

REVISTA ENERGETICA ENERGY MAGAZINE



ORGANIZACION LATINOAMERICANA DE ENERGIA

LATIN AMERICAN ENERGY ORGANIZATION

LA FORMACION DE PRECIOS
EN LA ACTIVIDAD PETROLERA

PRICING IN PETROLEUM INDUSTRY ACTIVITIES

Héctor J. Ferro

POLITICA DE PRECIOS DE LOS COMBUSTIBLES

FUEL PRICING POLICY

Gonzalo Palacios Vásquez

DOCUMENTO REGIONAL DE EXPERIENCIAS NACIONALES
EN PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS

REGIONAL DOCUMENT ON NATIONAL EXPERIENCES WITH SMALL
HYDROPOWER STATIONS

OLADE

AÑO 12 No. 1 ABRIL 1988

YEAR 12 No. 1 APRIL 1988

DOCUMENTO REGIONAL DE EXPERIENCIAS NACIONALES EN
PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS

(Segunda Entrega)

PRESENTACION

En esta ocasión y como parte del "Documento Regional de Experiencias en Pequeñas Centrales Hidroeléctricas" se incluye lo relacionado a los países de Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica y Cuba..

Es destacable la importancia que los países antes mencionados ponen en el desarrollo tecnológico de la hidrogenación de electricidad en pequeña escala, basados por una parte en la disponibilidad del recurso y por otra en la capacidad de investigación con que cuentan los centros de educación superior de los países de la Región.

Otro aspecto de coincidencia, digno de resaltar, es la competitividad de las pequeñas centrales hidroeléctricas, como recurso energético alternativo, para atender los requerimientos de electricidad de poblaciones aisladas, como medio para mejorar la productividad y las condiciones de vida de la población rural.

PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS: ARGENTINA

1. INTRODUCCION

La República Argentina es un país rico en recursos hidráulicos superficiales; su variada conformación geomorfológica, así como una preponderancia de clima templado-húmedo crean un campo propicio para la explotación de energía de origen hidroeléctrico.

El potencial hidroeléctrico técnicamente factible del país ha sido estimado en 40 000 MW. La capacidad instalada total de generación eléctrica en 1984 fue de 15 280 MW, de los cuales 5 380 MW (35%) correspondían a instalaciones de generación hidroeléctrica y 9 900 MW (65%) a instalaciones de generación termoeléctrica (incluyendo nuclear). Un 13% del potencial hidroeléctrico de la República Argentina ha sido desarrollado. El Consumo per cápita en 1984 fue de 1 490 kWh, el cual es superior al promedio de América Latina de 1 017 kWh.

Sin embargo, las características geográficas y demográficas de Argentina sugieren que un número elevado de pobladores en zonas de baja densidad, permanecerá por muchos años al margen de los servicios públicos nacionales o provinciales de electricidad. Al mismo tiempo resulta de importancia establecer las condiciones necesarias para que la población que permanece aislada cuente con la posibilidad de acceso al uso de la energía eléctrica. Esta posibilidad es indispensable para lograr el mejoramiento de la calidad de vida y el progreso material e intelectual de los pobladores de dichas zonas.

En este contexto, la generación de energía proveniente de Pequeños Aprovechamientos Hidroeléctricos aparece como una posibilidad interesante para gran parte de las áreas involucradas. Cuando las condiciones geográficas son adecuadas, la central hidroeléctrica pequeña reúne simplicidad y robustez mecánica con economía e independencia de suministros externos.

Este documento describirá a continuación los antecedentes históricos de este tipo de centrales en el país, su evolución hasta su situación actual, el desarrollo e implementación de estudios y obras en las distintas provincias, una reseña del aspecto institucional actual a nivel nacional y por último una descripción de los principales lineamientos del Subprograma Nacional de Pequeños Aprovechamientos Hidroeléctricos.

2. ANTECEDENTES HISTORICOS

En nuestro país existe un gran número de instalaciones de Pequeños Aprovechamientos Hidroeléctricos, aproximadamente 120, datando las primeras de fines de siglo pasado.

En efecto, en el año 1896 la Compañía Andina de Electricidad inaugura en la Provincia de San Juan, la central hidroeléctrica de Zonda, a 17 km al oeste de la ciudad capital, con 280 kW de potencia instalada. Un año después, en 1897, la Compañía de Luz y Fuerza de la Provincia de Córdoba pone en funcionamiento la Central Casabamba, sobre el río Primero, con 30 metros de caída y una potencia instalada de 3 500 kW.

Ya en los comienzos del siglo XX y hasta fines de la década del 40 se construyeron numerosas centrales hidroeléctricas en gran cantidad de provincias. Es posible encontrar antecedentes al respecto en provincias tales como Jujuy, Salta, Tucumán, Córdoba, Mendoza, San Juan, Río Negro y Buenos Aires, entre otras.

Muchas de estas centrales fueron construidas por privados, en general reunidos en cooperativas. Por ejemplo, en 1911 en la Provincia de Jujuy la Compañía Eléctrica del Norte Argentina inaugura sobre el Río Grande, cerca de la capital, una central hidroeléctrica de 875 kW de potencia, incluidos dos motores diesel operando en forma mixta. Esa central es expropiada en 1944. Otro caso en la misma provincia lo constituye la central hidroeléctrica cerca de San Pedro, construida en la Estancia Leach, de 150 kW de potencia instalada. En la Provincia de Mendoza, en el año 1923, se inaugura la Central Hidroeléctrica de Cacheuta, construida también por la actividad privada con una potencia instalada de 9 600 kW ubicada a 38 km de la ciudad de Mendoza.

Podemos decir que al iniciarse la década del 50, el aprovechamiento de la energía de orden hidroeléctrico era mínimo, con una potencia instalada que no llegaba a 50 000 kW (prácticamente un 3% de la potencia instalada en el país en esa época), en tanto se importaba petróleo para generar electricidad.

El tema de los Pequeños Aprovechamientos Hidroeléctricos no se dirigía en forma centralizada, siguiendo los lineamientos de un Plan o Programa, y los esfuerzos se hacían en forma puntual por parte de Organismos Provinciales o por particulares.

Hacia el final de la década del 40 y como consecuencia de la fusión de la Dirección Nacional de Irrigación con Centrales Eléctricas del Estado, se constituye la Empresa Agua y Energía

Eléctrica. La Ley No. 15.336 establecía sus funciones, entre otras: producir y transmitir energía eléctrica dentro del ámbito nacional, formando sistemas regionales con centrales hidroeléctricas, termoeléctricas, líneas de transmisión y estaciones transformadoras primarias que interconectadas formaran la Red Nacional de Interconexión.

Agua y Energía produjo en el campo hidroeléctrico un importante desarrollo, aunque el énfasis fue puesto en las centrales de gran envergadura.

A modo de ejemplo podemos decir que en el decenio 1950-60 habilitó 31 centrales hidroeléctricas con una potencia instalada de 275 000 kW, en tanto que desde 1890 solo se habían instalado 42 000 kW.

En forma reciente Agua y Energía puso en funcionamiento un Sector de Microcentrales y Aerogeneración con sede en la ciudad de Neuquén, que presta asistencia técnica a las provincias en la evaluación de emplazamientos hidroeléctricos potenciales.

3. SITUACION ACTUAL

El bajo costo del petróleo durante las décadas del 50 al 70 hizo que proyectos de índole hidroeléctrico y sobre todo de pequeña envergadura no pudieran entrar en competencia con proyectos termoeléctricos. A partir de la crisis petrolera de 1973 el mundo toma conciencia de la agotabilidad de la reserva de petróleo, de la necesidad de hacer un uso racional de la energía y de encontrar nuevas fuentes alternativas. Simultáneamente es observable en los países más avanzados un brusco incremento de las inversiones en investigación y desarrollo de las posibles fuentes alternativas.

En Argentina la crisis repercute y en el año 1978 se produce un primer esfuerzo institucional, aunque de un ente federal, el Consejo Federal de Inversiones (CFI), que llama a una reunión de especialistas en el tema, a fin de impulsar nuevamente el desarrollo de estudios y proyectos de Pequeños Aprovechamientos Hidroeléctricos.

A partir de este punto, y por medio del CFI, se comienza a realizar estudios integrales del tema por provincia (Mendoza, Chubut, Santa Cruz, Catamarca y Tucumán).

De todas formas, la ausencia a nivel nacional de una política de desarrollo de pequeñas centrales, se tradujo claramente en el pequeño número de aprovechamientos de este tipo construidos en los últimos años. De acuerdo a las estadísticas de la firma IMEG, la más importante en la fabricación nacional de pequeñas turbinas hidráulicas, el mercado se ha ido contrayendo y actualmente es mínimo. Aparte de las obras realizadas por las provincias, a través de programas propios, prácticamente no existe desarrollo por parte de los intereses privados debido, entre otros factores, a restricciones impuestas por la legislación vigente. Salvo el caso específico, en la Provincia de Misiones, del Proyecto Arroyo Dorado que intercambia energía con el sistema de la Cooperativa Eléctrica de Oberá, la legislación específicamente prohíbe a los particulares vender energía. Esta disposición hace que los pequeños productores se vean obligados a dimensionar sus proyectos exclusivamente para atender sus necesidades propias, no pudiendo proyectar una central de mayor capacidad y vender el excedente.

