyecto en su segunda fase. Como consecuencia de dichos estudios se concluyó en proponer a CORDECUSCO la constitución de una Asociación Civil sin fines de lucro, llamada igualmente PROMIHDEC.

La CORDECUSCO luego de estudiar la propuesta y conjuntamente con la G.T.Z. resolver las interrogantes de carácter organizacional, económico y legal; acepta constituir la Asociación sin fines de lucro PROMIHDEC, invitando a COFIDE como asociado. Esta Corporación había

expresado su interés en participar en el Proyecto de una manera más directa.

El Código Civil, en su Artículo 80 define a la Asociación como "una organización estable de personas naturales o jurídicas, o de ambas, que a través de una actividad común persigue un fin no lucrativo".

PROMIHDEC, en concordancia con el Artículo 82 del Código Civil y de sus propios Estatutos, se estructura organizativamente con tres órganos:

1. La Asamblea General, órgano supremo de la Asociación, que estará conformada inicialmente por CORDECUSCO y COFIDE.
2. El Consejo Directivo.
3. La Gerencia.

La Asociación Civil, PROMIHDEC dotará al Proyecto de la flexibilidad y autonomía organizacional para el planeamiento, la ejecución y conducción de las actividades para el logro de sus objetivos y fines, previstos en el Plan de Operaciones 1988-1990.

De la misma manera el carácter de Asociación Civil le permitirá al Proyecto cubrir los niveles ejecutivos, es decir, la Gerencia, con profesionales calificados y con experiencia en sus respectivas especialidades.

La organización de la Asociación bajo una modalidad empresarial se hará de tal manera que, sus órganos serán los siguientes:

Asamblea General: Delimitará la política de la Asociación, así como ser un órgano contralor supremo. Equivalente a la Junta General de Accionistas en las Sociedades Anónimas.

Consejo Directivo: Organismo responsable de la apropiada dirección y administración de la Asociación. Equivalente al Organismo Directorio en las Sociedades Anónimas.

La Gerencia: Organismo ejecutor por excelencia, de los acuerdos del Consejo Directivo.

Organizado el Proyecto como una persona jurídica en lo jurídico y como una empresa altamente capacitada en los aspectos económico y técnico; permitirá a la Asociación PROMIHDEC conducirse con un criterio de eficiencia económica, provocando concurrentemente efectos sociales positivos en la Región.

PROMIHDEC es un ente que proporciona servicios técnicos y financieros. Una vez entregada la minicentral al solicitante, es el usuario propietario de la planta que ejerce la gestión y la propiedad de la misma.

PROMIHDEC ha realizado un estudio sociológico de las zonas priorizadas de la Región con el objetivo de identificar las características de la demanda. El Proyecto a la fecha ha recepcionado 60 solicitudes de construcción de minicentrales en su mayoría para fines productivos y está procediendo a una evaluación económica de las solicitudes.

No se han presentado problemas graves de carácter legal sobre el uso del agua; sin embargo si existe una situación por resolver en el caso de un productor con excedente de energía generada por la minicentral de su propiedad.

6. LA DIMENSION ECOLOGICA

No existe efectos colaterales remarcables por el uso del recurso hídrico.

7. LOS USOS DE ENERGIA

La característica del Proyecto es la generación de energía para uso productivo. Los beneficiados han sido cooperativas, una comunidad y productores privados.

Los impactos del Proyecto son de elevar los ingresos de los productores; generación de divisas; integración de la producción al producirse una pequeña industria de fabricación de turbinas y equipamiento agroindustrial complementario; cohesión social.

8. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO DENTRO DE LOS PLANES DE DESARROLLO RURAL

El Proyecto se encuentra inmerso dentro de los Planes de Desarrollo propuesto por la CORDECUSCO.

El Proyecto debe encontrar en el futuro mayor inter-relación con los programas de desarrollo local. Sin embargo, ha existido complementariedad con los Proyectos CODEVA y PRODERM. En el primer caso en la búsqueda de reemplazar el cultivo de la coca; en el segundo caso en la construcción de la minicentral de Huanquite en una comunidad con serios problemas sociológicos.

PROMIHDEC ha generado impactos positivos en la Región, el objetivo que se busca en la segunda fase es de consolidar los resultados de la primera fase y de generar una organización estable y autosostenida que perdure independiente de subvenciones y donaciones.

ANEXO 1

COCLA: COSTOS PRELIMINARES MINICENTRALES HIDROELECTRICAS (120 KW) <i>(Valor Actualizado en Intis a Julio de 1987)</i>		
COMPONENTES DEL COSTO	VALOR (I/.)	(%)
OBRA CIVIL	2'440,114.00	(36.7%)
- Materiales de construcción	231,888.00	(3.5%)
- Mano de Obra (C.V.)	2'194,321.00	(33.0%)
- Alquiler de maquinaria	13,905.00	(0.2%)
OBRA ELECTROMECHANICA	3'160,428.08	(47.4%)
- Materiales y Equipos		
- Nacionales	98,504.00	(1.5%)
- Importados	2'817,100.00	(42.3%)
- Otros equipos		
- Mano de obra especializada (servicios)	212,296.00	(3.2%)
- Transporte y fletes	32,528.00	(0.4%)
LINEA DE TRANSMISION	1'058,677.00	(11.7%)
- Materiales	763,596.00	(11.5%)
- Mano de obra especializada (servicios)	16,485.00	(0.2%)
Letrero (Materiales y mano de obra)	4,939.00	(0.1%)
Vláticos (Dirección técnica)	237,677.00	(4.1%)
COSTOS DIRECTOS	6'659,239.00	(100.0%)
	(83.1%)	
+ Gastos Dirección Técnica, Gastos Administrativos y Gastos Generales	1'357,111.00	(16.9%)
	(16.9%)	
COSTO TOTAL	8'016,350.00	(100.0%)
	(100.0%)	

ANEXO 2

CIRIALO: COSTOS PRELIMINARES MINICENTRALES HIDROELECTRICAS (50 KW) <i>(Valor Actualizado en Intis a Julio de 1987)</i>		
COMPONENTES DEL COSTO	VALOR (I/.)	(.%)
OBRA CIVIL	316,117.00	(11.9%)
- Materiales de construcción	60,059.00	(2.2%)
- Mano de Obra (C.V.)	256,058.00	(9.7%)
- Alquiler de maquinaria		
OBRA ELECTROMECHANICA	2'257,401.00	(85.5%)
- Materiales y Equipos		
- Nacionales	9,262.00	(0.4%)
- Importados	2'100,239.00	(79.5%)
- Otros equipos		
- Mano de obra especializada (servicios)	127,193.00	(4.8%)
- Transporte y fletes		
LINEA DE TRANSMISION	67,484.00	(2.6%)
- Materiales		
- Mano de obra especializada (servicios)		
Letrero (Materiales y mano de obra)		
Viáticos (Dirección técnica)	67,484.00	(2.6%)
COSTOS DIRECTOS	2'641,002.00	(100.0%)
	(74.5%)	
+ Gastos Dirección Técnica, Gastos Administrativos y Gastos Generales	904,741.00	(25.5%)
	(25.5%)	
COSTO TOTAL	3'545,743.00	(100.0%)
	(100.0%)	

ANEXO 3

HUANOQUITE: COSTOS PRELIMINARES MINICENTRALES HIDROELECTRICAS (10 KW) (Valor Actualizado en Intis a Julio de 1987)		
COMPONENTES DEL COSTO	VALOR (I/.)	(.%)
OBRA CIVIL	210,990.00	(57.2%)
- Materiales de construcción	87,826.00	(23.8%)
- Mano de Obra (C.V.)	123,164.00	(33.4%)
- Alquiler de maquinaria		
OBRA ELECTROMECHANICA	133,766.00	(38.2%)
- Materiales y Equipos		
- Nacionales	70,155.00	(19.0%)
- Importados		
- Otros equipos		
- Mano de obra especializada (servicios)	57,975.00	(15.7%)
- Transporte y fletes	5,636.00	(1.5%)
LINEA DE TRANSMISION	24,354.00	(6.6%)
- Materiales		
- Mano de obra especializada (servicios)		
Letrero (Materiales y mano de obra)		
Viáticos (Dirección técnica)	24,354.00	(6.6%)
COSTOS DIRECTOS	369,110.00	(100.0%)
	(49.8%)	
+ Gastos Dirección Técnica, Gastos Administrativos y Gastos Generales	301,580.00	(45.0%)
	(45.0%)	
COSTO TOTAL	670,690.00	(100.0%)
	(100.0%)	

TERCERA PARTE

CAPACITACION

Y MANTENIMIENTO

12

**CAPACITACION DE
PERSONAL Y REPARACIONES
DE PEQUEÑAS
CENTRALES ELECTRICAS**

ELECTRO PERU - SWISSCONTACT

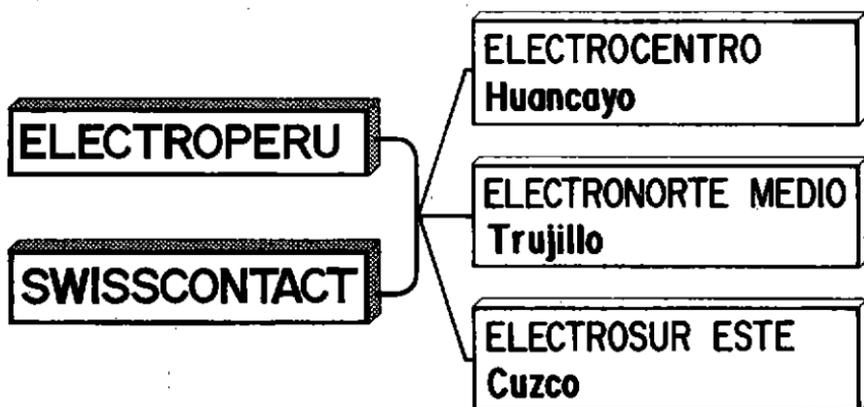
ELECTRO PERU - SWISSCONTACT

DESCRIPCION DEL PROYECTO

1. Nombre

- Capacitación y Perfeccionamiento de Personal
- Mantenimiento y Reparaciones menores en pequeñas* Centrales Eléctricas

2. Entidades Ejecutoras



(*hasta 1000 kW por Grupo)

3. Objetivo General

Mejorar el funcionamiento de Aumentar la seguridad en Prolongar la vida útil de	Pequeñas centrales (y sus elementos)	Hidroeléctricas (hasta 1000 kw por unidad) Termoeléctricas* (hasta 1000 kw por unidad)
---------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------

*Solo en la región Electro Sur Este.

