

Microcentrales hidroeléctricas y sus impactos socioambientales

1

José Luis Monroy Cuellar

Resumen: El Programa Hidroenergético del Instituto de Hidráulica e Hidrología tiene por objetivo coadyuvar con el desarrollo de la hidroenergía en pequeña escala en el país. El Programa ha desarrollado un paquete tecnológico que comprende un enfoque adecuado para la: concepción, diseño, construcción, operación y mantenimiento de pequeños proyectos hidroenergéticos y sobre la base del desarrollo de equipos de generación hidroeléctrica. En el marco de este programa se han construido cerca de 30 proyectos en el área rural del país, muchos de los cuales vienen funcionando por más de 10 años. El presente artículo trata acerca de los impactos sobre la economía, la educación, la salud; y se enfatiza en los impactos sociales y ambientales de los proyectos ejecutados por el Programa.

1.- Antecedentes.

El Programa Hidroenergético del Instituto de Hidráulica e Hidrología de la Universidad Mayor de San Andrés, fue creado en la década de los años 90 del siglo pasado como respuesta a la demanda de energía eléctrica de comunidades rurales aisladas que no contaban con la posibilidad de conectarse a las redes eléctricas nacionales debido a su aislamiento y escasa población factores que inducen bajo niveles de demanda de energía y por el alto costo del tendido de líneas en la eventualidad de conectarse a la red eléctrica nacional. Sin embargo estas comunidades contaban con potenciales hidroeléctricos, en forma de: ríos permanentes y caídas de agua, susceptibles de ser aprovechados en este nivel de microescala.

En este escenario, el Programa se especializó en el desarrollo de la hidrogenación en pequeña escala y se mantiene vigente debido a la alta demanda de este tipo de proyectos, considerando que la cobertura de electrificación en el área rural boliviana bordea el 30%.

2.- Objetivos.

El objetivo principal del Programa Hidro-

energético es coadyuvar en el desarrollo de la hidroenergía en pequeña escala en el país.

Los objetivos específicos:

- Desarrollo de un enfoque adecuado para la concepción, diseño, construcción, operación y mantenimiento de pequeños proyectos hidroenergéticos.
- Desarrollo de turbinas hidráulicas tipo Pelton
- Desarrollo de turbinas hidráulicas tipo Michell Banki
- Desarrollo de controladores electrónicos de carga
- Montaje de equipos hidroeléctricos completos.

Los objetivos específicos del Programa se han cumplido en cada proyecto, con el corolario de la realización de una labor de transferencia de la tecnología desarrollada a la comunidad rural en la que se aplica el proyecto, ello permite una retroalimentación al Programa e induce una mejora permanente de la tecnología.

La sostenibilidad de estos proyectos se basa en la apropiación que hace la comunidad del

proyecto, generando un emprendimiento comunitario en el que se comparten intereses, beneficios y obligaciones; para ello el Programa desarrolla en cada caso una formación comunitaria que abarca factores técnicos de explotación del proyecto, y factores socioeconómicos y de administración que complementan la explotación social del proyecto.

3.- Microcentrales hidroeléctricas.

La potencia que puede generar una central hidroeléctrica es directamente proporcional al

caudal de diseño y al salto o caída:

$$P = 9.8QHn \eta \text{ (kW) (1)}$$

Donde: P = Potencia (kW), Q = Caudal (m³/seg), Hn = Salto neto (m), η = Eficiencia de los equipos

Las microcentrales hidroeléctricas se suelen clasificar generalmente como centrales hidroeléctricas que generan potencias menores a 100 kW, en este rango de generación trabaja el Programa Hidroenergético sin excluir la posibilidad del diseño de centrales de mayor potencia.