Todas esas situaciones y el análisis de sus soluciones están contempladas en el Subprograma Nacional de Pequeños Aprovechamientos Hidroeléctricos que está desarrollando la Dirección Nacional de Conservación y Nuevas Fuentes de Energía dependiente de la Secretaría de Estado de Energía de la Nación.

Es importante destacar que la Secretaría de Ciencia y Técnica (SECYT) apoyó desde 1978, las investigaciones y desarrollos de Pequeños Aprovechamientos Hidroeléctricos a través de su Programa Nacional de Investigación de Energías No Convencionales.

Las Provincias de Misiones y Neuquén son las que más crecimiento han tenido en el tema; han desarrollado Programas de Implementación de Pequeños Aprovechamientos Hidroeléctricos con gran éxito. La experiencia en estas provincias y una descripción del grado de avance en alguna de las demás, se detalla a continuación.

3.1 Experiencia en Misiones

La Provincia de Misiones se inserta geográficamente en el centro de un área denominada Cuenca del Plata, que concentra el mayor potencial mundial de recursos hídricos con posibilidades de ser aprovechado. Se ubica en la región noroeste del país y limita con las Repúblicas de Paraguay y Brasil. Posee características climáticas, topográficas y de recursos naturales que la particularizan dentro del país.

La Facultad de Ingeniería, dependiente de la Universidad Nacional de Misiones, viene desarrollando un Programa de Microa-

provechamientos Hidroeléctricos como alternativa energética, mejorando el aprovechamiento de los cursos de agua, con el objeto de satisfacer la demanda en zonas rurales, que retienen hoy día un 60% de la población total y que en gran parte carecen de energía eléctrica.

Desde el año 1972, el Ing. Enrico Barney, pionero en la materia en el país, en colaboración con un artesano inmigrante francés, el Sr. Gastón Gaillou, comenzó a estudiar y desarrollar la microturbina Michell-Banki, hasta llegar al presente, apoyado por la SECYT, con el desarrollo de máquinas adecuadas de buen rendimiento y gran versatilidad, con eficiencias del 60 a 70% y con tiempos de restitución de frecuencias de 4 a 5 segundos para sobrecargas del 20%.

En el año 1984, tanto el Gobierno Nacional como el Provincial demostraron gran interés por lo investigado por la Universidad de Misiones, en Oberá. El Gobierno de la Provincia declara de interés público el desarrollo de microturbinas y su instalación en zonas rurales aisladas. Es así como, ese mismo año, se firma un Convenio entre el Gobierno de la Provincia y la Universidad realizándose varios proyectos para grupos de usuarios.

La Facultad de Ingeniería aportó la tecnología adecuada, el Gobierno Provincial posibilitó la ejecución de la misma y juntos -Universidad y Provincia- lograron que el Programa de Microaprovechamientos Hidroeléctricos pueda brindar al colono misionero una mejor utilización de los recursos naturales a su alcance, facilitándole el acceso a un mejor nivel de vida, acercándole la oportunidad de conocer los beneficios más elementales que brinda la energía eléctrica.

El Programa se ejecuta de acuerdo a dos modalidades básicas: Proyectos Unifamiliares y Proyectos Comunitarios.

Los primeros, son aquellos en los cuales la Facultad presta asistencia técnica gratuita a colonos y productores agropecuarios de Misiones y otras provincias, en cuanto a la instalación de pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, generalmente para uso familiar. En la Facultad se realizan los estudios y cálculos necesarios y en muchos casos se le hace al interesado la instalación completa de microturbina, generador, líneas de transmisión y telemando, e instalaciones domiciliarias, así como una adecuada capacitación para el uso y manejo de la energía eléctrica. Por otra parte, se le presta asesoramiento en lo relacionado a la obra civil.

La primera instalación definitiva de una microturbina para generar energía eléctrica fue en el año 1977, en la chacra del

colono ruso Pedro Lascarow, con una potencia instalada de 3 kW en generación asincrónica.

En el caso de los Proyectos Comunitarios, estas obras se realizan en el marco de un Convenio entre el Ministerio de Obras y Servicios Públicos y la Universidad Nacional de Misiones. Están destinados a proveer energía eléctrica a grupos de colonos en zonas aisladas. El sistema consiste en la creación de un consorcio integrado por todos los futuros usuarios. Estos consorcios son los encargados de administrar los fondos que adelanta el Gobierno Provincial para la ejecución de las obras. Ellos personalmente participan en forma activa tanto en la construcción de las obras civiles como en el tendido de las líneas de distribución de energía.

El Gobierno Provincial, a través de su Dirección de Recursos Hídricos, cuyos profesionales son asimismo docentes de la Facultad, realiza el proyecto de obra civil y supervisa su ejecución. La Empresa de Energía de Misiones (EDEMSE) realiza el proyecto de las líneas de transmisión y distribución. La Facultad se hace cargo de todo el equipamiento hidroelectromecánico y en algunos casos sus alumnos participan del montaje de las redes de distribución de energía. Se realizan instalaciones domiciliarias a quien lo solicite o se presta el asesoramiento técnico necesario, y finalmente se realiza la capacitación de los usuarios para el uso racional de la energía.

El primer proyecto comunitario realizado de esta forma fue el del Arroyo El Dorado, en el año 1984, en la localidad de Villa Bonita. El proyecto beneficia a 8 familias y una escuela rural.

El programa sigue adelante y hasta el mes de marzo de 1986 se han ejecutado ya los siguientes proyectos: Proyecto Arroyo Persiguero de 10 kW; Proyecto Salot Pereyra de 28 kW; el Proyecto Salto Carlitos de 16 kW y se encuentran en construcción el Proyecto Arroyo Tarumã de 40 kW y el Proyecto Arroyo Central de 26 kW.

3.2 Experiencia en Neuquén

La Provincia de Neuquén, ubicada en la región sudoeste del país, zona patagónica, y lindante con la República de Chile, ha encarado también un Programa de Microcentrales Hidroeléctricas tendiente al desarrollo de pequeñas poblaciones del interior de la misma.

Estas poblaciones, en su mayoría indígenas, han quedado al margen de toda posibilidad de crecimiento real por carecer de energía eléctrica.

Paradójicamente la provincia de Neuquén es una de las más ricas en recursos energéticos; en ella se hallan los grandes complejos hidroeléctricos Chocón-Cerros Colorados y ALICOPA (Ali-curá-Collón Curá-Piedra del Aguila), además de ser una importante productora de petróleo.

Pero estas pequeñas poblaciones se encuentran o bien en sitios de difícil acceso con líneas eléctricas o muy distantes de los centros productores de energía y, es por ello que, la auto-producción por medio del aprovechamiento hidroeléctrico de pequeños cursos de agua resulta una solución óptima.

A partir del año 1984 el E.P.E.N. -Ente Provincial de Energía de Neuquén- es el responsable de la implantación del Programa y los resultados del mismo ya son palpables: una central en funcionamiento (Auquinco), tres más en construcción (Chiquilihuín, 75 kW; La Fragua, 130 kW; y Santo Tomás, 75 kW) y más de 20 aprovechamientos inventariados. La mayoría de estos proyectos (80%) tiene potencias menores de 100 kW. La central Nahueve, con una potencia de 4 MW es el proyecto mayor.

La construcción de la central de Auquinco, con una potencia instalada de 40 kW, fue tomada como una experiencia piloto y ya se han extraído numerosas conclusiones que se aplican al resto del programa.

El E.P.E.N ha adoptado el concepto de tecnologías apropiadas a través de la utilización de materiales de la zona para la construcción de la obra civil, ingeniería propia para el equipamiento electromecánico y su construcción en talleres de la provincia y, por sobre todas las cosas, la participación activa de la comunidad indígena con la mano de obra. De esta forma se logró que la central no fuera un elemento ajeno a la comunidad y que se la empezara a cuidar como a algo propio. Así es como, la central de Auquinco es operada por sus usuarios y el E.P.E.N. se ha evitado instalar un servicio permanente de operación y mantenimiento, con la economía de gastos que ello significa.

3.3 Experiencia en Mendoza

El Consejo Federal de Inversiones llamó a concurso, adjudicó y contrató, en el año 1981, al consorcio LATASA-CONETEC-EGASAT trabajos de consultoría con el objeto de realizar un "Inventario y Anteproyectos Definitivos de Pequeños Aprovechamientos Hidro-

léctricos" en la Provincia de Mendoza, situada en la región oeste del país, sobre la Cordillera de Los Andes.

El estudio se dividió en tres etapas: la primera, comprendió la realización de estudios necesarios para definir hasta cuarenta posibles emplazamientos, a nivel de inventario, a ser localizados en áreas aisladas y bajo riego; la segunda, la ejecución de anteproyectos preliminares de 25 aprovechamientos seleccionados en base a los resultados de la etapa 1; y, la tercera, abarcó la ejecución de 15 anteproyectos definitivos, aptos para llamado a licitación, seleccionados en base a los resultados de la etapa 2.