4. Historia

La idea de formar este proyecto nació en el año 1981, en apoyo de la electrificación rural.

Los motivos principales para iniciar este proyecto, fueron :

- La gran cantidad de Minicentrales Hidroeléctricas existentes en el país (más de 300)

- *Centrales Hidroeléctricas :*

En mal estado de conservación y mantenimiento.

Muchas de ellas alejadas o abandonadas.

Sin alcances tecnológicos o ayudas (en forma de mantenimiento)

- *Con operadores empíricos :*

Sin instrucción alguna

Sin disponibilidad de medios (herramientas, repuestos y materiales) para desarrollar su trabajo.

Muchas centrales hidroeléctricas funcionan en condiciones deplorables, con cojinetes recalentados, con fugas de agua en sus juntas y prensa estopas, y desgastes de sus elementos, disminuyendo el rendimiento y su potencia muchas veces en menos del 50%.

Algunos de estos problemas pueden y deben ser solucionados por los mismos operadores, pero por su falta de conocimientos y sin tener herramientas, repuestos y materiales nada se puede hacer.

La reparación de estas turbinas implica : pérdidas económicas altas, paralizaciones del servicio por un tiempo largo e indeterminado.

Ante esta situación fue necesaria la formación de quince (15) instructores venidos de las diferentes regiones del Perú.

Este personal calificado y con conocimientos fueron formados como "instructores de operadores de Minicentrales Hidroeléctricas" en la "Escuela Técnica de Mecánica Hidráulica" (ETEMHI) de Chosica por el tiempo de 1 año.

De estos quince instructores solo trabajaron en las regionales, nueve (9) lo que dá como consecuencia una falta de personal calificado. Los instructores que no trabajan fueron abandonados y se dedican actualmente a otras actividades.

La idea del trabajo a realizar al inicio del proyecto era que los instructores, con los conocimientos adquiridos y un sistema de Unidades Móviles equipadas (con material didáctico, herramientas e instrumentos) pudieran prestar ayuda, mantenimiento preventivo y capacitar a los operadores, y así pueda mejorar su planta hidroeléctrica.

El proyecto en las fases anteriores se ocupó de equipar las unidades móviles al servicio de las regionales con herramientas e instrumentos enviados de Suiza y también comprados aquí, en adquirir piezas de ferretería más usados en las reparaciones; y en organizar un pequeño almacén con sede en Lima.

Las acciones de capacitación se realizaron esporádicamente. Las empresas regionales se dedicaron a realizar reparaciones, brindándoles apoyo económico y logístico (pagos de reparaciones, compra de algu-

nos repuestos y materiales, etc.); lo que daba como consecuencia la solución de problemas sólo del presente.

5. Recursos del Proyecto (Parte Hidroeléctrica)

Para realizar todo el trabajo descrito anteriormente, se hizo necesario contar con los siguientes recursos :

Recursos Humanos

- *De Electro Perú :*
 - Un contraparte parcial del asesor principal del Proyecto.
- *De las Regionales : (Electro Sur Este, Electro Centro, Electro Norte Medio)*
 - Un coordinador y contraparte parcial del asesor principal del Proyecto.
 - Instructores, técnicos, mecánicos y eléctricos.
- *De Swisscontact :*
 - Hasta tres (3) asesores extranjeros (tiempo completo)
 - Dos asesores peruanos.
 - Una secretaria
 - Expertos suizos a tiempo parcial.

Recursos físicos y financieros

- *De Electro Perú :*
 - Oficina con facilidades de comunicación para el personal de Swisscontact, en la Gerencia de Operaciones de Electro Perú Lima.
 - Almacén para guardar repuestos, herramientas, etc. en el mismo lugar.

- *De las Regionales :*

- Oficinas, almacenes, y por lo menos una unidad móvil (paulatina-mente equipada) en cada una de las regionales (Electro Centro, Electro Norte Medio, Electro Sur Este).
- Otros, según su propio presupuesto para la realización de mantenimiento, capacitación y reparaciones.

- *De Swisscontact :*

- Seis (6) autos (de éstos, uno en cada regional) *
- Material y financiamiento para la realización de mantenimiento y reparaciones menores.
- Material didáctico.

* Entregado en los años anteriores.

6. Problemas actuales.

Los problemas en las pequeñas centrales hidroeléctricas han disminuido notablemente en relación a años anteriores, y aún desde el inicio del proyecto, quedando todavía, mucho por hacer.

- Para un trabajo eficaz de plantas eléctricas,
- Para reducir los costos de reparaciones,
- Y las horas de paralización de la central, es indispensable contar con :
 - Personal (instructores, técnicos, operadores) bien calificado.
 - La realización de un programa de mantenimiento preventivo eficaz.
 - Un stock suficiente de repuestos y material.

Lograr el objetivo principal del proyecto :

Mejorar el funcionamiento de
Aumentar la seguridad en
Prolongar la vida útil de

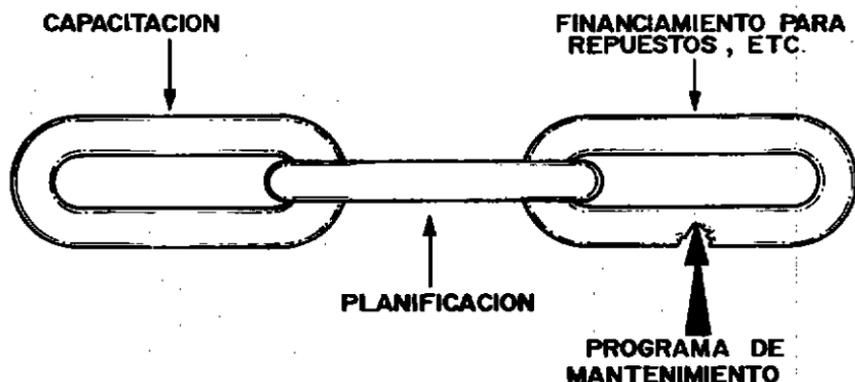
**Pequeñas centrales
Hidroeléctricas**

Es sólo posible, cuando se puede alcanzar todos estos tres componentes en forma completa.

Si por ejemplo un componente alcanza sólo un 50% y los otros dos un 90%, la efectividad máxima puede ser sólo 50%.

Como una cadena :

El eslabón más débil determina la fuerza máxima y no interesa la fuerza posible de los otros.



Los problemas en detalle son los siguientes :

- Todavía faltan conocimientos y experiencias a los instructores y técnicos. Especialmente en el campo de electricidad.
- Falta de capacitación sistemática de una gran cantidad de personal de Centrales (operadores).

Muchas centrales todavía cuentan con personal de avanzada edad, que normalmente no tiene una motivación alta de capacitarse.

- Faltan recursos financieros en las empresas eléctricas para el pago de los viáticos al personal técnico.

Por esta razón se realiza el programa de mantenimiento (inspecciones y mantenimiento preventivo) en forma insuficiente.

- No existe un stock mínimo de repuestos y materiales y/o la compra de éstos, demora demasiado. O no hay dinero suficiente para hacer compras necesarias.

- Las reparaciones de centrales absorben todavía demasiado dinero y personal de mantenimiento.

- Por razones de terrorismo las empresas de electricidad sufren mucho por gastos de reparaciones.

Además es muy peligroso para el personal realizar viajes a zonas donde el terrorismo se hace presente. Por eso, las regionales limitan su participación en estos lugares.

- Los ingresos de la venta de electricidad, muchas veces no cubren los gastos necesarios.

7. Solución de los Problemas Actuales

El proyecto no puede solucionar todos los problemas existentes, especialmente los del terrorismo, y de los ingresos insuficientes.

Para disminuir o eliminar poco a poco los otros problemas, ahora nuestro trabajo es el siguiente :

- Elaboración de manuales de capacitación para operadores de centrales hidroeléctricas (también de centrales térmicas, los cuales los hacemos como curso por correspondencia). La base de los objetivos de los manuales es únicamente una descripción del "Trabajo Diario" del los operadores.

Los manuales tienen muchas ilustraciones y poco texto para asegurar, que los operadores puedan entenderlos fácilmente.

- Preparación de cursos para instructores y técnicos de plantas hidroeléctricas.

- Realización de viajes de inspección y mantenimiento preventivo a las centrales.

- Dictado de cursos de electricidad.

- Dictado de cursos de especialidad por especialistas de Suiza.

- Mantener un pequeño almacén de piezas de ferretería, repuestos, herramientas e instrumentos, con sede en Lima.

- Continuar la organización de un banco de datos de centrales hidroeléctricas.

- Para asegurar más un mantenimiento preventivo eficaz y una capacitación de los operadores efectiva, el proyecto está elaborando en coordinación con las regionales, Planes Operativos bien especificados, en que aparte de la definición de las centrales a visitar, se indique los recursos en detalle.