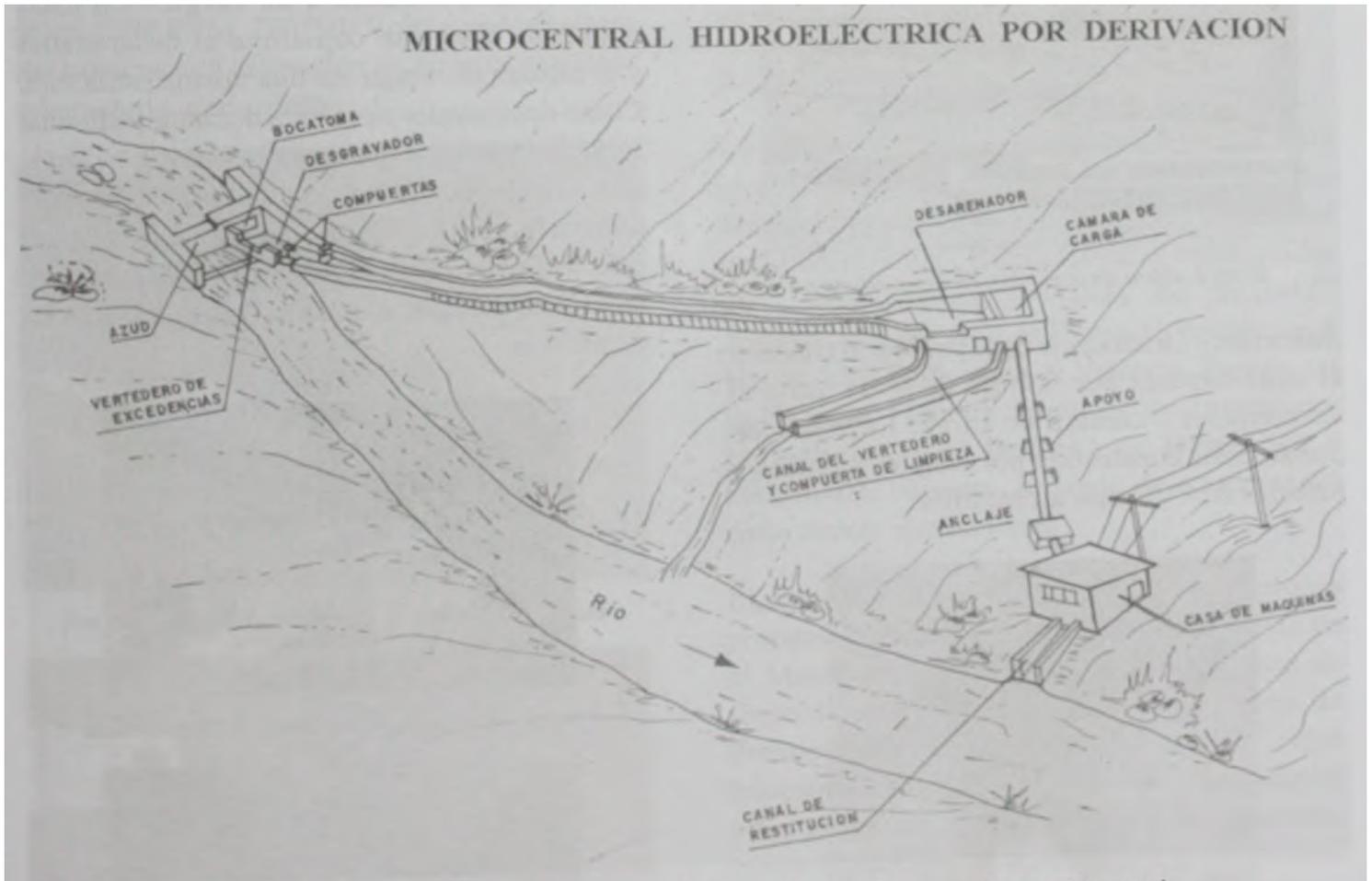


Fig. 1. Obras características, Microcentral Hidroeléctrica. Fuente: elaboración propia.

Las obras civiles características de las microcentrales hidroeléctricas son:

Obra de toma.- Estas pequeñas plantas generalmente no cuentan con una represa de

embalse. Normalmente se construye una obra de toma de derivación que tiene por objetivo captar el agua del río en forma segura, tanto en época de estiaje como en época de crecidas.



Foto 1. Obra de toma MCH San Antonio.



Foto 2. Obra de toma MCH Agua Blanca.

Aducción.- La aducción tiene por objeto conducir el agua captada por la obra de toma hasta el desarenador - cámara de carga. La aducción puede estar constituida por canales abiertos y tuberías de PVC tipo alcantarilla.



Foto 3. Tubería aducción MCH Poroma



Foto 4. Canal de aducción MCH Munaypata

Desarenador - Cámara de carga. - En estas pequeñas obras, se construye el desarenador y la cámara de carga en una misma estructura. Como desarenador sirve para decantar y eliminar los sedimentos que ingresan por la toma, evitando que lleguen por la tubería de presión hasta la turbina hidráulica. Como cámara de carga sirve para mantener la altura de carga sobre la turbina hidráulica y evitar la entrada de aire a la tubería de presión.



