

(E/CEPAL/Conf. 73) S/S No. 21

BIBLIOTECA NACIONES UNIDAS MEXICO

PEQUEÑAS CENTRALES

HIDROELECTRICAS

EN

LATINOAMERICA

PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS

1. Evaluación de Recursos

Dada la necesidad de impulsar el desarrollo del medio rural y de las zonas apartadas en la mayor parte de los países del tercer mundo, y ante las crecientes dificultades asociadas con el suministro y precios del petróleo, es necesario movilizar recursos y potencialidades disponibles para suministrar adecuadas cantidades de energía que contribuyan a elevar la productividad y generar mejores condiciones de vida para un amplio sector de la humanidad.

De aquí se desprende que si se quiere el desarrollo armónico de la región, es necesario establecer un modelo de aprovechamiento energético que ponga en juego la potencialidad de todos sus recursos disponibles.

América Latina, por sus favorables condiciones climaticogeográficas, posee un potencial altamente significativo de recursos hídricos inexplotados y no cuantificados, encontrándose así el aprovechamiento de estos recursos en su primera etapa de desarrollo, orientado en la mayoría de los países a grandes proyectos tendientes a satisfacer las demandas de energía de grandes concentraciones humanas y concurrentes a los sistemas de interconexión nacional, frecuentemente dejando sin posibilidades de suministro de energía a las zonas rurales alejadas, en razón de sus reducidas demandas, dificultades de acceso y grandes distancias con respecto a los principales centros de consumo.

A modo de ilustración, se estima que los países de la región en su conjunto sólo utilizan el 7% de su potencial hidroenergético aprovechable en gran escala. En el caso de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas, definidas por OLADE como aquellas con potencias instaladas inferiores a 5000kW, se desconoce el potencial disponible pero se puede afirmar que los índices de aprovechamiento de recursos hídricos en pequeña escala son considerablemente menores.

Si bien en América Latina se han realizado significativas acciones para el aprovechamiento hidroenergético en pequeña escala, en general se ha carecido de un enfoque integral y planificado a largo plazo, promoviéndose

proyectos específicos no ubicados en el contexto de una evaluación integral de los recursos hídricos disponibles a nivel de cuencas y sub-cuencas. Sin embargo, en los últimos años algunos países han iniciado sus programas de desarrollo de P.C.H. asociados con acciones de evaluación integral recursos/demanda, entre estos merecen destacarse los esfuerzos que están realizando Brasil, Colombia, Cuba, Ecuador, Panamá y Perú.

En el contexto del Programa Regional de P.C.H. de OLADE se han elaborado metodologías de planeamiento y evaluación de recursos y demanda energética en el medio rural, a fin de asistir a los países miembros en la planificación del desarrollo de P.C.H. en forma sistemática, con la ventaja adicional de que es posible reducir los costos de estudios de pre-inversión de proyectos individuales, cuando la evaluación del recurso y de la demanda energética se realiza en forma integral en una cuenca dada.

Otro aspecto importante está dado por la insuficiente obtención de datos pluviométricos e hidrológicos en la mayor parte de las cuencas menores, debiendo recurrirse frecuentemente al establecimiento de modelos hidrológicos basados en hipótesis con insuficiente sustento experimental, en este ámbito OLADE también ha elaborado metodologías de aproximación y está proponiendo un programa piloto a largo plazo para la evaluación de cuencas experimentales y representativas.

2. Tecnologías Regionales Disponibles

La investigación y desarrollo tecnológico, son herramientas fundamentales para sustentar los programas de desarrollo de P.C.H., considerando que sólo se requieren procesos de adaptación e innovación de tecnologías maduras existentes, para que se adecúen a las condiciones de cada país.

El desarrollo tecnológico aplicado a P.C.H. presenta las siguientes ventajas:

- Reducir de los costos unitarios de inversión por medio de aplicación de tecnologías no convencionales.
- Promoción de la producción industrial de equipos y materiales, maximizando el empleo de materiales y mano de obra del país.