Este programa va a tener un carácter de Convenio.

8. Conclusiones

Nosotros esperamos que por las actividades del proyecto, podamos acercarnos más al objetivo principal; y en esta forma poder brindar un aporte muy útil a la electrificación rural del país.

CUARTA PARTE

ESTUDIOS DE IMPACTO

DE LA ELECTRIFICACION

RURAL

13

JAVIER RAMIREZ GASTON

REFLEXIONES

EN TORNO

AL IMPACTO SOCIAL

DE LA ELECTRIFICACION

RURAL EN EL PERU

GTZ

Este documento presenta algunas ideas preliminares de una investigación actualmente en curso, sobre los efectos sociales de la Electrificación Rural en el país, para la cual se viene trabajando sobre siete localidades de la sierra de diferente tamaño e importancia y con relativa antigüedad en su sistema eléctrico.

I. ANTECEDENTES

Desde el año 1980, el Estado viene implementando un programa de expansión de la "frontera eléctrica", hacia pequeñas capitales provinciales y distritos rurales andinos, sobre todo en la región denominada "trapeo andino".

El objetivo que alienta fundamentalmente estas inversiones es el de mejorar las condiciones socio-económicas de vida de esta población que constituye la región de mayor pobreza del país.

Como insumo productivo y medio de consumo, la electricidad tradicionalmente se le vincula a dos tipos de efectos, uno de orden económico y otro de "orden social". Respecto a este es muy poco lo que se sabe, no existen investigaciones que esclarezcan la realidad y dimensión de estos, (1) constituyendo, en muchos casos, aspecto vedado para los técnicos y de responsabilidad exclusiva de "los políticos".

(1) Ver el trabajo de evaluación del impacto inmediato de Alfonso Carrasco y María Sepanen, *Electrificación y Desarrollo Rural, La instalación y el impacto inmediato*. Helsinki, 1987.

Esto genera un serio vacío en la elaboración de los actuales programas de Electrificación Rural, puesto que la orientarse fundamentalmente, por objetivos de carácter consuntivo, no cuentan con adecuados criterios de priorización ni una comprensión clara de la naturaleza y dimensión de los efectos sociales, en los diversos tipos de centros poblados. En medio de la crisis fiscal que nos agobia y teniendo en cuenta las grandes y urgentes necesidades que requieren las áreas rurales del país, es indispensable esclarecerlos, de tal forma que exista mayor racionalidad y eficacia, en el uso de la electricidad para el desarrollo rural.

En ese sentido, el estudio de los efectos sociales de la electrificación en las áreas rurales andinas, permitirá responder algunas interrogantes fundamentales que están hoy en día planteadas, como por ejemplo: ¿Cuáles son realmente los efectos sociales de la ER? ¿Son capaces de justificar en sí mismos los programas de electrificación? ¿En qué tipo de regiones y localidades estos efectos son mayores? ¿Qué elementos deben acompañar a la electrificación para que los efectos sociales esperados se den o sean mayores? ¿Qué relación existe entre los efectos sociales y los efectos económicos? ¿Cuál es el verdadero rol de la electricidad en el Desarrollo Rural Andino y Amazónico?

II. LA ELECTRIFICACION RURAL EN EL PERU

La presencia de la electricidad en el campo, aunque incipiente, es muy antigua. Las haciendas, principalmente las de la costa, los asentamientos mineros y alguna fábrica -Lucre en Puno - introdujeron en su infraestructura la electricidad desde principios del siglo, beneficiando indirectamente, en algunos casos, a poblaciones rurales vecinas.

La instalación de centrales para el servicio de algunas capitales departamentales, permitió, en algunos casos, la electrificación de algunas localidades rurales, recordamos la antigua central hidroeléctrica de Calca que, al dar servicio a la ciudad del Cusco, permitió la instalación de electricidad en aquella localidad.

Muchos otros pueblos, con el apoyo de las JOPs (2) y la feliz gestión de algún diputado, instalaron grupos electrógenos o construyeron minicentrales durante los años 40 y 50, difundándose un tipo de electrificación nocturna de muy deficiente calidad. Mención especial merece, la planta hidroeléctrica que construyera la comunidad de Muquiyauyo en el año 1920 para su servicio y el de la ciudad de Jauja.

En el año 1966, a partir de un convenio con la AID, se efectuó un programa piloto de electrificación en algunos pueblos del valle del Mantaro, a partir de la central hidroeléctrica de Concepción (730 kW), que posibilitó la expansión eléctrica en varios pueblos (Orcotuna, Mito, Matahuasi, entre otros).

Durante la década del 70, con el desarrollo de redes de transmisión de las centrales del Cañon del Pato en Ancash y de Machupicchu en el Cusco, fue posible el desarrollo de la instalación eléctrica a lo largo del Callejón de Huaylas y del Valle del Urubamba respectivamente. En esos mismos años, también se electrificaron algunos pueblos fronterizos, en el departamento de Tumbes.

A partir de los años 80, se inicia una nueva etapa de expansión de la frontera eléctrica en el medio rural, con la creación en Electroperú de una gerencia especializada y con la dación de dispositivos legales, como el DL 163 que provee fondos para estos fines. Hoy, se vienen ejecutando una gran cantidad de proyectos, sobre todo en la sierra sur.

Con este breve panorama solo quisieramos destacar, que la expansión de la frontera eléctrica hacia el medio rural, es una política relativamente reciente, que la Electrificación Rural (entendida como electrificación provincial, distrital y de localidades rurales), está muy poco desarrollada. El importante impulso de los últimos años, no ha cambiado sustancialmente este panorama.

(2) Junta de Obras Públicas Departamentales

III. OBJETIVOS DE LA POLITICA DE ELECTRIFICACION RURAL

Desde las primeras formulaciones de los años 60, los objetivos de Electrificación Rural, han privilegiado el carácter de medio de consumo de la energía eléctrica, más que el de insumo productivo. En el primer gobierno del Presidente Belaunde (1963-1968), se planteó el uso de la electricidad, con fines de irrigación en la costa y en el altiplano (se habló de bombear el agua del Lago Titicaca) (3) pero fueron formulaciones que no se materializaron en objetivos de política, dominando más bien, la perspectiva de generalizar su uso, como bien de consumo, con el fin de "elevar el nivel de vida de todos los peruanos".

Después del paréntesis del gobierno militar, que orientó sus acciones a consolidar el sistema interconectado, se relanza la perspectiva de desarrollar la expansión de la frontera eléctrica a las localidades rurales. La agudización de la pobreza de la Sierra, se ve agravada por la presencia de grupos armados con intenciones insurreccionales, llamando seguramente la atención del gobierno, de la necesidad de mejorar las condiciones de vida de estas regiones más pobres y con mayor peligro de ser incorporadas a la violencia terrorista. De esta manera, se definió la necesidad de mejorar las condiciones de vida de las áreas rurales a través, entre otras cosas, de una política de expansión de la frontera eléctrica a capitales provinciales y distritales y a pequeños pueblos y comunidades andinas.

Durante el actual régimen, esta perspectiva continua y es afianzada a través del Plan del Trapecio Andino que diseñó el INP, dando especial relevancia a las Inversiones públicas de Electrificación Rural en dicha región, siempre en la perspectiva de mejorar las condiciones sociales de vida, y de "sacar del olvido y del aislamiento secular a millones de peruanos que viven en el campo".

Además del carácter consultivo de los programas de Electrificación Rural, es importante destacar que es una política que se orienta a electrificar indistintamente poblaciones rurales de diferente categoría demo-

(3) Ver el Mensaje Presidencial del 28 de julio de 1964, pp. 213, 215

gráfica y política, sin ubicarlo dentro de un programa de desarrollo de un sistema urbano regional, que refuerce el sistema eléctrico de las pequeñas capitales provinciales andinas (mejorando su fiabilidad y regularidad que garantice su uso para una industrialización rural).

Esto se observa con claridad, en el Plan del Trapecio Andino que plantea la electrificación y la implementación de otros servicios, en 57 asentamientos de diversas categorías, dispersando significativamente los esfuerzos, y obviando una perspectiva de concentrar determinados servicios en algunas áreas rurales, para lograr efectos multiplicadores mucho mayores en toda la región.

IV. EL EQUIPAMIENTO ELECTRICO RURAL CON FINES DE CONSUMO

Si bien es cierto todavía no tenemos datos precisos podemos empezar a destacar algunas tendencias generales:

a) Nivel Domiciliario:

Lo más generalizado y predominante son las lámparas. La limpieza, seguridad y comodidad, así como la calidad y costo, de la iluminación eléctrica, seguramente son factores sustantivos para el desplazamiento de las formas tradicionales de alumbrarse.

La segunda importancia lo tiene la radio, que en muchos casos precedió a la conexión eléctrica con la difusión de las pilas. En algunos casos, este vino acompañado del tocadisco y más recientemente, del tocadasette.

El televisor es el aparato que más expectativas genera hoy en los pueblos electrificados o por electrificar, vinculado también, a los avances realizados en los últimos años, en la transmisión de ondas televisivas. Si bien es cierto, su generalización es más lenta, se convierte en una de las razones "fundamentales" por las cuales la gente quiere contar con electricidad.

El resto de equipamiento es menos generalizado, dependiendo del estrato social de la población y la regularidad y calidad del servicio (nocturno o continuo). En orden de importancia, se encuentran, la licuadora, la plancha, la refrigeradora y la terna.

b) Nivel Comunal:

Como sucede en el nivel domiciliario, el equipamiento comunal dominante es la lámpara y el tubo de neón instalado en el alumbrado público de la plaza y calles principales. Este también predomina en los locales públicos; en el local comunal, en la municipalidad, en el centro educativo y de salud, el equipo prácticamente exclusivo, lo constituye un foco de luz en cada ambiente.