Se utilizaron, además, los siguientes criterios: límite superior de 10 MW de potencia por aprovechamiento y distribución del número de aprovechamientos a estudiar de acuerdo a lo siguiente:

- Aprovechamiento de 7 a 10 MW, el 20% del total
- Aprovechamiento de 3 a 7 MW, el 50% del total
- Aprovechamientos menores de 3 MW, el 30% del total

Finalmente se lograron 13 anteproyectos definitivos aptos para llamado a licitación, con potencias comprendidas entre 720 kW y 6 000 kW, variando las potencias de las unidades generadoras seleccionadas entre 360 y 2 000 kW. El potencial global es de 36 MW que generarán anualmente 200 000 MWh.

3.4 Experiencias en Otras Provincias

Se describe brevemente el estado de desarrollo de los estudios de pequeños aprovechamientos hidroeléctricos en las provincias con información actualizada.

Catamarca.- El CFI ha llevado a cabo la primera etapa del estudio de evaluación del potencial hidroeléctrico de los pequeños aprovechamientos, consistente en el relevamiento e inventario de los mismos. El resultado de esta etapa es un listado de 16 emplazamientos aptos para la segunda etapa de análisis de factibilidad. La potencia conjunta es de 17,9 MW con una generación estimada de 17,9 GWh/año.

Santiago del Estero.- Los estudios realizados por el CIF comprenden cuatro proyectos sobre canales de riego, como parte de un estudio de electrificación integral de la provincia. Las centrales tienen potencias en el rango de 100-600 kW y totalizan 1 070 kW.

Santa Cruz.- Existe un relevamiento e inventario que incluye ocho centrales con potencias comprendidas entre 480 y 4 000 kW, con una potencia global de 18 MW. El proyecto sobre el río Los Antiguos fue realizado en el año 1985 por un equipo técnico conformado por profesionales de la OEA-CFI-Agua y Energía Provincia de Santa Cruz.

Chubut.- Los estudios efectuados comprenden 5 emplazamientos aislados, a nivel de inventario. Uno de ellos, Cholila, está a nivel de anteproyecto definitivo licitatorio. Las potencias de las centrales van de 80 a 750 kW con un total de 1 800 kW.

4. ASPECTO INSTITUCIONAL

Como se mencionó anteriormente, a nivel nacional, se dirige y coordina el tema de los Pequeños Aprovechamientos Hidroeléctricos (PAH), a través de la Dirección de Conservación y Nuevas Fuentes de Energía dependiente de la Secretaría de Estado de Energía de la Nación.

Esta Dirección, con el objeto de impulsar el desarrollo de las fuentes nuevas y renovables, ha dispuesto la creación de un Centro Regional por fuente en cada una de las Provincias que más condiciones, en cuanto a abundancia de recurso y experiencia acumulada, posee en esa fuente.

Así es como se han puesto en funcionamiento: un Centro Regional Eólico en la Provincia de Chubut, en la zona patagónica caracterizada por la abundancia de vientos; un Centro Regional para el desarrollo de la energía de origen geotérmico en la Provincia de Neuquén, en la región sudoeste sobre la Cordillera de Los Andes; un Centro Regional de Energía Solar en la Provincia de Salta, en la región noroeste del país, zona con excelentes niveles de radiación solar; y finalmente, respecto al tema que nos ocupa, se ha creado el Centro de Desarrollo de Microaprovechamientos Hidroeléctricos (CREDMIH) en la Provincia de Misiones.

En el tema de biomasa, resulta necesario mencionar que se ha firmado un convenio de colaboración entre la Secretaría de Energía y la Estación Experimental Agroindustrial "Obispo Colombres" de Tucumán, para realizar estudios en diversos aspectos de la producción de alconafta en base a la extracción de alcohol de la caña de azúcar.

Por otra parte, la Secretaría de Energía ha firmado en el mes de agosto de 1986, un convenio con la Secretaría de Ciencia y Técnica que tiene como finalidad planificar, coordinar, impulsar

y orientar las investigaciones y desarrollos tecnológicos en el campo de las Nuevas Fuentes de Energía; en particular todas las tareas de Investigación y Desarrollo referente a pequeños aprovechamientos se canalizan a través del Programa Nacional de Investigaciones de Energías No Convencionales de la SECYT.

5. LINEAMIENTOS PRINCIPALES DEL SUBPROGRAMA NACIONAL DE PEQUEÑOS APROVECHAMIENTOS HIDROELECTRICOS

La Dirección Nacional de Conservación y Nuevas Fuentes de Energía está desarrollando un Programa Nacional de Energía en base a Fuentes Nuevas y Renovables, conformado por distintos Subprogramas de cada una de las fuentes.

En lo que concierne a los Pequeños Aprovechamientos Hidroeléctricos se han previsto seis líneas de acción cuyas características, objetivos y formas de implantación se detallan a continuación.

5.1 Inventario Nacional de Pequeños Aprovechamientos Hidroeléctricos a Nivel Micro, Mini y Pequeñas Centrales

Los objetivos buscados son:

- a) Conocer la capacidad a nivel nacional de la potencia a equipar y la energía a generar mediante este tipo de aprovechamientos.
- b) Conocer la cantidad y tipo de equipamiento electromecánico a ser requerido para planificar el desarrollo de una industria nacional en la materia.
- c) Poder dar respuesta a los requerimientos internacionales en lo que respecta al ofrecimiento de equipamiento como a la financiación de obras.
- d) Poder planificar en base a una adecuada evaluación el orden de prioridad para la construcción de estos pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, conciliando el interés nacional con los intereses provinciales.

Para la realización de dicho Inventario Nacional se ha decidido encarar dos etapas:

Primera Etapa: Relevamiento de lo existente

Se centrará en el relevamiento de:

- Centrales en funcionamiento: interesa conocer el estado de las obras con vista a la eventual renovación de equipamiento.
- Centrales fuera de servicio: se analizarán las causas de su desafectación y se estudiará la factibilidad técnico-económica de su rehabilitación.
- Estudios realizados a nivel de:
 - . Idea preliminar
 - . Anteproyecto preliminar o prefactibilidad
 - . Anteproyecto definitivo o factibilidad
 - . Proyecto ejecutivo
- Obras civiles hidráulicas construidas con fines no generativos, especialmente en zonas aisladas energéticamente (canales, presas, tajamares, etc.).

Se ha tomado como concepto director que el campo que viene a ocupar las pequeñas turbinas corresponde a situaciones tales como: rehabilitación de viejas centrales hidráulicas, clausuradas en su momento por obsoletas o antieconómicas; erección de minicentrales en pequeñas obras de derivación o embalse que no hubieran justificado económicamente la construcción de una central hidroeléctrica cuando fueron proyectadas, o simplemente el desarrollo de nuevos emplazamientos para el desarrollo de comunidades aisladas, o el refuerzo de una red de servicio público de electricidad.

Segunda Etapa: Búsqueda de nuevos emplazamientos

Una vez realizada la primera etapa, analizados sus resultados, se decidirá el emprendimiento de esta segunda etapa en base a los siguientes criterios:

- Aprovechamiento de obra civil existente.
- Obra civil simple y reducida.
- Compatibilización de la potencia del aprovechamiento respecto a la demanda del mercado consumidor.
- Estandarización de equipamiento electromecánico.

- Accesibilidad.
- Areas aisladas energéticamente.
- Topografías (saltos compactos).
- Potencia en base a salto y poco caudal.

Se instrumentará la primera etapa a través de la realización de Seminarios de Capacitación a realizarse en la Provincia de Misiones, cuyos destinatarios serán los Responsables Técnicos Provinciales del tema en cuestión.

Para la segunda etapa, se deberán contratar expertos que realizarán los estudios con apoyo de los profesionales del Centro Regional y de Equipos Técnicos de las provincias involucradas.

5.2 Aspectos Legales

Se persiguen los siguientes objetivos:

- a) Impulsar el estudio de una Ley Nacional que permita, a un propietario o grupo de propietarios particulares de una Microcentral Hidroeléctrica, vender a las Empresas prestatarías de energía eléctrica el excedente de energía por ella producida.
- b) Realizar un estudio a nivel nacional de las legislaciones provinciales en lo concerniente al tema de manejo de aguas, a fin de conocer las posibles restricciones que puedan existir para la instalación de PAH en relación a la prioridad de los usos.

Para el cumplimiento de estos objetivos está para la firma un Convenio entre la Secretaría de Estado de Energía de la Nación y la Facultad de Derecho de la Universidad Nacional de Buenos Aires.

5.3 Aspectos Institucionales

Los objetivos buscados son los siguientes:

- a) Lograr en cada una de las 23 provincias la toma de conciencia en cuanto a la importancia que tiene desarrollar el tema de los Pequeños Aprovechamientos Hidroeléctricos, induciendo a la formación de equipos técnicos que puedan hacerse depositarios de una transferencia de conocimientos y experiencias en el tema. En el sector público, los organismos ejecu-

tores de proyectos han sido tradicionalmente Agua y Energía Eléctrica, las Direcciones Provinciales de Energía, Municipalidades, Cooperativas, otras instituciones públicas e intereses privados. Sin embargo, se estima que la responsabilidad de la implantación de los proyectos bajo estudio debe recaer sobre las Direcciones Provinciales de Energía, que deberán designar los equipos técnicos mencionados.