Foto 5. Desarenador - C.carga MCH Poroma



Foto 6. Tubería de presión MCH Quinuni

Tubería de presión.- La tubería de presión tiene por objeto conducir el agua desde la cámara de carga hasta la turbina. En MCHs generalmente se utilizan tuberías de PVC de alta presión debido a su menor costo con relación a las tuberías metálicas, su fácil instalación, menor rugosidad interna y larga vida útil debido a la ausencia de corrosión.

Casa de máquinas y equipo de generación.- Las casas de máquinas generalmente son pequeñas, construidas con materiales y estilo local. Los equipos de generación se componen de pequeñas turbinas tipo Pelton, y Banki, generadores de 4 polos, 1500 RPM, 220/380 Volts y gobernadores electrónicos con disipación de energía mediante calentadores tipo calefón.



Foto 7. Equipo de generación MCH Munaypata



Foto 8. Equipo de generación MCH Copachullpa

4.- Proyectos realizados

Hasta la fecha, el Programa ha diseñado, ejecutado e intervenido en la realización de más de 30 proyectos cuyos datos técnicos se resumen en la tabla (1), en Anexo 1.

En general los proyectos ejecutados incorporan aplicaciones productivas con el fin de consumir la energía remanente del uso doméstico no consumida durante el día. Se instalaron deshidratadoras de frutas, prebeneficiadoras de café, centros de molienda de granos, hilanderías, peladoras de arroz, centros de computación y otros

5.- Impacto de los proyectos

La síntesis del impacto de los proyectos está contenida en el proyecto de grado: "Estudio Sobre el Impacto Social, Económico y Ambiental de Microcentrales Hidroeléctricas Implantadas en Comunidades Aisladas de Bolivia" desarrollado por Andrés Hueso Gonzales de la Universidad Politécnica de Valencia, España, en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, y el Instituto de Hidráulica e Hidrología; bajo un convenio de cooperación entre ambas instituciones.

El Estudio referido, adoptó la metodología propuesta por el Manual del Banco Mundial: en el Manual: "Realización de evaluaciones de Impacto de Calidad con Limitaciones de Presupuesto, Tiempo e Información", que básicamente considera un grupo de beneficiarios y un grupo de comparación como contraste, cuyas situaciones se analizan con posterioridad a la intervención (proyecto) y cuya hipótesis considera que cualquier diferencia observada entre los grupos a ser analizados se debe a los efectos del proyecto y no a diferencias despreciadas o no detectadas entre ambos grupos antes de la intervención.

El estudio se realizó el año 2007, en los proyectos: Agua Blanca, Prov. Franz Tamayo, La Paz; Charía, Prov. Sud Yungas, La Paz; Flor de Mayo, Prov. Sud Yungas, La Paz; Calzada, Prov. Sud Yungas, La Paz; Choro, Prov. Nor Yungas, La Paz; Chucura, Prov. Nor Yungas, La Paz; Samañapampa, Prov. Nor Yungas, La Paz; y Challapampa, Prov. Nor Yungas, La Paz; los seis primeros ejecutados por el Programa Hidroenergético.

Con base en las similitudes socioeconómicas poblacionales existentes se infiere que los impactos observados en el estudio, son genéricos a los proyectos de microcentrales hidroeléctricas a nivel del área rural del país.

Impactos en el Ámbito Económico

1. Creación de 10 fuentes de trabajo por horas (operadores locales) con un sueldo promedio entre 200 a 600 Bs.
2. Ahorro promedio por sustitución de energéticos (velas, pilas, querosene) de 49 Bs./mes por familia, es decir 588 Bs./año por familia.
3. Ahorro neto promedio por cobro de tarifas, de la organización local administradora del proyecto de 700 Bs./mes., es decir 8.400 Bs./año.
4. Tasa de impago de tarifas prácticamente nula debido al control social interno.
5. Sostenibilidad en el tiempo apoyada económicamente en el cobro de tarifas.
6. Los emprendimientos nuevos con aplicación de energía, como las empresas de deshidratado y de hilados han tenido reducido impacto, no así aplicaciones convencionales como molinos y carpinterías.
7. Creación de 2 talleres de soldadura, 4 talleres de automóviles, 2 billares, 1 hostel y muchas tiendas comerciales.