La municipalidad y/o el colegio, son las instituciones que cuentan en muchos casos con un equipo de amplificación. Mientras tanto, el centro de salud cuenta con una hornilla eléctrica y en algunos casos una refrigeradora.

En algunas localidades, el local comunal, o la agencia municipal, cuentan con un televisor para uso colectivo de los vecinos y de una radio portátil.

La presencia de otros equipos, esta relacionada con la importancia política de la localidad, tanto por el tipo de oficina estatal que se instala, como por la dimensión que van alcanzando los servicios públicos. En ese sentido, son las capitales provinciales, las que tienden a expandir más rápido su equipamiento, teniendo como límite importante la regularidad y fiabilidad del servicio eléctrico. Es por eso que existe una gran diferencia, entre aquellas localidades con electricidad continua y las que sólo la tienen, en horas de la noche.

V. ILUMINACION ELECTRICA Y VIDA COTIDIANA RURAL

Por las características de la vida rural, la vivienda cumple funciones más amplias que en nuestras grandes ciudades. El bajo grado de socialización de muchas actividades de la vida, y la limitación en el desarrollo de los servicios públicos, hace que en el seno del hogar rural, se ejecuten una serie de actividades que en la ciudad son realizadas fuera de este. Empezando por el hecho, de la inexistencia de una separación tan tajante entre el lugar de trabajo y el de residencia; el domicilio, es lugar de almacenaje, comercialización, mantenimiento y reparación, así como también es huerta, establo y taller de producción. Asimismo, las funciones de carácter reproductivo de la familia, se intensifican en el espacio físico del hogar rural.

Las características de la vivienda - y los servicios a través de la cual se accede - condicionan las formas como se organiza y desenvuelve la vida familiar y las principales actividades cotidianas. La dotación de agua potable, la dimensión y el número de habitaciones, la existencia de desagüe, el tipo de alumbrado condicionan las formas como se desenvuelven las actividades cotidianas.

La iluminación es el uso principal que se le da a la electricidad. Por su calidad, bajo costo, comodidad y limpieza, esta forma, rápidamente desplaza a las formas tradicionales de alumbrado y permite la intensificación del uso de la noche, "prolongando el día", cambiando horarios y rutinas, facilitando la ejecución de algunas actividades tradicionales y el surgimiento de otras.

También permite un uso más pleno e intenso de los ambientes del hogar, gracias a la iluminación acrecientan las posibilidades de su uso; la función de protección del medio ambiente de la vivienda aumenta, tendiendo a incrementarse el tiempo que la familia pasa en su interior.

Desde el punto de vista económico, las condiciones que da la vivienda permiten prolongar la jornada de trabajo, seguramente redundando en un mayor rendimiento y producción, y en el desarrollo de nuevas actividades económicas.

La "prolongación del día" se observa en el hecho de que la familia se tiende a acostar más tarde, ganando aproximadamente dos horas más, y en el incremento de las actividades que se realiza en horas de la noche, sea en el domicilio como fuera de él - favorecido por el alumbrado público y por los servicios que aumentan su horario de atención.

VI. SERVICIOS COMUNALES Y ELECTRIFICACION RURAL

Parte de las condiciones de vida que caracterizan a las áreas rurales, lo constituye la inexistencia o deficiencia de los servicios básicos. El alumbrado público es un nuevo servicio comunal que aparece con la electricidad. Este, promueve el incremento de las actividades y las relaciones sociales en horas de la noche, entre los miembros de la vecindad; las reuniones comunales e institucionales - que seguramente consolidan el nivel de organización social- y las reuniones recreativas que acrecientan las relaciones vecinales.

La iluminación del entorno del domicilio, también mejora las condiciones de seguridad, garantizando una mayor tranquilidad y sosiego en la vida comunal.

La iluminación eléctrica de los servicios públicos, en las poblaciones más pequeñas, no parece repercutir de forma significativa en la eficiencia de los mismos, puesto que sus actividades son básicamente diurnas; aunque, como las habitaciones son grandes y oscuras (por una arquitectura de ventanas pequeñas) y hay épocas del año con días bastante oscuros, una buena iluminación vespertina es valorada en la escuela y en otros locales comunales.

En el caso de las poblaciones rurales más importantes (capitales provinciales y algunos distritos con densidad poblacional), la iluminación eléctrica tiene una mayor influencia en la calidad del servicio, así como en el desenvolvimiento de las actividades administrativas y políticas, al permitir una mayor y mejor cobertura de estos.

Respecto al resto del equipamiento, el papel que cumplen es, en lo fundamental, aleatorio a la eficiencia del servicio, cobrando especial importancia en algunas circunstancias, como el equipo de sonido en las fiestas patronales, o la bomba de agua para el reservorio. En las pequeñas capitales provinciales, los efectos tienden a ser mayores y con repercusiones más directas, como en el caso del centro de salud, cuyo equipamiento permite una mayor cobertura y calidad de su servicio (siempre y cuando se garantice una electrificación continua). Especial relevancia debemos hacer, a la presencia de la radioemisora provincial que, gracias a la electricidad, se ha establecido en algunas capitales provinciales andinas, constituyéndose en un valioso instrumento de comunicación, información y cultura.

El efecto de la electrificación respecto a los servicios comunales, parece ser principalmente de carácter indirecto; al mejorar las condiciones de vida, se favorece el asentamiento de maestros, personal técnico y administrativo en la localidad, se cumplen mejor los horarios de atención y seguramente la calidad del servicio.

Por otra parte, los negocios de esparcimiento, restaurantes y de hostería se desarrollan con mayor facilidad en aquellas poblaciones que tienen electricidad, sin olvidar el molino eléctrico y en general otros servicios que socializan el consumo de algunos electrodomésticos; la dimensión que alcanzan estos, se vincula con la importancia política y económica del centro poblado.

Finalmente, no descartamos la posibilidad que la electricidad, influya en la motivación de la gente a mejorar y promover los servicios comunales de la localidad. (4)

Asimismo, es importante destacar que la población también lo ve como un símbolo de status social y del espíritu de progreso de los pobladores de la localidad.

(4) Alfonso Carrasco y María Seppänen, *Electrificación y Desarrollo Rural. La instalación y el Impacto Inmediato*, Publicaciones Instituti Geographici Universitatis Helsingiensis

VII. MEDIOS DE COMUNICACION Y ELECTRIFICACION RURAL

Como ya hemos señalado, la electricidad significa la intensificación de la presencia de los medios de comunicación social, como la radio y la televisión, en las áreas rurales; aún en aquellas localidades, en que los ingresos son relativamente bajos para la compra de un televisor, rápidamente se instalan en lugares públicos - municipio, restaurantes y tiendas- incrementando la accesibilidad de este equipo, a mayores sectores de la población.

En primer lugar, quisieramos destacar el surgimiento de una nueva actividad en la vida rural: ver televisión, que transforma significativamente la forma como se desenvuelve la cotidianeidad de los pueblos rurales, cambiando las tertulias familiares alrededor del fogón o bajo las estrellas por la "deslumbrante" imagen televisiva. ¿Cuántas horas ve TV o escucha radio la gente? ¿Qué tipo de programación ve y escucha? ¿Cuáles son sus principales repercusiones culturales? Todavía no estamos en capacidad de responder a estas interrogantes, lo cierto es que la llegada de la energía eléctrica, le abre al hombre del campo, a la confrontación cultural cada vez más intensa, con informaciones y apreciaciones muy distintas a aquellas que subyacen en las culturas campesinas tradicionales. Con ello, no estamos olvidando que esta tiene ya mucho tiempo, manteniendo una relación con la cultura urbana y criolla dominante del país; sólo queremos resaltar que, con el fenómeno de la Electrificación Rural, esta confrontación se tiende a acrecentar con resultados seguramente ambivalentes y con efectos finales difíciles de vislumbrar. La intensificación de la presencia de los medios de comunicación social, en sociedades tradicionales, contribuye al aumento de la empatía, es decir, la capacidad de adaptación a situaciones diversas, nuevas o cambiantes. (5).

En ese sentido, enseñan a percibir situaciones variadas y a ponerse imaginativamente en el lugar de quienes operan en ellas, esta es una actitud muy importante para los procesos de modernización y nos sugiere

(5) LERNER, D., *The Passing of Traditional Society. Modernizing the Middle East*, The Free Press, New York, 1958, p.52-54.

la posibilidad de encontrar una disposición cultural más favorable a la innovación tecnológica en aquellas poblaciones rurales influenciadas por la televisión, facilitando su integración como tal al sector moderno dominante.

En fin, creemos que estas reflexiones son todavía muy iniciales, y simplemente motivan nuevos temas de investigación que requieren de nuestra preocupación.

VIII. URBANIZACION, DESARROLLO RURAL Y ELECTRIFICACION RURAL

El sistema urbano del país, se encuentra profundamente desarticulado, esto impide vertebrar adecuadamente el campo con la ciudad, alejando significativamente los servicios que requieren las áreas rurales para su desarrollo; la inexistencia de una jerarquía de centros poblados, produce dispersión, mala ubicación y en general, anarquía en la distribución de los servicios y la inversión pública.

A la base de todo ello, se encuentra una política del desarrollo rural que subestima o ignora el papel que cumplen los pequeños pueblos en el bienestar del campo.