- d) Estos equipos técnicos provinciales deberán ser responsables del desarrollo y evolución del tema de los PAH en las provincias.

5.4 Aspectos Tecnológicos

Se persiguen los siguientes objetivos:

- a) Promover la investigación y desarrollo de tecnologías nacionales en lo que respecta al equipamiento electromecánico de micro, mini y pequeñas centrales hidroeléctricas.
- b) Promover el intercambio de experiencias y avances en el desarrollo de estas tecnologías entre las distintas provincias.
- c) Utilizar la importante infraestructura y experiencia lograda por el Laboratorio de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata, especialmente en lo relativo a ensayos de turbinas.
- d) Impulsar el desarrollo de una industria nacional en lo que respecta al equipamiento electromecánico para PAH.
- e) Conocer los existentes y potenciales oferentes de equipamiento hidroelectromecánico para PAH, a nivel nacional.

5.5 Metodología de Evaluación de Proyectos de PAH

Los objetivos buscados son:

- a) Desarrollar una Metodología de Evaluación de Proyectos de PAH que contemple todos los aspectos en juego, como es el análisis de las variables microeconómicas, que hacen a una evaluación de tipo privada o financiera, y el de las variables macroeconómicas, que tenga en cuenta los aspectos sociales o de la economía en su conjunto.
- b) Plasmar dicha Metodología en un Manual, que deberá ser utilizado por los distintos organismos nacionales y/o provinciales involucrados en la materia.

Para el logro de estos objetivos se utilizará el aporte que brinde un grupo de expertos contratados para la elaboración de un Manual de Evaluación Económica de Proyectos que se basen en energías no convencionales. Este Manual servirá de base para la realización del correspondiente al tema de los PAH.

5.6 Análisis de Fuentes de Financiamiento

Los objetivos buscados son los siguientes:

- a) Estudiar las posibles fuentes de financiamiento para realizar proyectos y obras de PAH tanto a nivel nacional como internacional.
- b) Analizar los requerimientos relativos a información básica necesaria y resultados de la Evaluación Económica que exigen los Organismos Financieros para la efectivización de los créditos.
- c) Impulsar la apertura de Líneas de Crédito en Bancos Nacionales y Provinciales, para el financiamiento de instalaciones hidroeléctricas a nivel micro.

PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS: BRASIL

1. INTRODUCCION

En la actual coyuntura económica, mundial y nacional, se presentan algunos desafíos al país. Uno de esos desafíos cae en el campo de la producción de energía eléctrica.

Se venía adoptando un modelo que priorizaba la construcción de grandes centrales hidroeléctricas que exigía altos niveles de inversiones en generación y transmisión de energía eléctrica, además de exigir la expropiación de grandes áreas para la formación de los embalses.

Considerando que hubo una reducción de las inversiones en el sector eléctrico durante los últimos cinco años, exigiendo inclusive medidas radicales a objeto de racionalizar el equilibrio entre oferta y demanda de energía eléctrica, se vislumbra una acción de viabilización técnico-económica para la implantación de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas.

La contribución de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas se expresó no solo por el aumento de oferta de energía eléctrica, sino también por la posibilidad de llevar dicha energía a diversas localidades aisladas, que a pesar de que disponen de energía de otra forma, usualmente es por la quema de derivados del petróleo, afectando al país por el costo del combustible y de su transporte. Teniendo en cuenta el potencial existente de recursos hídricos a ser explotado en todo el territorio nacional, la alternativa de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas debe ser incrementada, pues en mucho contribuirá para mejorar la calidad de vida del hombre de campo en los pequeños núcleos, pues le permitirá el acceso, entre otras cosas, a la electrificación rural y al uso de tecnología agrícola más avanzada.

Por ello el Programa Nacional de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas no es un Programa de intenciones, es sobre todo un programa de gobierno, absolutamente factible, perfectamente delineado, ampliamente discutido y soberanamente aprobado por todos los técnicos de un gran número de órganos y entidades, genuinamente nacional, con óptimas perspectivas de hacerse realidad, que además de los beneficios sociales que representa para el Brasil, es un elemento de unión de los países de América Latina y el Caribe.

2. RESEÑA HISTORICA

A mediados de 1981, ELETROBRAS lanzó el embrión del Programa Nacional de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas y posteriormente, a través de un convenio con el Departamento Nacional de Aguas y Energía Eléctrica, después de varias reuniones con concesionarias, fabricantes de equipos eléctricos y mecánicos lanzaron el Manual de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas. Este Manual fue elaborado en febrero de 1982, consolidando una tecnología nacional de bajo costo existente desde hacia varias décadas y proveyendo a los ingenieros de los medios para promover y realizar estudios, proyectos, construcción y operación de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas en corto espacio de tiempo.

También en 1982 fue hecha una propuesta de Programa Nacional de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas, con la participación de órganos de diversos ministerios.

Los estudios efectuados en esa ocasión determinaron, en síntesis, los siguientes objetivos del Programa:

- Aprovechamiento óptimo de las características hidrológicas, topográficas y geológicas favorables para la instalación de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas.
- Dominio tecnológico por parte de empresas nacionales, del estudio, proyecto, construcción, fabricación de equipamiento y operación de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas, a bajo costo.
- Identificación de pequeños núcleos poblacionales y pequeñas iniciativas rurales, donde la Pequeña Central Hidroeléctrica promovería el desarrollo y crearía futuros mercados para el sistema interconectado.
- Colaboración entre los programas sociales de los Gobiernos Federal, Estatal y Municipal.

3. LEGISLACION

- Resolución 109/82 de 24 de febrero de 1982 de DNAEE-Departamento Nacional de Aguas y Energía Eléctrica, resuelve:
 1. Establecer que para fines de análisis en DNAEE de Proyectos relativos a Pequeñas Centrales Hidroeléctricas, será suficiente que los mismos sean presentados de conformidad con las recomendaciones expuestas en el Manual de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas.

- II. Establecer las condiciones para que un Proyecto sea considerado como Pequeña Central Hidroeléctrica.
- Proyecto de Ley No. 4791 que establece las concesiones para las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas.

4. ORGANIZACION

El Programa Nacional de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas será coordinado por el Ministerio de Minas y Energía.

El Programa fue dividido en dos partes que son:

- a. Programa Nacional de Micro Centrales Hidroeléctricas.
- b. Programa Nacional de Mini y Pequeñas Centrales Hidroeléctricas.

El Programa Nacional de Micro Centrales Hidroeléctricas, después de aprobado será dirigido por el Ministerio de Agricultura con la supervisión del Ministerio de Minas y Energía. Para ello se firmará un Convenio entre los dos Ministerios.

El Programa Nacional de Mini y Pequeñas Centrales Hidroeléctricas será dirigido por ELETROBRAS.

5. OBJETIVOS Y ACCIONES PARA EL DESARROLLO TECNOLÓGICO

- a. Desarrollar instrumentos básicos de información y planeamiento para elaborar el desarrollo tecnológico del sector.
 - Informaciones Básicas.
 - . Desarrollo de "software" para el planeamiento de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas aisladas.
 - . Desarrollo de modelo de mercado para regiones rurales.
 - . Grupo de apoyo y evaluación del desarrollo tecnológico.

- . Directorio de fabricantes de equipamiento electro-mecánico.
- b. Capacitar a los fabricantes en proyectos y producción de equipos utilizados en las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas, para que puedan atender, de forma competitiva, el mercado nacional.
 - Optimización de turbinas actualmente fabricadas.
 - . Perfeccionamiento tecnológico de reguladores actualmente fabricados.
 - . Implantación de sistemas de control de calidad.
 - . Desarrollo de Ingeniería de Producto.
- c. Desarrollar tecnología moderna en equipos estandarizados, elaborar un conjunto de normas necesarias para atender la modernización del equipamiento con la consecuente disminución de los costos.
 - Desarrollo tecnológico.
 - . Selección de dos tipos de turbinas a ser estandarizadas.
 - . Desarrollo de la primera fábrica de turbinas.
 - . Desarrollo de la segunda fábrica de turbinas.
 - . Proyecto de evaluación de reguladores de velocidad.
- d. Desarrollar una tecnología de instrumentación de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas y modernizar la instrumentación actualmente utilizada.
 - Instrumentación de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas.
 - . Equipos de medición y control.
 - . Automatización.
 - . Telecomando para Pequeñas Centrales Hidroeléctricas interconectadas.
- e. Activar y completar los laboratorios existentes para Pequeñas Centrales Hidroeléctricas. Sobre ese particular, se

construyó el laboratorio para Pequeñas Centrales Hidroeléctricas de la Escuela Federal de Ingeniería de Itajubá para dar soporte al pequeño fabricante nacional.

En ese laboratorio serán ensayados todos los productos nacionales sobre Pequeñas Centrales Hidroeléctricas.

Para complementar este laboratorio, se está concluyendo el laboratorio del Centro Tecnológico de Hidráulica del Estado de Sao Paulo, que será el encargado de los ensayos de modelos de turbinas para Pequeñas Centrales Hidroeléctricas.