- Desarrollo sistemático de conocimientos y preparación de especialistas
- Mejor capacidad de evaluación técnica para la adquisición y operación de equipos e instalaciones.

Diversas instituciones de investigación, Universidades y Empresas Latinoamericanas están realizando actividades de investigación tecnológica sobre P.C.H., principalmente en Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, México y Perú, habiéndose desarrollado tecnologías que se encuentran en fase de aplicación práctica, principalmente en lo que respecta a construcción de presas y tomas en materiales no convencionales (gaviones, suelo-cemento, ect.), construcción de canales de uso múltiple, diseño simplificado de cámaras de carga y desarenadores, empleo de tuberías de presión en materiales no metálicos, (PVC, politetileno, asbesto-cemento, etc.), turbinas (Pelton, Michell-Banki, Francis y diversos tipos de máquinas axiales), alternadores y generadores asíncronos, reguladores de velocidad eléctrico-electrónicos y diseños modulares de tableros de control.

Las principales limitaciones que se presentan en el desarrollo tecnológico para el equipamiento y construcción de P.C.H. en Latinoamérica, están relacionadas con los reducidos intercambios de experiencias, transferencia de tecnología, asistencia técnica y suministros de equipos y materiales entre los países de la región. La importancia de los aspectos tecnológicos es insuficientemente valorizada por las entidades responsables del desarrollo de proyectos de inversión, lo que se refleja en una escasa utilización de tecnologías no convencionales en los proyectos de electrificación rural, producto de una concepción errónea que considera las P.C.H. como grandes centrales reducidas a escala. Asimismo la falta de confianza y la subvalorización del potencial productivo de los países de la región, ha conducido a mayores suministros extraregionales de equipos y tecnología.

En la región existe producción industrial de equipos y materiales siendo posible demostrar que, para unidades con potencias hasta de 500 kW y aún para tamaños mayores, es posible asegurar suministros integralmente de origen latinoamericano. Sin embargo, hasta la fecha el intercambio entre los países es insuficiente, debido principalmente a la limitada información técnica y comercial sobre las producciones existentes, a los esquemas de financiamiento extra regional atados a suministros del mismo origen, así como

a la poca confianza en la calidad técnica de los materiales y equipos de origen regional.

Por otra parte, el desarrollo de la producción de equipos y materiales en la región está restringido por las limitaciones del mercado, dada la ausencia de programas de implementación masiva y el reducido intercambio entre nuestros países.

Una parte del programa regional de P.C.H. de OLADE se orienta al ámbito de la tecnología y equipamiento, en cuyo contexto se están realizando las siguientes acciones:

- Elaboración de catálogos de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico que realizan los países de la región.
- Elaboración de perfiles de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico que puedan desarrollarse en países de la región.
- Intercambio de experiencias y asistencia recíproca entre instituciones de investigación en la región.
- Ejecución de trabajos de investigación y desarrollo tecnológico de interés regional.
- Elaboración de metodologías de diseño, estandarización y construcción de turbinas.
- Directorio de fabricantes regionales de equipos y materiales.
- Asistencia técnica a los países en materia de investigación tecnológica, transferencia de tecnología y producción de equipos, formulación de planes de desarrollo y asesoría para proyectos específicos.

3. Estado de la Aplicación del Recurso

Si bien existe una experiencia acumulada en Latinoamérica que data de las últimas décadas del siglo XIX, el desarrollo de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas se ha caracterizado por acciones esporádicas y poco sistemáticas. Sin embargo, algunos países han planeado el desarrollo de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas en forma consistente, entre ellos Colombia, Panamá y Perú.

Otros países han estado desarrollando pequeños proyectos aislados, en general tratando de relocalizar equipos de algunas centrales, que por causa de la interconexión, quedaron abandonadas. Si bien existen en región numerosas plantas que caen dentro de la categoría de pequeñas centrales hidroeléctricas, una parte importante de estas se han ejecutado con tecnologías convencionales y equipos importados de fuera del área. En muchos casos tampoco puede decirse que esas plantas fueron concebidas como instrumentos del desarrollo rural, todo lo cual refleja la carencia de políticas definidas al respecto.