Estos cumplen un importante rol en la dinamización de las áreas rurales, al constituir espacios privilegiados, entre otras cosas, para el desarrollo del mercado y la agroindustria, para la difusión de patrones culturales y tecnológicos, en la prestación de servicios sociales y en la promoción de la participación cívica de los hombres del campo.

Por otra parte, los diferentes tipos de servicios urbanos, para resultar eficientes y económicos, deben tener un tamaño o volumen mínimo de población servida, de ahí que tienden a desarrollarse mejor, en núcleos poblacionales, cuyo tamaño garantiza su eficiencia. En ese sentido, el desarrollo de una región se acrecienta, cuando en lugar de dispersar servicios deficientes estos se implementan, en base a una jerarquía urbana, debidamente articulada entre sí.

La Electricidad es un componente muy importante en el proceso de afianzar asentamientos poblacionales, en ese sentido, constituye un instrumento importante en la organización territorial, en la orientación de los movimientos poblacionales, y en el desarrollo de un sistema urbano regional.

Desgraciadamente, el programa de "expansión de la frontera eléctrica" actual, se desarrolla al margen de un programa de desarrollo regional y rural. En ese sentido, no tiene una perspectiva clara de consolidar la electrificación de las pequeñas capitales provinciales andinas; dispersa la inversión, diluyendo los efectos que podrían generarse en cada provincia, con una o dos localidades electrificadas - con regularidad y calidad. Por eso creemos que una electrificación rural, enmarcada dentro de un plan de desarrollo regional y rural y contemplando, la implementación de un sistema urbano regional, tendrá mayores efectos sobre la organización territorial y la distribución poblacional.

IX. INDUSTRIALIZACION, PERSPECTIVA DE LA ELECTRIFICACION RURAL

Frente a escasos recursos, grandes y urgentes necesidades del campo, el país requiere el diseño de una política global e integral de desarrollo rural que se enmarque dentro de una perspectiva de descentralización.

La electricidad, tiene un rol muy importante en este desarrollo, además de su papel en la organización de un patrón de poblamiento debidamente articulado, debería constituirse en un insumo fundamental para el desarrollo de una industrialización rural.

Para impulsarla, es necesario orientar el programa de Electrificación Rural, hacia la consolidación de los sistemas eléctricos, de las capitales provinciales del país, constituyendo éstas, la base urbana de la industrialización rural. Con ello, se pueden transformar significativamente, los términos actuales de la relación campo-ciudad y promover mejores y más cercanos servicios comunales a las áreas rurales.

14

MANUEL GLAVE TESTINO

¿LUZ ES PROGRESO?

ELECTRIFICACION RURAL

EN JUNIN Y APURIMAC

ITDG

Una adecuada política energética tiene enorme importancia dentro de cualquier programa de desarrollo rural. Primeramente, el aumento de los ingresos y del nivel de bienestar de las familias campesinas no sólo requiere de un significativo incremento de la productividad agropecuaria, sino que también necesita de la transformación de esa producción y una mayor diversificación de las actividades productivas generadoras de ingresos. La conservación y procesamiento de alimentos, la producción láctea, pequeños talleres de carpintería y metalmecánica, panaderías, telares, y otras actividades no pueden desarrollarse a plenitud en el medio rural debido a la carencia -o no utilización- de fuentes generadoras de energía. Y en segundo lugar, la demanda por combustibles para la cocina de alimentos, dado el actual nivel de ingreso campesino, no puede ser cubierta por los combustibles comerciales (kerosene, gas y electricidad), al mismo tiempo que el uso de leña y otros combustibles tradicionales está alcanzando su límite en muchas regiones de los Andes. Ambos problemas muestran la necesidad de un uso eficiente de los recursos energéticos.

El presente estudio se centra en el primer problema mencionado. En base a experiencias concretas en el área andina se intenta hacer un balance sobre los límites y posibilidades de un programa de electrificación rural en los Andes, enfatizando el potencial de la hidroenergía a pequeña escala (microcentrales hidroeléctricas - MCH's). En términos generales el estudio discute el impacto socio- económico de la electrificación rural utilizando una serie de indicadores de cambios asociados con la innovación que representa la energía eléctrica. El efecto de la electrifica-

ción se intentó medir en la diversificación de actividades productivas, cambios en el nivel de empleo e ingresos de las familias comuneras, cambios en los servicios básicos (salud, vivienda y educación), difusión y adopción de tecnologías, entre otros indicadores. En el cuadro 1 se presenta un esquema de dichos indicadores.

CUADRO 1		
INDICADORES DEL IMPACTO DE LA ELECTRIFICACION RURAL		
SUBSISTEMAS	VARIABLES	INDICADORES
A. SOCIO ECONOMICO		
Actividades productivas	Productividad	Empleo de hidrobombas
-Agricultura	Ingresos	(ampliación del area bajo riego, aumento de ingresos)
-Pequeña Industria	Tecnología	Procesamiento
-Artesanía	Empleo	Creación de Trabajo
-Servicios	Diferenciación	Maquinaria
-Trabajos independientes		Sustitución de fuentes de energía
Actividades domésticas	Gastos	Apertura de establecimientos
	Patrón de Consumo	Sustitución/compra de aparatos
	Uso del tiempo	Cambios en el Presupuesto
B. POBLACIONAL	Natalidad	Cambios en las tasas (De)
	Mortalidad	crecimiento de la población
	Densidad poblacional	Flujos migratorios
	Migraciones	Ocupación del espacio
C. SERVICIOS PUBLICOS	Educación	Apertura de turnos
	Salud	Mejoras en el rendimiento escolar
	Comunicación	Mejoras en el servicio de salud
	Mercados	(uso de nuevos aparatos)
	Otros servicios	Seguridad
		Conocimiento del exterior (TV)
D. ORGANIZATIVO	Org. locales y externas	Presencia y actividades
E. TECNOLOGICO	Difusión y adopción de tecnologías (nuevas y/o adaptadas).	Cantidad y tipo de herramientas directa o indirectamente activadas por la electricidad

Fuente: Carrasco, Alfonso - "Electrificación y Desarrollo Rural: Proyecto de Electrificación en el Area Rural del Cusco", Helsinki, 1986.

La investigación fue realizada dentro del programa de Energía Rural del Grupo para el Desarrollo de Tecnología Intermedia (ITDG), entre Febrero y Agosto de 1986. El objetivo del estudio fue identificar las principales variables que explican el éxito o fracaso de las microcentrales hidroeléctricas en dos regiones de los Andes centrales. Se seleccionaron los departamentos de Junín y Apurímac como representativos de dos regiones con distintos resultados en las experiencias con microcentrales. Mientras en Junín se conocen casos de comunidades campesinas que han logrado relativo éxito en la implementación de MCH's (el caso de Muquiyayuyo es el más conocido), Apurímac es el departamento con mayor número de MCH's en todo el Perú, pero todas sus 33 MCH's han sido un relativo fracaso.

En cada departamento se seleccionó entre tres y cuatro estudios de caso representativos de la situación de la electrificación rural en la zona, priorizando comunidades campesinas que tengan instalada una MCH. Los principales factores considerados en la evaluación de los estudios de caso en ambas regiones fueron los siguientes: disponibilidad de recursos hídricos; grado de integración mercantil (tamaño y dinámica de los mercados regionales); rol de la organización comunal; y la administración de la microcentral.

¿Qué entendemos por éxito o fracaso de una MCH? ¿Cómo se explican estos distintos resultados? La electrificación rural ¿aumenta los niveles de empleo e ingresos? ¿agudiza los procesos de diferenciación social? ¿aumenta los niveles de dependencia frente a los sectores externos de las comunidades? Este documento de trabajo intenta responder estas preguntas. (1).

ESTUDIOS DE CASO Y PRINCIPALES CONCLUSIONES

En el departamento de Junín se seleccionaron 6 estudios de caso. Tres de ellos son casos conocidos de comunidades campesinas con MCH's: Muquiyayuyo en la provincia de Jauja, San Pedro de Cajas en la provincia de Tarma, y San Juan de Ondores en la provincia de Junín. El "Pequeño Sistema Eléctrico" (P.S.E.) de Chongos Alto en el Canipaco,

(1) Este documento presenta un resumen de uno más amplio realizado con el Grupo para el Desarrollo de Tecnología Intermedia (ITDG).

Cuadro 2

DATOS COMPARATIVOS DE LOS ESTUDIOS DE CASO

Estudio de caso	Altitud (msnm)	Población (# de casas)	Potencia Instalada T (kws.)	H	Administración de la Central
JUNIN:					
Ondores	4085	300	400 ¹	25	Comunal
San Pedro de Cajas	4000	1800	—	125	"C. H. S. A."
Muquiyayuo	3300	700	—	260 ²	Empresa Comunal
APURIMAC:					
Cachora	2400	500	—	25	Electrosureste
Huancarama	2950	300	75	25	Electrosureste
Curahuasi	2550	300	115	—	Electrosureste

- (1) C.T. donada por el estado que no es utilizada por los altos costos que demanda.
 (2) La antigua MCH de 120 kws. no está tomada en cuenta en este cuadro.

fue seleccionado debido a que dicho proyecto de electrificación rural ha sido el más "exitoso" del Convenio AID. El caso de la CAP José María Argedas (ex-hacienda La Rumilda) cerca a La Merced en el valle de Chanchamayo, se seleccionó para discutir el tremendo potencial de usos productivos de la hidroenergía en la ceja de selva. Finalmente, el valle del Tulumayo, en la zona de Comas - provincia de Concepción - se seleccionó para discutir la correlación entre grado de integración mercantil y demanda local por la energía eléctrica.(2).