6. CAPACITACION Y DESARROLLO DE PERSONAL

La capacitación y desarrollo de personal contempla en primera instancia la preparación de técnicos gubernamentales y del área privada ligados a los sectores eléctrico y agrícola, para la difusión de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas y Asistencia Técnica en aquellas áreas no atendidas por las Concesionarias de servicio de energía eléctrica o que están siendo atendidas mediante el consumo de derivados del petróleo.

Con ese objetivo, están previstos diferentes tipos de cursos que son:

- a. Curso de Estudios, Proyectos y Construcción de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas.
- b. Curso de Proyecto, Instalación y Mantenimiento de Micro Centrales Hidroeléctricas.

Este curso será impartido después del lanzamiento del programa y tendrá una duración de 4 semanas con un total de 166 horas/aula.

- c. Cursos de Análisis de Proyectos.- Será impartido a los técnicos de los órganos financiadores de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas. Tendrá una duración de una semana totalizando 40 horas/aula.

Se pretende también, una vez implantado el Programa Nacional de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas, que todas las universidades brasileñas y escuelas aisladas de ingeniería incluyan en el curso de graduación al menos una noción sobre Pequeñas Centrales Hidroeléctricas.

7. FINANCIAMIENTO

Estudio de líneas de financiamiento compatibles con la rentabilidad de las inversiones, período de implantación y capacidad de pago de los beneficios, tomando en consideración aspectos sociales, principalmente del medio rural; estudio de mecanismos ágiles para la tramitación y aprobación de los financiamientos; asignación de recursos presupuestarios y no presupuestarios para la implantación del programa en sus aspectos institucionales y para la implementación de las Micro, Mini y Pequeñas Centrales; homogenización de criterios de análisis de solicitudes de financiamiento y compatibilización de las normas y procedimientos de las entidades financiadoras.

Estas entidades serán:

Banco de Brasil S.A.
Banco de Desarrollo Económico y Social
ELETROBRAS

ANEXO I

Decreto No. 93987, de 30 de janeiro de 1987

Delega competencia ao Ministro de Estado das Minas e Energia e ao Director-Geral do Departamento Nacional de Aguas e Energia Elétrica para a prática dos atos que indica.

O Presidente da República, usando da atribuição que lhe confere o art. 81, item III, da Constituição, tendo em vista o disposto no art. 150, do decreto No. 24.643, de 10 de julho de 1934, e nos termos dos artigos 11 e 12, do Decreto-lei No. 200, de 25 de fevereiro de 1967, combinado com o Decreto n.º 83.937, de 6 de setembro de 1979,

D E C R E T A :

Art. 1o. - E delegada competencia ao Ministro de Estado das Minas e Energia para outorgar concessão de aproveitamento de energia hidráulica de potencia até 10 000 kW.

Art. 2o. - E delegada competencia ao Director-Geral do Departamento Nacional de Aguas e Energia Elétrica-DNAEE para outorgar concessão de aproveitamento de energia hidráulica de potencia até 1 000 kW.

Art. 3o. - Este Decreto entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 4o. - Revogam-se as disposições em contrário.

Brasília, 30 de janeiro de 1987; 166o. da Independência e 99o. da República.

ANEXO II

Portaria No. 025, de 12 de janeiro de 1988

O Ministro de Estado das MINAS E ENERGIA, considerando o estudo realizado por determinação da Portaria No. 812, de 03 de junho de 1987; considerando ainda, especialmente, a sistemática proposta pelo mesmo outorga de concessão a iniciativa privada, através de concorrência pública, para suprimento de energia elétrica a sistemas isolados - construção e operação de usinas hidroelétricas, e no uso de suas atribuições, resolve:

I - Aprovar os documentos resultantes do estudo que são parte integrante do Processo No. 27100.003336/86-88;

II - Determinar ao Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE - que institua uma Comissão Especial de Licitação de Sistemas Isolados, para julgamento das concorrências públicas para outorga de concessão a iniciativa privada, visando suprimento de energia elétrica a sistemas isolados - construção e operação de usinas hidroelétricas;

III - Determinar que as localidades a serem atendidas prioritariamente pelo objeto desta Portaria sejam aquelas mais carentes do serviço público de energia elétrica, a critério do DNAEE, que examinará cada caso, em conjunto com as concessionárias locais e com as comunidades interessadas;

IV - Determinar que todas as concorrências públicas que outorgam de concessão a iniciativa privada, para suprimento de energia elétrica a sistemas isolados - construção e operação de usinas hidroelétricas - sejam implementadas em estrita concordância com o estipulado nos documentos referidos no item I acima, que o DNAEE fará publicar;

V - Estabelecer que os documentos mencionados nesta Portaria e que deverão ser publicados pelo DNAEE, quando não se compatibilizarem com as eventuais características especiais de um determinado mercado a ser suprido, poderão ser adequados a situação específica que se apresentar, a critério do DNAEE;

VI - Determinar que a ELÉTRORBRAS, nas qualidades de coordenadora do GCPs, seja consultada previamente sobre os mercados a serem colocados em licitação, bem como sobre os projetos das resultantes usinas hidroelétricas, em conformidade com as normas vigentes.

VII - Estabelecer que todas as concorrências públicas para outorga de concessão a iniciativa privada, para suprimento de

energia elétrica a sistemas isolados - construção e operação de usinas hidroelétricas - sejam conduzidas, analisadas e julgadas de conformidade com os seguintes procedimentos gerais:

- a) Os interessados em particular das concorrências públicas deverão enquadrar-se no que dispõe o artigo 195 do Código de Aguas e cadastrar-se previamente junto a DNAEE;
- b) O cadastramento terá caráter nacional e a concorrência pública será específica para cada mercado, ouvida a concessionária local;
- c) A divulgação, para o cadastramento dos interessados, será efetuada através de órgãos de comunicação de âmbito nacional, dos Estados e dos Municípios cujos mercados devam ser objeto de licitação;
- d) O cadastramento, renovado a certos períodos de tempo, terá caráter sistemático.
- e) As concorrências públicas deverão ser específicas para cada mercado, podendo, no entanto, serem divulgadas em um único edital, quando mais de um mercado, na mesma região, por objeto de licitação;
- f) O DNAEE fornecerá aos interessados cadastrados, todas as informações disponíveis e relativas a cada mercado posto em licitação assim como aquelas referentes aos outros mercados;
- g) O DNAEE fornecerá, também, aos interessados cadastrados, todos os documentos que regulamentam as licitações;
- h) Os proponentes deverão apresentar estudos de engenharia, que permitirão ao DNAEE julgar suas propostas e assegurar-se de que os parâmetros mínimos de confiabilidade e segurança foram atendidos por ocasião da concepção do empreendimento proposto;
- i) O proponente, após o atendimento das formalidades estatuidas no Decreto-lei No. 938, de 08 de dezembro de 1938, declarado vencedor da concorrência, recibirá a outorga de concessão para prestação de serviço público de energia elétrica, mediante formalização de Contrato de Concessão;
- j) Decorridos 90 dias da assinatura do Contrato de Concessão, a nova concessionária deverá apresentar projeto de engenharia do empreendimento hidroelétrico, para análise por parte do DNAEE, sendo que o não cumprimento desta condição levará a caducidades da concessão, independente de ato declaratório, quando será então chamado o segundo colocado na concorrência pública, e assim sucessivamente, ou anulada a concorrência a critério exclusivo do DNAEE;
- l) Uma vez formalizada pelo DNAEE a aprovação do projeto do empreendimento hidroelétrico proposto, será então celebrado

o Contrato de Suprimento entre a nova concessionária local correspondente.

VIII - Determinar que todas as concorrências públicas para outorga de concessão a iniciativa privada, para suprimento de energia elétrica a sistemas isolados - construção e operação de usinas hidroelétricas - sejam analisadas e julgadas de conformidade com os seguintes critérios básicos:

- a) Será colocado em concorrência pública o atendimento a mercados localizados em sistemas isolados de energia elétrica, e não a exploração de recursos hídricos;
- b) A escolha dos recursos hídricos entre aqueles disponíveis, para atendimento do mercado colocado em concorrência, bem como o projeto de engenharia do aproveitamento e a execução da obra serão de exclusiva responsabilidade do proponente;
- c) Será definida no Edital de Concorrência a quantidade anual de energia elétrica necessária para atendimento global do mercado em licitação;
- d) O proponente deverá elaborar a proposta de suprimento para atender parcial ou totalmente o mercado em concorrência, a seu critério exclusivo;
- e) A maior quantidade de energia elétrica (primária e secundária) de origem hidráulica, ofertada ao mercado em questão, deverá ser considerada no julgamento da proposta;
- f) Será selecionada a proposta que ofereça a energia elétrica de menor preço, associado ao valor do investimento proposto, e também associado a maior quantidade de energia elétrica ofertada, assim como a redução da necessidade de complementação de energia elétrica de origem térmica - de responsabilidade da concessionária local - para atendimento ao mercado em questão;
- g) Deverá ser definida, "a priori", a penalização imposta as propostas que condicionem maior complementação de energia elétrica de origem térmica, por parte da concessionária local, para o atendimento ao mercado colocado em concorrência;
- h) O preço da energia elétrica, ofertada pelos licitantes, será fixado na forma de serviço pelo custo e deverá contemplar as despesas de exploração, quota de depreciação, quota de amortização e a renumeração do investimento;
- i) Prazos maiores para entrada em operação comercial do empreendimento proposto deverão penalizar a proposta correspondente;

- j) A maior participação de capital próprio no empreendimento deverá ser considerada no julgamento da proposta correspondente;
- l) Deverá ser valorizado no julgamento das propostas o maior número de unidades geradoras previstas para o empreendimento;
- m) O Código de Aguas, a Legislação Subsequente e Correlata e seus regulamentos deverão ser observados, bem como as condições constantes do Edital de Concorrência Pública e de Contrato de Concessão;
- n) O prazo de concessão e a reversão de bens e instalações serão previstos pela legislação.