Impactos en el Ámbito Educativo

1. Prolongación de 1 a 2 hrs/día como promedio del tiempo de estudio.
2. Uso de equipos de computación y audiovisuales (TV, Video, radiograbadora) en la educación.
3. Mejora de la iluminación en las escuelas.
4. Energía eléctrica en las viviendas de docentes.

Impactos en el Ámbito de la Salud

1. Mejora de la iluminación de las postas de salud e incorporación de esterilizadores y refrigeradores para vacunas.
2. Reducción de problemas oculares provocados por el humo de los combustibles utilizados anteriormente para iluminación (velas, querosene) . De acuerdo a encuestas se estima 80% de reducción de problemas oculares y 69% de problemas respiratorios.
3. Reducción de accidentes provocados por mecheros y velas.

Impactos en el Ámbito Social

1. Los proyectos ejecutados han beneficiado a 726 familias, aproximadamente 4.000 habitantes.
2. En promedio, 40% de los comunarios percibe una gran mejora en su nivel de vida y 50% algo de mejora.
3. En promedio, 90 al 100% de los comunarios declara estar satisfecho con los proyectos.

4. En promedio, 50% de los comunarios declara aumento de autoestima que les permitirá afrontar nuevos proyectos.
5. El 75% de los comunarios declara que existe un ahorro considerable de tiempo en la obtención de combustibles (en alumbrado por sustitución de velas, querosen, gas licuado)
6. En general, los proyectos han ayudado para que exista mayor cohesión interna en las comunidades (mayor tiempo de socialización) y han coadyuvado en algo a frenar las migraciones.
7. Los proyectos han significado un aumento de la soberanía energética, los comunarios gestionan y operan su propio suministro energético, reduciendo el tiempo dedicado a la obtención de combustibles y aislándose de la subida de precios de estos suministros.

Impactos en el Ámbito Ambiental

1. En promedio, cada familia ha dejado de consumir mensualmente 1004 grs de velas, 3,51 lts de querosen y 3.6 kg de gas licuado. Esto representa mensualmente 728,9 kg de velas, 2.548,3 lts de querosen y 2.613,6 kg de gas para las 726 familias.
2. Las pilas secas pueden contaminar el ambiente y las aguas, Se considera que una sola pila seca puede contaminar hasta 3.000 litros de agua. Como consecuencia de los proyectos, se ha reducido, en promedio el consumo de 12,5 pilas secas por mes por familia. Lo que significa una reducción de 9.075 pilas por mes para las 726 familias.

Nota: Durante el estudio, el cambio se encontraba:
1 dólar = 8.0 Bs.

5.- Referencias bibliográficas

(1) Hueso Gonzales Andrés, 2007, Estudio sobre el impacto social, económico y ambiental de microcentrales hidroeléctricas implantadas en comunidades rurales aisladas de Bolivia. Proyecto de Grado, Universidad Mayor de San Andrés, Universidad Politécnica de Valencia., La Paz, Bolivia.

http://www.celma.gov.bo/sifia/pdf/Fondo_documenta

(2) Monroy Cuellar José Luis, 2005, Informe Final, Proyecto: " Microcentral hidroeléctrica para el procesamiento de fibras naturales Agua Blanca". Informa final, Instituto de Hidráulica e Hidrología., La Paz, Bolivia.

(3) Monroy Cuellar José Luis, 2004, Informe Final, Proyecto: " Microcentral hidroeléctrica, planta procesadora de plátano deshidratado y café Charía". Informa final, Instituto de Hidráulica e Hidrología., La Paz, Bolivia.

(4) Monroy Cuellar José Luis, 2010, Informe Final, Proyecto: " Microcentral hidroeléctrica Palmeras". Informa final, Instituto de Hidráulica e Hidrología., La Paz, Bolivia.

(5) Banco Mundial, 2006, Realización de Evaluaciones de Impacto de Calidad con Limitaciones de Presupuesto, Tiempo e Información. Washington D.C., USA .

<http://lnweb90.worldbank.org/oed/oeddoclib.n>

duct_qual_impact_spanish .pdf.