(2) Durante el "boom de la papa" de fines de los 60 e inicios de los 70 los comasinos lograron cierto nivel de acumulación que permitió a muchos de los campesinos "ricos" invertir en cafetales en Satipo, educación de sus hijos en el valle del Mantaro, o simplemente acumular más tierras en sus comunidades.

Cuadro 2 (continuación)

DATOS COMPARATIVOS DE LOS ESTUDIOS DE CASO

Estudio de caso	Grado de ¹ Electrificación	Estado de conservación Generación LL.TT.		Usos ² Productivos	Agua: Costo de oportunidad
JUNIN:					
Ondores	80%	Bueno	Malo	Ampliación de jornada de trabajo idem.	nulo
San Pedro de Cajas	54%	Bueno	Regular		Alto en estiaje
Muquiyauyo	100% ³	Bueno	Mano	15 pequeñas industrias	Bajo en estiaje
APURIMAC:					
CACHORA	12%	Malo	Bueno	Ninguno	Muy alto
Huancarama	27%	Malo	Regular	Ninguno	Muy alto
Curahuasi	90%	Bueno	Bueno	Ninguno	No hay MCH

1 Ratio: # de viviendas con alumbrado eléctrico/# total de viviendas.

2 Talleres que utilizan la energía de las MCH's, y cualquier impacto en el proceso de producción. Se excluyen los talleres que funcionan con su propio motor. (considerados en el cuadro 3)

3 Además la MCH abastece el 100% de la comunidad vecina de Huaripampa.

4 Sin embargo el costo de oportunidad era muy alto cuando la MCH "Galantina" estaba en funcionamiento

En el departamento de Apurímac se seleccionaron 4 estudios de caso. (3). Una comunidad campesina con MCH instalada: Cachora, ubicada en una pequeña quebrada en la subida de Curahuasi hacia Abancay. El segundo estudio fue el poblado de Huancarama, ubicado a mitad de camino entre Abancay y Andahuaylas. El tercer caso seleccionado fue el centro poblado de Curahuasi, en las laderas del valle del Apurímac muy cerca del límite con el Departamento del Cusco, que habiendo tenido una MCH hace muchos años ahora tiene servicio eléctrico de una

(3) Esta selección tuvo entre otras restricciones la actividad de Sendero Luminoso en la zona, y por lo tanto, la actividad de "inteligencia" de la policía de investigaciones.

Cuadro 3

PEQUEÑAS INDUSTRIAS Y SISTEMA DE COCINA

	Ondores	S.P. de Cajas	Muquiyauyo ¹	Chongos A.	Cachora	Huancarama	Curahuasi
Panadería ²	—	3	1	2-3	—	2	3
Carpintería	2	2	6	—	—	—	1
Soldadura ³	2	1	1-2	—	—	1	2
Molinería	—	—	4	4	—	—	3-4
Telares ⁵	n	n	n	n	—	pocos	pocos
Combustible (cocina) ⁶	ch, k, b	k, L, b, ch	k, L	L, k, b	L, k, b	L, k, b	L, k, b
Bomba de agua	—	—	1	—	—	—	—
Secadora solar	—	—	*	—	—	—	—
Chupetería	—	—	—	2	—	—	—

NOTAS:

- 1 Todos sus talleres funcionan con la energía de la MCH.
 - 2 Hornos a leña, incluido el de Muquiyauyo que también usa energía eléctrica.
 - 3 Los dos de Ondores son los mismos talleres de carpintería.
 - 4 Uno de los molinos trabaja con una rueda Pelton, otro con rueda hidráulica y el otro con motor diesel.
 - 5 n = indeterminado; en S.P. de Cajas sobrepasan los mil telares.
 - 6 ch = chapa; k = kerosene; L = leña; b = bosta. Aparecen en orden de importancia.
- * Un cuartel (barrio) de la comunidad ha instalado una bomba con su propio motor.

central térmica de más de 100 kms. Finalmente, se recogió información dispersa sobre el rol de la energía hidráulica en la economía de hacienda.

El trabajo de campo en ambas regiones consistió en una evaluación rural rápida haciendo entrevistas con Informantes claves: autoridades comunales, operadores de las MCH's, propietarios de pequeños talleres y comuneros en general. Asimismo, fueron importantes las entrevistas con Ingenieros de Electrocentro y Electrosureste, y la colaboración del Centro de Investigación y Capacitación del Campesinado (CICCA) de Abancay.

Hemos encontrado un conjunto de variables explicativas del resultado que han tenido las experiencias de electrificación en los diez estudios de caso en ambos departamentos. Centraremos el análisis en las seis localidades andinas estudiadas - aislando por un momento los casos regionales (Canipaco, Tulumayo, haciendas de Apurímac) y el caso de la ceja de selva-. A partir de un análisis comparativo de los mismos podremos establecer criterios para la implementación de un programa de MCH's en los Andes peruanos.

Agrupando las seis localidades por departamento, hemos utilizado las siguientes variables para el análisis: población, altitud, "grado de electrificación", potencia instalada (kws.), horario de funcionamiento de la central, administración de la planta, competencia por el agua entre la agricultura y la hidroenergía (costo de oportunidad), usos productivos (4), y estado de mantenimiento o conservación de la planta y líneas de transmisión. Los cuadros 2 y 3 nos permiten hacer el análisis comparativo mostrando estos datos para las seis localidades.

Quisiera remarcar tres aspectos en la comparación. En primer lugar, las diferencias entre la administración local (comunal o municipal) y la administración pública. En las tres comunidades de Junín las plantas son administradas por los mismos usuarios, mientras que en Apurímac las tres plantas son administradas por Electrosureste. Dos indicadores del tipo de administración son el grado de electrificación y el estado de mantenimiento de las MCH's y líneas de transmisión. En el cuadro 2 se observa que, con excepción de Curahuasi, el grado de electrificación en Junín es mayor que en Apurímac (una razón fundamental para ello es las elevadas tarifas que cobra la empresa pública en el medio rural (5)). Sin embargo, el "acceso" a la energía eléctrica no significa que ella haya sido incorporada como un insumo productivo de la unidad doméstica; en los estudios de caso hemos encontrado claramente que el nivel de consumo de la energía eléctrica es muy bajo, tanto por restricciones técnicas en la oferta, como por - y sobre todo -, la relativa ausencia de demanda, tal cual ha ocurrido en el conjunto de experiencias de electrificación rural en los países en desarrollo (6). Respecto al estado de man-

(4) El término "usos productivos" abarca todas aquellas actividades generadoras de ingreso o valor agregado. Es decir, se excluye todo tipo de servicio (salud, educación, transporte, etc).

(5) Las tarifas de la Empresa Pública en el medio rural son más caras que para el medio urbano "para contrarrestar las pérdidas" que ocasiona el mantenimiento de centrales con bajo factor de carga; sin embargo, la misma problemática enfrentan las empresas comunales de Cajas y Muquiyayuyo las que establecen tarifas mucho más bajas que las establecidas por Electroperú.

(6) Ver los balances de la OIT (Fluitman, F: The Socio -Economic Impact of Rural Electrification In Developing Countries, (1980) y de la Asociación Nacional de Cooperativas de Electrificación Rural de EE.UU. (Evaluating Rural Electrification Experience , NRECA 1985), así como el estudio realizado por Robin Jackson (ITDG) Rural Electrification and Micro-Hydropower, 1986.

tenimiento, la Empresa Pública conserva mejor las líneas mientras que las empresas comunales conservan mejor las unidades de generación dejando en pésimo estado las LL.TT.(7).

El segundo aspecto a resaltar es el impacto económico generado por la electrificación, tanto el esperado efecto multiplicador sobre los niveles de empleo e ingresos así como la diversificación de actividades productivas. Ciertamente el impacto ha sido, en general, nulo. La ampliación de la jornada de trabajo en telares es lo más común en Ondores y Cajas, y en el mejor de los casos (Muquiyauyo) si bien es cierto que hay instalados 15 pequeños talleres y hasta un "reglamento comunal sobre pequeñas industrias" (regulando el uso de la energía eléctrica), el impacto en niveles de empleo e ingresos de las familias es poco significativo. Más bien, el denominador común en los estudios de caso es el importante efecto socio-cultural que representa el alumbrado eléctrico, con apertura de nuevos servicios de salud y educación, una mayor presencia de organismos públicos, y el sentimiento de bienestar y seguridad que sienten los pobladores al tener alumbrado público.

La insuficiente oferta de energía en algunos casos, pero sobre todo, la ausencia de demanda por la energía eléctrica (8) pueden explicar el opaco impacto diversificador de la electrificación. Sin embargo, queda claro que en los casos de Junín ha habido un mayor impacto. El tamaño y dinamismo del mercado regional influyen - a través de la existencia de mercados para productos transformados y, en general, significativos niveles de demanda efectiva - en la demanda por energía. La gestión de las MCH's en las cc.cc de Junín (asociaciones de migrantes, granjas comunales) y el número de pequeñas industrias existentes actualmente en las comunidades (cuadro 3) son indicadores del impacto del diferente dinamismo del mercado en ambas regiones. A nivel agregado en las tres comunidades de Junín (sin considerar a Chongos Alto) existen 24 pequeñas industrias además de innumerables telares, mientras que en las

(7) En el cuadro 2 sólo aparece el estado de conservación de las LL.TT. sin precisar de que material son los postes: en Ondores son de riel, en Cajas de eucalipto, en Muquiyauyo de riel y eucalipto, en Cachora de eucalipto, en Huancarama de riel y eucalipto y en Curahuasi de eucalipto y nuevos postes de concreto.

(8) Esto se refleja en los horarios de funcionamiento de las MCH's, estando sin funcionar durante el día en la mayoría de los casos (Ondores, Cajas, Cachora, Huancarama).

tres comunidades de Apurímac sólo existen 12 pequeñas industrias y un reducido número de telares (9).