IX - Determinar que seja dada preferencia ao atendimento da expansão dos mercados licitados aos vencedores das concorrências de seu suprimento, desde que em igualdade de condições com outros eventuais interessados;

X - Esta portaria entra em vigor na data de sua publicação.

ANTONIO AURELIANO CHAVES DE MENDONÇA

PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS: COLOMBIA

1. RESEÑA HISTORICA

El aprovechamiento de la fuerza hidráulica para generación de energía eléctrica en Colombia data de finales del siglo pasado, obviamente para la generación en pequeña escala. Se tiene conocimiento que hacia 1896 comenzaron a operar en el noreste del país las plantas de dos ciudades capitales departamentales: la de Bucaramanga (Santander) y la de Cúcuta (Norte de Santander); también en la parte norte del país, en el litoral Atlántico, aprovechando los ríos que descienden de la "Siera Nevada de Santa Marta" hacia 1898 existió otra pequeña central cerca a la ciudad de Santa Marta (Magdalena).

Lo anterior como ejemplo de aprovechamientos comunales, ya que años atrás, algunos ingenieros colombianos habían importado y montado pequeñas plantas para fincas particulares.

Posteriormente, compañías privadas que fabrican esta clase de equipos (Pelton Water Wheel, James Leffer) promovieron el montaje de unidades que operaban en forma de empresas privadas de energía eléctrica de alcance local, principalmente en las ciudades.

A comienzos de este siglo, el aprovechamiento de la fuerza hidráulica tuvo gran acogida no solo para la generación de electricidad sino en actividades tales como: aserríos, trapiches, molinos de grano, cerámica, minería y beneficiaderos de café. Auge que se alcanza en 1920, cuando el Estado toma el control de algunas compañías de generación eléctrica, y que va en aumento, hasta que en 1928 mediante la Ley No. 113 se declara de utilidad pública los aprovechamientos de fuerza hidráulica, reservándose la Nación el dominio y uso de dicha fuerza.

Para 1930 existían en Colombia 216 pequeñas plantas hidroeléctricas que funcionaban a filo de agua y sumaban un potencial de 45 MW.

Ante la falta de capacidad técnica para su mantenimiento por parte de las entidades locales, estas plantas fueron retiradas del servicio, creándose paralelamente la necesidad de construir centros de generación a mayor escala. Los motores de combustión se convirtieron en soluciones locales, dado el bajo costo del combustible, facilidad de montaje y mantenimiento. Esta situación cambia fuertemente en la década del 70 cuando se acelera el

proceso de interconexión eléctrica nacional y se da la crisis de petróleo.

2. ESTRUCTURA INSTITUCIONAL PARA EL MANEJO DE PROGRAMAS DE PCH

El manejo institucional de programas de PCH, le corresponde a la misma estructura institucional del Sector Eléctrico Colombiano. El Ministerio de Minas y Energía es el ente rector de la política energética nacional y el servicio de energía eléctrica se presta a través de empresas exclusivamente generadoras y distribuidoras, y exclusivamente distribuidoras con diferente ámbito de cubrimiento (municipal, regional, etc).

Existen en Colombia claramente definidos tres programas de PCH, así: El Instituto Colombiano de Energía Eléctrica (ICEL), exclusivamente generadora, que controla las empresas departamentales distribuidoras (Electrificadoras Departamentales) del centro del país, adelanta el Plan Nacional de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PNPCH) en asocio del BID; la Corporación Eléctrica de la Costa Atlántica (CORELCA), exclusivamente generadora y que también controla las empresas departamentales distribuidoras de la Costa Atlántica, adelanta un programa de estudios de PCH, y la Corporación Autónoma del Cauca (CVC) que responde por la preservación y desarrollo de los recursos naturales en el suroccidente del país, adelanta un programa en idéntico sentido.

2.1 ICEL

Para llevar el servicio de energía eléctrica a poblaciones rurales, caracterizadas por una situación geográfica que hace difícil dotarlas de generación térmica convencional o interconectarlas a la red nacional, el Gobierno Nacional por intermedio del ICEL concibió y desarrolló el Plan Nacional de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas.

Inicialmente se seleccionaron 35 sitios para desarrollar los estudios preliminares, factibilidad y diseño, para lo cual ICEL contrató los respectivos estudios con cinco firmas consultoras colombianas por un monto cercano a los \$200 millones, financiado en su totalidad por el Fondo Nacional de Proyectos de Desarrollo (FONADE), entidad oficial para estos menesteres.

Los estudios se dividieron en tres fases: a) reconocimiento preliminar; b) estudios de factibilidad; y, c) diseños hasta planos para construcción.

- a) Reconocimiento preliminar: además de ello y de la identificación de sitios, correspondió la recopilación y análisis de la información disponible, reconocimiento de alternativas, evaluación técnica, análisis de costos, y recomendaciones sobre la viabilidad de los proyectos.

Estos estudios se iniciaron a finales de 1978 y se terminaron a principios de 1979. Identificaron la capacidad a instalar en cada proyecto de tal forma que satisficiera la demanda local en un horizonte de 15 años; de 35 proyectos, 17 reunieron condiciones favorables para llevarlos a la etapa de diseño, los restantes fueron descartados por el alto costo del kW instalado o por existir posibilidades de interconexión.

- b) Factibilidad: de los 17 proyectos que llegaron a esta fase, sus características técnicas se muestran en el Cuadro No. 1.

CUADRO NO. 1

PROYECTOS DE PCH CON FACTIBILIDAD
PLAN ICEL-BID

PROYECTO	POTENCIA (kW)	CAIDA BRUTA (m)	TURBINA	LINEA TRANSM.		LOCALIZACION DEPARTAMENTO
				Km	Kv	
Paya	48	36	F	5,4	13,2	Boyacá
Pisba	36	27	F	0,4	13,2	Boyacá
Calvario	200	402	2P	6,3	13,2	Meta
Altaquer	2 000	202	2P	19,0	34,5	Nariño
Santa Rosa	2 500	93	2C.F	5,0	13,2	Cauca
Argelia	750	74	3C.F	9,0	13,2	Cauca
Santa Rosa	8 400	100	3F	20,0	34,5	Cauca
Puerto Sergio	600	12	4C.B	13,5	13,2	Cauca
Tame	2 000	51	2F	22,0	34,5	Casanare
Mitú	650	3	2T	30,0	34,5	Vaupés
Yopal	4 800	40	3F	34,0	34,5	Casanare
Jurado	800	26	2F	12,0	13,8	Chocó
Unguía	1 100	68	2F	32,0	13,8	Chocó
Bahía Solano	2 400	406	2P	76,5	34,5	Chocó
San Pedro	15 360	80	2F	21,0	34,5	Caquetá
Mocoa	22 000	100	F	21,0	34,5	Putumayo
Gucamayás	50	14				Meta

F = Francis
P = Pelton
C.F = Cross Flow
C.B = Cross Banki
T = Tubular

- c) Diseño y construcción: esta fase tiene como objeto la instalación y puesta en marcha (en una primera etapa) de cinco centrales, incluyendo la infraestructura eléctrica requerida para su cabal funcionamiento.

En la actualidad se encuentran contruidos tres proyectos de los 17 seleccionados, que no figuran en el paquete de financiamiento del BID. Los recursos fueron de ICEL y la empresa regional distribuidora; el Cuadro No. 2 resume los nombres y principales características técnicas de dichos proyectos.

CUADRO NO. 2

PLAN DE PCH ICEL PROYECTOS CONSTRUIDOS

PROYECTO	POTENCIA kW	CAUDAL l/s	CAIDA m	POBLACION A SERVIR	COSTO US\$/kW
Pisba	60,9	300	25	180	4500
Guacamayas	50,0	500	14	540	6222
Paya	50,0	180	36	100	6000 *

* Costo estimado

Los cinco proyectos en construcción se listan a continuación:

P.C.H. de Mocoa I	11 000 kW
P.C.H. de Tame	2 000 kW
P.C.H. de Altaquer I	2 000 kW
Bahía Solano-Nuquí	1 200 kW
Yopal Aguazul	4 800 kW
Líneas a 34,5 kV	176 km
Líneas a 13,2 kV	101 km
Subestaciones a 34,5/13,2 kV	15
Transformadores de distribución	110
Instalaciones internas	4 617
Viviendas cubiertas	13 559

El costo se ha estimado en US\$ 62,5 millones de los cuales el crédito del BID aporta US\$ 25 millones y los US\$ 37,5 millones corresponden a la contrapartida local. Existe un retraso en la ejecución de estos proyectos respecto a su cronograma original motivado principalmente por las condiciones fiscales del país.