ANEXO 1

Proyecto	Ubicación	Caudal (l/s)	Salto (m)	Potencia (kW)	Población familias	Financiamiento	Estado Actual
San Pedro de Condo	Prov. Avaroa, Oruro	125	60	40	100	Embajada Francia	NO
Pongo I	Prov. Murillo, La Paz	28	50	12	20	FCIL Canada	O
Pongo II	Prov. Murillo, La Paz	14	60	7	JICA	JICA	O
Pongo III	Prov. Murillo, La Paz	12	85	8	DUERI	EMP. DUERI	O
Unduavi	Prov. N. Yungas, La Paz	180	13	15	62	FCIL Canada	NO
Choro	Prov. Caranavi, La Paz	50	50	24	70	FCIL Canada	O
San Pedro	Prov. Caranavi, La Paz	120	25	25	60	PPD/PNUD	O
Qeuiña Pampa	Prov. Carrasco, Cbba.	180	45	43	85	Embajada Holanda	NO
Legue	Prov. Tapacari, Cbba.	120	8	5	25	PPD/PNUD	O
Tumupasa	Prov. Iturralde, La Paz	100	52	33	131	UE	O
Flor de Mayo	Prov. Sud Yungas, La Paz	65	25	13	48	PPD/PNUD	O
Taipiplaya	Prov. Caranavi, La Paz	120	25	25	67	PPD/PNUD	O
Camata	Prov. Muñecas, La Paz	30	170	30	110	PPD/PNUD	O
Charia	Prov. Sud Yungas, La Paz	58	54	20	120	PPD/PNUD	O
*Asunta	Prov. Sud Yungas, La Paz	800	40	160	500	FONADAL	O
**Irupampa	Prov. Zudañes, Chuq.			18	50		SI
**Korimayu	Prov. Tiquipaya, Cbba.			8	25		SI
**San Julian	Prov. Chapare, Cbba			5	18		SI
Poroma	Prov. Larecaja, La Paz	80	54,5	28	60	PPD/PNUD	O
Yanamayu	Prov. Sud Yungas, La Paz	423	13,7	30	120	PPD/PNUD	O
Munaypata	Prov. Inquisivi, La Paz	170	16,8	14	70	Proagro GTZ	O
Agua Blanca	Prov. F. Tamayo, La Paz	30	175,2	30	88	PPD/PNUD	O
Calzada	Prov. Sud Yungas, La Paz	200	67,6	70	230	Com.Calzada	O
Chucura	Prov. Murillo, La Paz	40	83,7	21,3	60	BIAP/SERNAP	O
***Coop. 15 Agosto	Prov. Sud Yungas, La Paz	200	174,2	204	193		DF
Covendo	Prov. Sud Yungas, La Paz	250	14,5	20	45	FCIL Canada	O
Molino Blanco	Prov. Arce, Tarija	130	12,2	7,8	36	BIAP/SERNAP	O
San José Acherales	Prov. Arce, Tarija	200	14,4	17	58	BIAP/SERNAP	O
***Totorapampa	Prov. Inquisivi, La Paz	310	173	341	729		DF
Quinuni	Prov. Sud Yungas, La Paz	250	20,8	25	108	PNCC/VMEE	O
Palmeras	Prov. Sud Yungas, La Paz	220	15,5	15	60	PNCC/VMEE	O
Nogalani	Prov. Sud Yungas, La Paz	130	56	36	80	PPD/PNUD	O
Siguani	Prov. Sud Yungas, La Paz	125	12,7	8,2	40	PPD/PNUD	O
Sandillani	Prov. Nor Yungas, La Paz	20	60	7,6	25	PPD/PNUD	O
Copachullpa	Prov. Inquisivi, La Paz	20	148	18	40	Embajada Japón	O
Valle Hermoso	Prov. Sud Yungas, La Paz	210	24	29,7	42		DF
Cerro Verde	Prov. Sud Yungas, La Paz	50	57,3	18,2	32		DF
Eduardo Avaroa	Prov. Inquisivi, La Paz	170	96,8	105	174		DF
Central Antofagasta	Prov. Caranavi, La Paz	50	163	51	375	Embajada Japón	EC

* Trabajos de corrección de obras hidráulicas ** Solo equipamiento *** Diseño final
 = Operando NO = No opera DF = Diseño final EC = En construcción SI = Sin información

Tabla 1. Proyectos realizados. Fuente: elaboración propia