Finalmente, el tercer aspecto es el costo de oportunidad del agua. En el cuadro 2 vemos como en cinco de los seis casos hay una fuerte competencia por el uso del agua, siendo la situación crítica en Apurímac. Sólo Ondores no tiene este problema debido a la zona ecológica donde se ubica, donde la agricultura de riego es imposible a causa de las heladas. El costo de oportunidad en el uso del agua es función de dos variables: la disponibilidad de recursos hídricos, y de las prioridades productivas dentro de la estrategia de reproducción de las familias campesinas. En Apurímac, ambos factores inciden negativamente sobre el uso de la hidroenergía (elevan el costo de oportunidad), mientras en Junín, exceptuando Cajas donde la empresa comunal esta en búsqueda de nuevas fuentes de agua, la incidencia no es negativa.

En resumen de existir recursos hídricos suficientes, una condición necesaria y suficiente para desarrollar un programa de hidroenergía a pequeña escala es un nivel previo de desarrollo de la comunidad, lo que depende mucho del tamaño y dinamismo de los mercados regionales en los que participa.

Los casos de las comunidades del Tulumayo y el P.S.E. de Chongos Alto aportan algunos elementos diferentes: en el Tulumayo, el nivel de mercantilización y capitalización de las comunidades con el "boom" de la papa, y la abundancia de recursos hídricos, no han sido suficientes para garantizar efectos importantes después de la electrificación. El limitante en este caso ha sido el problema de mantenimiento de las centrales en el período de lluvias, cuando los canales son inundados y averiados. Sin embargo, la priorización de la producción de papas por encima del uso de la energía eléctrica es la causa principal del nulo impacto de la electrificación; en el caso de Chongos Alto, pese a que los resultados de la electrificación todavía están por ocurrir, ha sido muy im-

(9) Las tres principales pequeñas industrias a nivel global en ambos departamentos son la panadería (12 de un total de 45), carpintería (11) y molinería (11).

portante la organización de la "Empresa Multicomunal Hidroeléctrica" como punto culminante de un largo proceso de gestión.(10).

Como balance de estas experiencias locales de electrificación rural podemos concluir con cuatro lecciones importantes para futuros programas que consideren a la hidroenergía como una variable importante para el desarrollo rural:

1.- En general, hemos encontrado muy poca demanda por energía eléctrica como insumo productivo a nivel local. Esta es la principal causa del nulo efecto "multiplicador" de empleos e ingresos de la electrificación;

2.- Los usos productivos de la energía eléctrica y el impacto global sobre el nivel de vida de la comunidad dependen no sólo de la disponibilidad de recursos - hídricos y productivos - en la comunidad, sino también básicamente de la existencia de una significativa demanda efectiva por los productos locales. Es decir, el dinamismo de los mercados regionales juega un papel decisivo en el efecto global;

3.- En las comunidades andinas, el primer limitante para la implementación de MCH's es el costo de oportunidad en la utilización del agua en relación con la agricultura de riego y servicios. Sin embargo, programas de pequeñas irrigaciones no sólo pueden incrementar la productividad agrícola, sino que, indirectamente, y dada la existencia de cierta cantidad de recursos hídricos así como cierta ubicación del centro poblado con respecto al sistema de regadío, también pueden ser complementarios con proyectos de MCH's, al facilitar la infraestructura de canales necesaria para las obras civiles de la microcentral;

4.- Finalmente, es evidente la necesidad de programas complementarios al uso de la hidroenergía: asistencia técnica y promoción de pequeñas industrias, créditos y sistemas de comercialización, y, en general,

(10) El P.S.E. de Chongos Alto ha sido considerado como el más exitoso del Convenio AID. En ese sentido, sería interesante que el AID realice el necesario estudio de impacto, tal cual lo ha hecho en otras regiones del tercer mundo (Bolivia y Ecuador entre otros países). Sobre la Empresa Multicomunal, en el documento de trabajo del ITDG (en prensa) se presenta un anexo que explica la historia de la gestión y la formación de dicha organización.

un cambio en los criterios de "rentabilidad" utilizados por el Estado y las mismas ong's, son elementos imprescindibles en cualquier programa de desarrollo de las comunidades andinas.

Sin perder de vista los límites que tiene un programa de pequeñas centrales hidroeléctricas en el mundo andino, espero que este documento de trabajo sea útil para diseñar proyectos de desarrollo rural que incorporen a la hidroenergía, optimizando el uso de fuentes locales de energía y satisfaciendo las necesidades energéticas locales.

CONCLUSIONES

Y PROPUESTAS

COMISION I

TEMA: HIDROENERGIA Y PROYECTOS DE DESARROLLO RURAL INTEGRAL

1. La integración de la hidroenergía en proyectos de desarrollo rural.

1.1. Allí donde sea posible, el empleo de la hidroenergía debe ser promovido en las comunidades campesinas como parte de una estrategia integral de desarrollo.

1.2. Para su incorporación en un plan específico se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

a) Partir de una evaluación precisa de los recursos locales existentes cuya transformación o utilización requiera de una fuente de energía.

b) Evaluar las alternativas tecnológicas existentes para generar energía, y las posibilidades de emplear energía hidráulica.

c) Estimular la discusión por parte de los potenciales beneficiarios, para determinar la conveniencia o inconveniencia de su introducción.

1.3. En general es preferible dar prioridad a la utilización de energía hidromecánica. No es recomendable iniciar la dotación de energía sólo para fines de iluminación; ésta se justifica sólo si es el primer paso en un programa que incluye empleos productivos de la energía.

2. La administración de las microcentrales

2.1. Hay evidencias que muestran que la administración local de las microcentrales hace más factible su funcionamiento auto sostenido.

2.2. Aún cuando deben tener prioridad las formas asociativas para la propiedad y manejo de las microcentrales, si existe interés por parte de individuos o pequeñas asociaciones para su instalación, éstas también deben recibir apoyo.

2.3. En cualquier caso, la participación de los beneficiarios debe darse en todas las etapas del proyecto, desde su concepción hasta su administración.

2.4. La capacitación para la gestión de la planta debe incluir además de las técnicas convencionales de contabilidad, otros aspectos menos familiares a la población, pero de importancia para un adecuado manejo de la microcentral: Cálculos para la asignación de tarifas, protección del capital frente a la depreciación, manejo de gastos corrientes y otras contingencias.

3. Aspectos económicos

3.1. Existen diferencias significativas entre los costos por Kw instalado que maneja Electroperú, y los que obtienen las ONGs y las empresas privadas. Sin embargo, falta información detallada, precisa y reciente que explique esa diferencia.

3.2. El financiamiento mixto para la instalación: donación, préstamo y aporte directo de los beneficiarios es la fórmula que ha funcionado en la mayor parte de los proyectos ejecutados.

3.3. Por lo general no es realista esperar un retorno de la inversión en la microcentral; Tal retorno sí es imperativo en la inversión en los proyectos productivos asociados a la planta y que eventualmente permitan recuperar los costos de la instalación.

3.4. En lugar de adoptar la forma convencional de utilizar un equipo multidisciplinario de profesionales para los estudios e instalación de la

microcentral, se ha demostrado la viabilidad técnica (y disminución de los costos) del empleo de un solo ingeniero con suficiente capacitación.

3.5. La fabricación local o nacional utilizando tecnologías apropiadas reduce grandemente los costos de algunos de los equipos electro-mecánicos.

COMISION II

TEMA: ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS

1. Equipos

Existen dificultades para conseguir materiales confiables y baratos para equipos y obras. Si se trata de equipos importados, los costos son demasiado altos en relación al ingreso y capacidad de los potenciales usuarios rurales. En el caso del equipo nacional éste no es siempre confiable en términos de calidad, rendimiento (eficiencia) y duración.

Se propone:

1.1. Los organismos públicos y privados pertinentes deben promover la mejora de la calidad de los equipos empleados en las MCH. Ello implica por un lado un trabajo de capacitación intensivo a talleres de fabricantes locales, y por otro lado acciones más rigurosas en lo que se refiere a control de calidad (ITINTEC).

1.2. El nivel tecnológico debe adaptarse a los recursos locales disponibles, evitándose la utilización de normas y estándares formulados para proyectos medianos y grandes de centrales hidroeléctricas. Hasta donde sea posible, el empleo de materiales de la zona, de equipos localmente producidos debe ser favorecido.

1.3. Se debe promover la transferencia, desarrollo y difusión de tecnologías probadas entre entidades nacionales e internacionales trabajando en el campo de la microhidroenergía (ver. Com. II 4).

1.4. No es positiva la existencia de un virtual monopolio en la producción nacional de alternadores. La competencia en este campo debe ser estimulada.

1.5. Si es posible, no se debe descartar el empleo de equipos de segunda mano, lo que implica desarrollar una adecuada capacidad técnica para la rehabilitación de equipos de MCH.

2. Estudios

En general, los estudios para la instalación de MCH adolecen de varios defectos:

-Son demasiado extensos y por ello costosos.

-Tienen proyecciones de demanda frecuentemente irreales.

-Se basan en información poco confiable (por ej: en cuanto a hidrología) o en gruesos estimados, cuando el registro de algunos datos no existe.

Se propone:

2.1. Dentro de márgenes aceptables de riesgo, se debe tratar de hacer más uso de la información obtenible localmente (ej: sobre variaciones en caudal o precipitaciones), complementándose ello con otros métodos probados y sencillos en la determinación de caudal, caída, demanda, etc.)