Se estima que en latinoamérica deben existir aproximadamente 2000 pequeñas centrales hidroeléctricas en funcionamiento, lo cual constituye una parte muy pequeña del número de plantas que se requeriría instalar en la región para atender las necesidades energéticas del medio rural, en localidades aisladas que pudieran contar con recursos hídricos adecuados.

4. Aspectos Económicos

Actualmente los costos totales de inversión unitaria para P.C.H. normalmente se sitúan entre US.\$2000 y US.\$5000 por kilowatio instalado. OLADE propone una meta regional del orden de US.\$1000 y US.\$2000 por kilowatio instalado, para lo cual se requiere:

- Promover el desarrollo masivo de P.C.H. para lograr mejores economías de escala.
- Fomentar la participación comunal organizada en la construcción de plantas.
- Evaluar el recurso y la demanda a nivel de cuencas y sub-cuencas para lograr definir proyectos con buenas características técnico-económicas y reducir los requerimientos de estudios específicos.
- Definir requerimientos objetivos para los estudios específicos y definir sus alcances en relación con la magnitud de las inversiones previstas.
- Promover el desarrollo de tecnologías no convencionales que permitan reducir costos manteniendo adecuados niveles de ingeniería.

- Promover la fabricación de equipamiento nacional.

En el contexto de un Manual para la toma de decisiones sobre P.C.H. preparado por OLADE para ONUDI se presenta un análisis sistemático de costos unitarios indicativos, el cual será ampliado en un Manual de Costos referenciales para P.C.H. en proceso de elaboración.

OLADE está preparando una Guía para la elaboración de proyectos por medio de la cual se espera definir modalidades y alcances de los estudios de pre-inversión, a fin de reducir sus costos y facilitar las gestiones de financiamiento de proyectos.

Los mayores problemas relativos al financiamiento de P.C.H. están dados por:

- Insuficientes recursos financieros disponibles.
- Requerimientos poco racionales para estudios de pre-inversión.
- Créditos atados a suministros costosos.
- Poco sustento de los proyectos en actividades productivas que requieran energía.
- Criterios de evaluación económico-financiera poco compatibles con las necesidades de desarrollo rural.

5. Criterios para aplicación masiva

Para la aplicación masiva de P.C.H. se considera conveniente que los países cuenten con una entidad dedicada a promover y coordinar el desarrollo e implementación de P.C.H.

Las metodologías de planeamiento y programación deberán ser uniformes y los criterios de establecimiento de prioridades que se adopten, deberán estar de acuerdo con las políticas que se propugnen.

Los estudios para los proyectos de P.C.H. deberán estar referidos a un análisis de cuencas y sub-cuencas, con estudios hidrológicos, geológicos, geomorfológicos y geotécnicos, cuyo grado de profundidad esté en relación con la magnitud de la inversión. El objeto de estos estudios debe consistir en

determinar la demanda y su variación en el tiempo, los saltos disponibles, las variaciones de caudal y su relación con la demanda.

Para el desarrollo de proyectos de P.C.H. se requiere un apoyo considerable del presupuesto nacional de cada país lo que hace necesario maximizar el uso de la energía generado especialmente en el campo productivo. Asimismo es necesario iniciar actividades de investigación que conduzcan a reducir los costos de ingeniería y de equipos, fomentando la mayor participación de la ingeniería y la industria nacional.

En cuanto a la operación y mantenimiento de P.C.H. se recomienda contar con esquemas institucionales adecuados que combinen las posibilidades de gestión autónoma de las plantas a nivel local con el apoyo técnico y organizativo de las entidades de electrificación, para lo cual OLADE ha preparado un modelo referencial.

OLADE también está elaborando manuales para llevar a efecto los estudios de ingeniería en las diferentes etapas de los proyectos.