Paralelamente a la ejecución del plan anterior se ha trazado una política de desagregación tecnológica con la finalidad de que la ingeniería e industria colombianas tengan la mayor participación posible. Esta desagregación comprende: equipos electromecánicos principales; obras civiles; suministro de equipos de subestación; líneas y redes; obras civiles de subestaciones y líneas y, por último, obras civiles de redes de distribución.

También, buscando la vinculación de la universidad a estos proyectos, ICEL mediante acuerdo con la Universidad del Valle, encargó a esta última el diseño de las turbinas y generadores para la PCH denominada "Argelia". Para su fabricación no se tiene definida la financiación.

Adicionalmente se tiene concebido un segundo Plan ICEL-BID cuyo objetivo principal es vincular a la ingeniería colombiana en la identificación de soluciones energéticas en áreas aisladas, tomando como base el inventario de PCH, combinándolas con otras fuentes energéticas de tal manera que permitan llevar a cabo la alternativa más aconsejable hasta el diseño, manteniendo la política de desagregación tecnológica.

2.2 CORELCA

Como complemento a un plan a gran escala para la electrificación rural en el litoral Atlántico, la Corporación Eléctrica de la Costa Atlántica (CORELCA), a través de la División de Asesoría Técnica Regional ha identificado algunos proyectos de microcentrales, siguiendo la zonificación que para el estudio a nivel macro del potencial hidroeléctrico del país definió el Estudio del Sector de Energía Eléctrica (ESEE).

Para la región Sierra Nevada-Guajira se identificaron o adelantan los proyectos de Río Piedras (250 kW) el cual cuenta con la totalidad de la obra civil terminada y el montaje de equipos en un 95%, casa de máquinas superficial, dos turbinas tipo Francis; proyecto Palmor (500 kVA) identificado, con caída de 32 metros y caudal de verano de 1 330 l/s, con un costo estimado de 106 millones de pesos de 1985; proyecto Nabusimaque para atender una población indígena de la Sierra Nevada de Santa Marta, puede, en el sitio seleccionado, tener una capacidad de 30 kW a un costo de \$ 8 millones sin incluir líneas y redes.

Para esta región se debe identificar con mayor profundidad tres proyectos más: Buritaca y Guachaca, San Pedro de la Sierra y el de la Tagua.

En la región Magdalena-Cauca se han identificado dos proyectos: el de Simiti, con una potencia instalable de 1,9 MW y 114 metros de salto aprovechable, actualmente en reconocimiento y factibilidad, y el de Santa Rosa de Simiti de 300 kW, adelantado en un 90%.

Para la tercera región, la región del Sinu, donde se ubica uno de los mayores proyectos del plan de expansión de la generación, como es URRRA I y II con 1 200 MW, no se ha estudiado a profundidad, pero existe un sitio en el que se puede desarrollar un proyecto para atender una demanda de 50 kW.

El Cuadro No. 3 muestra los proyectos y sus principales características técnicas.

CUADRO NO. 3
PROGRAMA DE PCH DE CORELCA

PROYECTO	CAUDAL l/s	CAPACIDAD kW
Río Piedras	600	250
Palmar	1 300	500
Nabusímaque	160	30
Simiti	1 700	1 900
Santa Rosa de Simiti	1 300	300

2.3 CVC

Esta entidad tiene como propósito fundamental el manejo de los recursos naturales en la parte alta de la cuenca del río Cauca y aunque su función primordial no es la generación y prestación del servicio de energía eléctrica, trabaja en este campo, siendo importante su participación a nivel nacional.

Por designación del Gobierno Nacional en el marco de un acuerdo de cooperación técnica internacional con el Gobierno de Italia, se realizó un diagnóstico para soluciones del suministro de energía eléctrica a la costa pacífica colombiana. Mediante este programa se recuperó una planta de 50 kW en la localidad de Mongo y está en estudio de prefactibilidad la construcción de cuatro microcentrales: la de Jurado con 2 000 kW, la de Unguía con 2 000 kW, la de Santa María de Timbique con 2 500 kW y la de

López-Puerto Sergio con 600 kW, aunque paralelamente se analiza la alternativa de la interconexión a la red nacional.

En 1983 la CVC adelantó un inventario, que se está actualizando, sobre rehabilitación de pequeñas plantas. Se encontró que 11 proyectos son susceptibles de estas mejoras y se busca la financiación.

Adicionalmente se realiza un inventario a nivel de reconocimiento, en la parte más alta de la cuenca del río Cauca. Se han identificado 94 posibles aprovechamientos, con un potencial total instalable de 17 100 kW. Se cuenta igualmente con un banco de tecnología aplicada para plantas menores de 100 kW en asocio con la Universidad del Valle y el apoyo de la cooperación técnica internacional.

Adicionalmente, como complemento al Estudio del Sector de Energía Eléctrica (ESEE) que identificó los aprovechamientos hidroeléctricos con capacidad instalable superior a 100 MW a través de Interconexión Eléctrica S.A. (ISA) y sus socios, se adelantará un inventario nacional de proyectos hidroeléctricos de alta caída, entre 10 y 100 MW, que se los hará con recursos propios de la entidad que presta el servicio en una determinada área.

PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS: COSTA RICA

El empleo del recurso hidráulico para la generación de electricidad está ampliamente desarrollado en Costa Rica, ya que además de ser abundante es el que ofrece las soluciones más económicas y técnicamente más factibles para la producción de electricidad.

En la actualidad es nuestro mayor recurso energético, su potencial total se estima en aproximadamente 223 000 GWh/año con una potencia teórica de 25 000 MW.

Las primeras plantas hidroeléctricas construidas en el país tenían potencias inferiores a los 5 000 kW. La más antigua de éstas que se mantiene aún trabajando para el servicio público; se instaló en 1910 y pertenece a la Compañía Nacional de Fuerza y Luz.

La producción y distribución de la energía eléctrica en el país estuvo en manos de empresas privadas hasta 1949, año en que ante la necesidad de resolver graves problemas de abastecimiento de electricidad, se creó la institución autónoma: Instituto Costarricense de Electricidad (ICE).

Esta Institución tiene como principal responsabilidad satisfacer y promover el uso de este tipo de energía en todo el país, además la de construir plantas de generación y redes de distribución.

La mayoría de las actividades relacionadas con el desarrollo de la hidroenergía y la electricidad las tiene a su cargo el ICE, asimismo tiene bajo su dirección la explotación de dicho recurso, en cumplimiento con los objetivos expresados en su ley de creación.

La mayor parte de la electricidad que se consume en el país es producida por el ICE, sin embargo también participan, aunque en menor medida, empresas como la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL), la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH), la Junta Administrativa de Servicios Eléctricos de Cartago (JASEC), y las siguientes empresas distribuidoras a nivel rural:

- Cooperativa de Electrificación Rural de San Carlos R.L. (COOPELESCA).
- Cooperativa de Electrificación Rural Los Santos R.L. (COOPESANTOS).

- Cooperativa de Electrificación Rural de Alfaro Ruiz, R.L. (COOPE ALFARO RUIZ).
- Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste, R.L. (COOPEGUANACASTE).

Estas empresas han firmado convenios de cooperación con el ICE, institución de la cual compran casi la totalidad de la energía que distribuyen. En la Figura No. 1 se muestran las áreas servidas por cada una de ellas. Asimismo, la Figura No. 2 muestra el porcentaje de participación de cada una de las empresas en la generación total del país para el año 1985.

Además de las anteriores, existe un número considerable de productores privados que generan electricidad para su consumo propio. En el Cuadro No. 1 se muestra la generación eléctrica total del país para los últimos 6 años, junto con el porcentaje de participación del servicio público y los autoprodutores.

CUADRO No. 1

GENERACION ELECTRICA EN COSTA RICA POR CATEGORIA DE PRODUCTOR

AÑO	SERVICIO PUBLICO		AUTOPRODUCTORES		TOTAL
	MWh	%	MWh	%	MWh
1980	2 156 902	96,9	68 037	3,1	2 224 939
1981	2 304 713	97,3	64 649	2,7	2 369 362
1982	2 410 791	97,4	64 649	2,6	2 475 440
1983	2 862 984	98,0	58 326	1,9	2 921 310
1984	3 008 275	98,1	58 326	1,9	3 066 601
1985	2 776 451	98,0	58 326	2,0	2 834 777