2.2. Parece preferible limitar la magnitud del estudio realizando primero un reconocimiento rápido del lugar por parte de un equipo pequeño, evaluando la factibilidad técnico económico del proyecto. Luego de ello, si cabe, se puede realizar un estudio de factibilidad más completo con el diseño y presupuesto correspondiente.

2.3. El dimensionamiento de las instalaciones debe seguir criterios que eviten sobre estimar el crecimiento de la demanda.

2.4. En base a la recopilación de información ya existente, se debe adoptar una guía para el diagnóstico práctico en el terreno en lo que se refiere a los aspectos geológicos del proyecto.

3. Mantenimiento y operación de la planta

El mantenimiento deficiente (o la total ausencia del mismo) es una de las causas principales del mal funcionamiento o paralización de MCH.

Por lo general, ello es resultado de considerar como lo más importante del proyecto la instalación y puesta en funcionamiento inicial de la planta.

Se propone:

3.1. Ya desde los niveles iniciales de los estudios se debe considerar el problema de los repuestos e insumos que aseguren un mantenimiento confiable luego de instalada la planta.

3.2. El personal de operación de la planta debe recibir capacitación suficiente acerca de aspectos básicos de funcionamiento de la instalación.

3.3. Es conveniente desarrollar y difundir manuales simples para la correcta operación y mantenimiento de MCH. Asimismo, que los usuarios entablen contactos formales para el mantenimiento de sus plantas con instituciones especializadas públicas o privadas.

4. Intercambio de información técnica

Existen experiencias exitosas en lo que se refiere a diseño y producción de equipos de bajo costo, metodologías de evaluación de sitios para MCH, etc., por parte de personas o instituciones, que no son conocidas por que no existen canales adecuados para su difusión.

Se propone:

4.1. Formación de una Asociación de Hidroenergía

4.2. Llevar a cabo reuniones regulares para la discusión y el intercambio de alternativas técnicas en el campo de la hidroenergía.

4.3. Elaborar un documento de amplia difusión que reúne un listado de materiales, equipos, maquinaria, proveedores, talleres, consultores, estudios hidrológicos y topográficos y fórmulas polinómicas de actualización de costos.

COMISION III

TEMA: EL MARCO SOCIAL E INSTITUCIONAL DE LOS PROYECTOS DE HIDROENERGIA

Se identificaron los siguientes aspectos como centrales en lo que se refiere al contexto social e institucional del empleo de hidroenergía en pequeña escala en poblaciones rurales:

1. El Marco Institucional

1.1. No existe una política de largo plazo para el desarrollo energético de las zonas rurales. La que existe es:

-En el sector público: un modelo de producción, distribución y consumo de energía eléctrica en base a grandes centrales eléctricas, una red integrada con la distribución en poder del estado y el empleo de la electricidad principalmente en iluminación y otros fines domésticos.

Este modelo asume que la disponibilidad de electricidad genera espontáneamente el crecimiento de la producción.

-En el sector no público, en lo que se refiere a la mayoría de ONGs, se asume que el desarrollo rural es sinónimo solamente de mayor producción agrícola y pecuaria, y se toma muy poco en cuenta la agroindustria u otras actividades de transformación de la producción que podrían requerir para ello de energía.

1.2. Al no existir tal política de largo plazo, resulta difícil integrar en un programa coherente y sostenido el empleo de las fuentes de energía posibles de ser empleadas en el área rural.

1.3. El marco institucional actual está constituido por tres tipos de agentes:

a) *El estado*: Ministerio de Energía y Minas, Electroperú.

b) *Organizaciones financieras y de desarrollo*: Bancos de Desarrollo, COFIDE, Organizaciones de Cooperación Técnica (nacional e inter-

nacional), Asociaciones Civiles, Organizaciones no gubernamentales en general.

c) *Organizaciones de base*: Comunidades campesinas, cooperativas, organizaciones populares regionales, de consumidores, etc.

Las vinculaciones entre estas organizaciones a propósito del empleo de hidroenergía no están bien establecidas todavía. En particular, por parte de las organizaciones locales no se sabe cómo funcionan y cuáles son los canales adecuados para vincularse con agentes externos o el estado, sea para estudios o financiamiento.

1.4. En lo que concierne a la participación de los recipientes en el proyecto, hay evidencias (caso de Junín y Apurímac) que muestran que existe una correlación positiva entre la propiedad de una microcentral por parte de la población organizada y una gestión eficiente, y lo contrario cuando la propiedad esta en manos del estado o alguna organización externa. Relacionado con este aspecto, se encuentra que el buen funcionamiento de una MCH tiene una clara relación con el origen de la demanda por energía: cuando ésta responde a una necesidad real y sentida de la población ("de abajo hacia arriba"), las posibilidades de una eficiente instalación y sobre todo mantenimiento son mayores que en el caso contrario.

2. Los efectos de la electrificación

2.1. El desarrollo de actividades de comercio y servicios aparece como el principal impacto económico de los programas de electrificación rural. La evidencia de impactos a nivel de la producción no son notables. Sí se perciben en cambio los efectos de carácter social, en el ritmo de vida cotidiano y patrones de consumo especialmente (compra de electrodomésticos).

2.2. La electrificación rural es en la mayor parte de los casos la demanda de los grupos de poder local, o propietarios de comercio, servicios, etc; la mayoría de la población no espera beneficios económicos inmediatos, pero percibe la electrificación como un factor de 'prestigio' para el centro poblado.

2.3. Los impactos tantos de orden social como económico son mayores en las capitales provinciales y en los centros más poblados, que en localidades aisladas y/o poco pobladas.

2.4. Aún cuando Electroperú para la priorización de centros poblados en su programa de expansión toma en cuenta aspectos tales como tamaño poblacional, grado de desarrollo de la localidad, etc., el programa de expansión no parte de una imagen objetiva en lo que se refiere a la conformación de una estructura espacial que priorice polos de desarrollo, centros de servicio, etc.

3. Recomendaciones generales

En base a estos aspectos que han sido desarrollados en el Seminario, se plantean :

3.1. El Ministerio de Energía y Minas debe avanzar en la formulación de una política de largo plazo referida a la dotación y empleo de energía en áreas rurales.

3.1.1. Tal política debe incluir la promoción del aprovechamiento de la hidroenergía en pequeña escala, con tecnología de bajo costo y manejada localmente.

3.1.2. Las inversiones en los programas de electrificación rural deben ser vistas como complementarias a otras diseñadas para aumentar la productividad rural, en el marco de una planificación espacial que priorice - según criterios que hay que definir - determinadas localidades, microregiones o regiones.

3.2. Se debe mejorar (o implementar, donde no existe) la cooperación interinstitucional tanto al interior del sector público, como entre éste y organizaciones no gubernamentales, a propósito del empleo de la hidroenergía.

3.2.1. Se recomienda la realización de Seminarios o reuniones de carácter regional, para difundir los resultados de este seminario, y debatir sobre los problemas locales en lo que a hidroenergía se refiere.

3.3. Las organizaciones no gubernamentales deben buscar desarrollar mecanismos institucionales creativos para la asistencia financiera. Se necesitan criterios para apoyar recipientes que no siempre tienen capacidad de reembolso de fondos otorgados.

RELACION

DE PARTICIPANTES

PARTICIPANTES EN EL SEMINARIO TALLER HIDROENERGIA Y DESARROLLO RURAL

NOMBRE	INSTITUCION
Alarcón Guzmán, Eloy	CONVENIO PERUANO ALEMAN
Cahuana Cárdenas, José	CICDA
Carrasco, Alfonso	ITDG
Carrillo Mendoza, José Luis	CCTA
Castromonte Salinas, Eusebio	DESCO
De Weck, Charles	DESCO
Edwards, Roderick	ITDG
Ezcurra Cabrera, Edgardo	MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
Funk, Roberto	DIACONIA

NOMBRE	INSTITUCION
Glave Testino, Manuel	ITDG
Gamarra Gutiérrez, Isidro	CENTRO DE SERVICIOS AGROPECUARIOS
Gianella, Teresa	CCTA
González Montalvo, Lorenzo	THE CANADIAN SAVE THE CHILDREN FUND CANSAVE
Guevara Medina, Armando	ELECTROPERU
Herrera Sánchez, Edward	CENTRO PARA EL DESARROLLO RURAL RAIZ
Hidalgo Zamora, Jorge	MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
Holland, Ray	ITDG
Hurtado, Teófilo	PRODERM
Indacochea Ruiz, Enrique	PROYECTO PILOTO DE INFORMACION TECNOLOGICA
Jiménez J. Salustio	UNSAAC - CONVENIO CICDA

NOMBRE	INSTITUCION
López Agullar, Héctor	PROMIHDEC
Marticorena, Benjamín	UNI CCTA
Maskrey, Andrew	ITDG
Medina Durán, Fransh	CAPRODA - AREQUIPA
Monge Tafur, Carlos	ITDG
Neuhaus, Hans	SWISSCONTACT
Oviedo Velarde, Jorge	THE CANADIAN SAVE THE CHILDREN FUND CANSAVE
Palomino Cusipaucar, José	CENTRO ANDINO DE DESARROLLO RURAL PACHACUTEC
Pilares Villagarcía, Judith	THE CANADIAN SAVE THE CHILDREN FUND CANSAVE
Prieto Gómez, Luis	ELECTROPERU
Ramírez Gastón, Javier	CONVENIO PERUANO ALEMAN
Ramos E., Gerardo	CCTA

Relación de participantes

NOMBRE	INSTITUCION
Segura Candia, Jorge	ITDG
Unda Castro, Aníbal	PROMIHDEC
Viani Velarde, Bruno	ITDG
Viveros Deza, Humberto	CEDER - AREQUIPA