Igualmente OLADE está desarrollando en el contexto de sus actividades, cursos y seminarios sobre temas relativos a desarrollo tecnológico, estudios, instalación, operación y mantenimiento, reuniendo expertos de diversas instituciones de la región. Además proporciona asistencia técnica a aquellas instituciones que requieran desarrollar programas de implementación masiva de P.C.H.

Durante el I Seminario Latinoamericano sobre P.C.H. realizado en Girardot-Colombia bajo los auspicios de OLADE e ICEL (Instituto Colombiano de Energía Eléctrica) del 3 al 7 de Noviembre de 1980, se establecieron lineamientos de acciones regionales para promover la implementación masiva de PCH, bajo la coordinación de OLADE

El apoyo que OLADE presta a los países para promover la implementación masiva de P.C.H. en la región comprende:

- Definición y difusión de metodologías de desarrollo tecnológico adecuadas

a los países de la región.

- Promoción del intercambio tecnológico entre los países a través de asistencia técnica e intercambio de especialistas de la Región.
- Difusión de las mejores alternativas tecnológicas para el equipamiento de P.C.H.
- Identificación y difusión de alternativas de organización y financiamiento para el desarrollo de programas de investigación.
- Implementación de proyectos piloto, orientados al perfeccionamiento de metodologías adecuadas para la implementación masiva de P.C.H.

6. Recomendaciones de Acción

A continuación se proponen dos planteamiento que los países de la región podrían adoptar como posición conjunta ante la Conferencia Mundial sobre Fuentes Nuevas y Renovables de Energía, en relación al campo específico de P.C.H.

- a) Que la principal ayuda que pueden proveer los países desarrollados a los países de la región para impulsar las P.C.H. es de carácter financiero para promover proyectos de inversión y programas de investigación tecnológico, evitando ataduras en suministros de equipos y/o tecnologías que tiendan a elevar las inversiones requeridas y/o ampliar esquemas de dependencia técnica y económica, considerando que la región en su conjunto ha alcanzado importantes logros en este campo.
- b) Que debe tener una alta prioridad el apoyo financiero de los países desarrollados y las agencias internacionales a la Organización Latinoamericana de Energía-OLADE, para impulsar el programa regional de P.C.H. en aspectos de interés para todos los países y en actividades cuyos resultados puedan ser aprovechados por todos ellos; entre estos se consideran prioritariamente:
 - Guía para la elaboración de proyectos.
 - Manual de diseño de P.C.H.
 - Manual de costos de P.C.H.

- Manual de evaluación global de recursos hidráulicos en pequeña escala y demanda energética rural.
- Manuales de diseño y construcción de turbinas hidráulicas.
- Manual de diseño de generadores eléctricos.
- Manual de diseño de reguladores de velocidad eléctrico-electrónicos.
- Manuales referenciales de operación y mantenimiento.
- Cursos de aplicación de tecnologías no convencionales a proyectos de P.C.H.

Estas acciones podrán ser realizadas por equipos de expertos de la región bajo la coordinación de OLADE, con financiamiento de agencias internacionales. Los resultados podrán ser también difundidos a nivel mundial por las agencias que financien cada actividad, en forma similar a la adoptada exitosamente por ONUDI/OLADE para la elaboración del manual "Minicentrales Hidroeléctricas-Manual para toma de Decisiones".

7. Bibliografía

- "El Desarrollo de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas en Latinoamérica y El Caribe", elaborado por el I Grupo de Trabajo sobre P.C.H. de OLADE. Agosto de 1979.
- "Situación y Perspectivas de la Tecnología y Equipamiento para Pequeñas Centrales Hidroeléctricas en Latinoamérica" elaborado por el II Grupo de trabajo sobre P.C.H. de OLADE- Abril de 1980.
- "Requerimientos y Metodologías para la Implementación Masiva de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas en Latinoamérica", elaborado por el III Grupo de Trabajo sobre P.C.H. de OLADE Junio de 1980.
- "Minicentrales Hidroeléctricas-Manual para la toma de decisiones" elaborado por el Grupo de Expertos del Programa Regional sobre P.C.H. de OLADE, a solicitud de ONUDI.