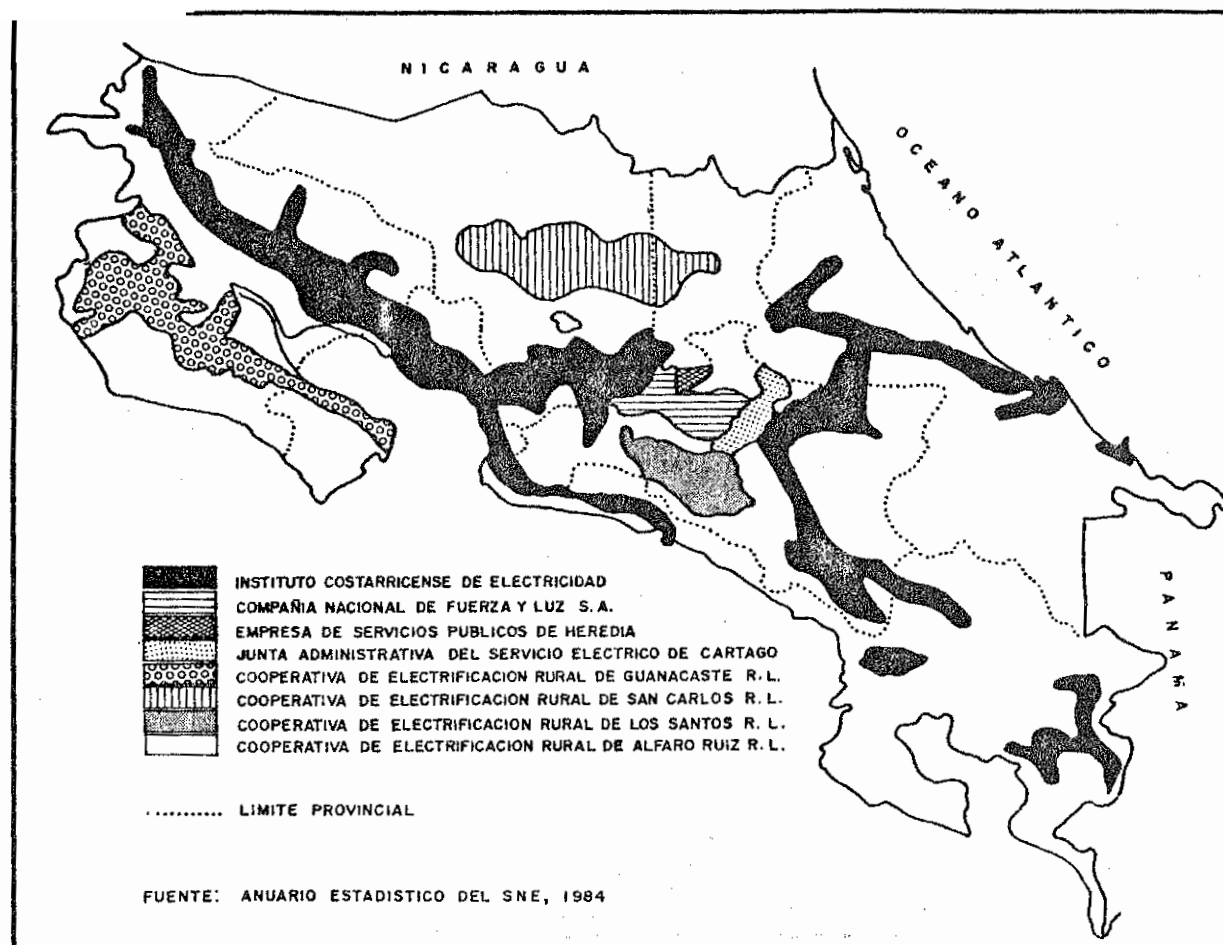
NOTAS: 1/ Para los años 1982 a 1985 en el servicio público se incluye lo generado para exportación.

2/ La generación para autoprodutores se consideró constante ya que no existen estadísticas para los años 1984 y 1985.

FUENTE: Serie Histórica de Anuarios Estadísticos del S.N.E.

FIGURA No. 1

AREA SERVIDA POR CADA EMPRESA DE SERVICIOS ELECTRICOS



GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA POR EMPRESA 1985

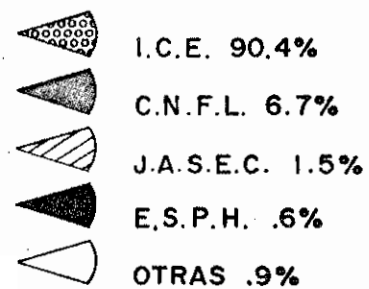
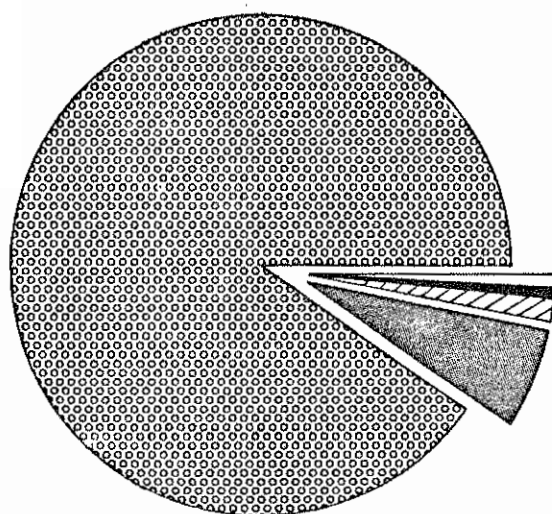


FIGURA No. 2

FUENTE: INFORMACION SUMINISTRADA POR EL S.N.E. 1985

En 1941 se creó el Servicio Nacional de Electricidad, cuya función primordial es la de actuar como organismo regulador de los servicios eléctricos; tiene actualmente potestad para fijar las tarifas de éstos a solicitud del ICE y/u otras empresas distribuidoras de electricidad y los lineamientos políticos fijados por el Gobierno. Asimismo, tiene la responsabilidad de determinar los precios de los productos derivados del petróleo.

Según la ley de nuestro país, las aguas de dominio público y las fuerzas que de ella se obtengan, así como cualquier otra fuente de energía, son del dominio del Estado y tienen la característica de ser inalienables.

El Servicio Nacional de Electricidad (SNE) tiene la potestad de dar concesiones o derechos de aguas y fuerzas hidráulicas o eléctricas a particulares. Cuando se dan autorizaciones de este tipo, el SNE dicta una resolución que contempla los derechos y obligaciones del concesionario.

Al desarrollarse proyectos de energía eléctrica con capacidad menor de 50 HP y que no utilicen como fuente de energía el agua, no es necesario ningún tipo de concesión por parte del SNE, siempre y cuando no se emplee para suministrar electricidad a otros, ya sean éstos particulares, empresas, compañías o entidades de cualquier clase.

El Programa de Expansión de Generación desarrollado por el ICE, tiene como objetivo prever y garantizar que se tendrá la energía necesaria para satisfacer la demanda futura que el desarrollo del país exige. Dentro de este lineamiento, se continúa con los estudios de factibilidad del proyecto hidroeléctrico Palomo y Guayabo, los estudios de prefactibilidad de los proyectos de Savegre y Virilla, junto con la evaluación del potencial hidroeléctrico de varias cuencas.

El desarrollo del Sistema Nacional Interconectado (SNI) consiste en la interconexión de diferentes plantas eléctricas, que alimentan diferentes centros de consumo localizados en una misma red de distribución, todo esto con el objetivo primordial de obtener un uso más eficiente de la capacidad instalada de potencia, junto con el uso racional de la energía disponible en el sistema.

De las plantas hidroeléctricas del país que poseen grandes embalses se pueden citar tres:

- Río Macho 120 000 kW
- Cachí 100 800 kW
- Arenal 157 398 kW

Además se cuenta con otras plantas relativamente grandes que son: La Garita con un embalse pequeño (30 000 kW) y Coroboci que utiliza las aguas residuales de la Planta Hidroeléctrica del Arenal (174 012 kW). En el Cuadro No. 2 se muestran las características principales de las diversas plantas hidroeléctricas con que cuenta el país para la generación de electricidad para el servicio público.

Para satisfacer la futura demanda de energía del Servicio Nacional Interconectado (SNI) se adoptó el Programa de Expansión de Generación, en el que se ha contemplado la operación futura de diversas plantas, como se puede observar en el Cuadro No. 3.

El Proyecto Geotérmico Miravalles I, contempla el aprovechamiento de los recursos geotérmicos localizados en los alrededores del Volcán Miravalles, en la cadena volcánica de Guanacaste. Hasta el momento, se han perforado 8 pozos; si la planta se pone en marcha se espera producir 55 000 kW adicionales (figura No. 3).

Durante 1984, con el fin de aumentar la capacidad de exportación de energía a Nicaragua y Honduras, se amplió la Subestación Reductora Liberia 2. Durante el año 1985 se exportaron 54 069 MWh a Nicaragua y 5 801 MWh a Honduras.

De acuerdo con la Segunda Etapa del Plan Nacional de Electrificación Rural, para finales del año 1985, un 75% del país estará servido, no obstante una gran cantidad de poblados no podrán ser interconectados en esta etapa a la red eléctrica. La población que no contará con ningún tipo de servicio eléctrico se estima en aproximadamente 600 000 habitantes.

En el programa de Fuentes de Energía no Convencionales realizado por el Instituto Costarricense de Electricidad, se incluyó un estudio sobre la instalación de pequeñas centrales hidroeléctricas, orientando su utilización a la electrificación de poblados aislados. No obstante, los resultados mostraron que debido a su tamaño, el costo de la energía producida resulta muy elevado comparado con el costo de la energía de los proyectos grandes que realiza el ICE. En general, la electrificación con minicentrales no parece atractiva cuando existe la alternativa de extensión de la red nacional desde un punto relativamente cercano (menos de 10 km).

Sin embargo, al ser el potencial hidroeléctrico del país amplio y bien distribuido, no se descarta la posible utilización de minicentrales para aplicaciones tales como:

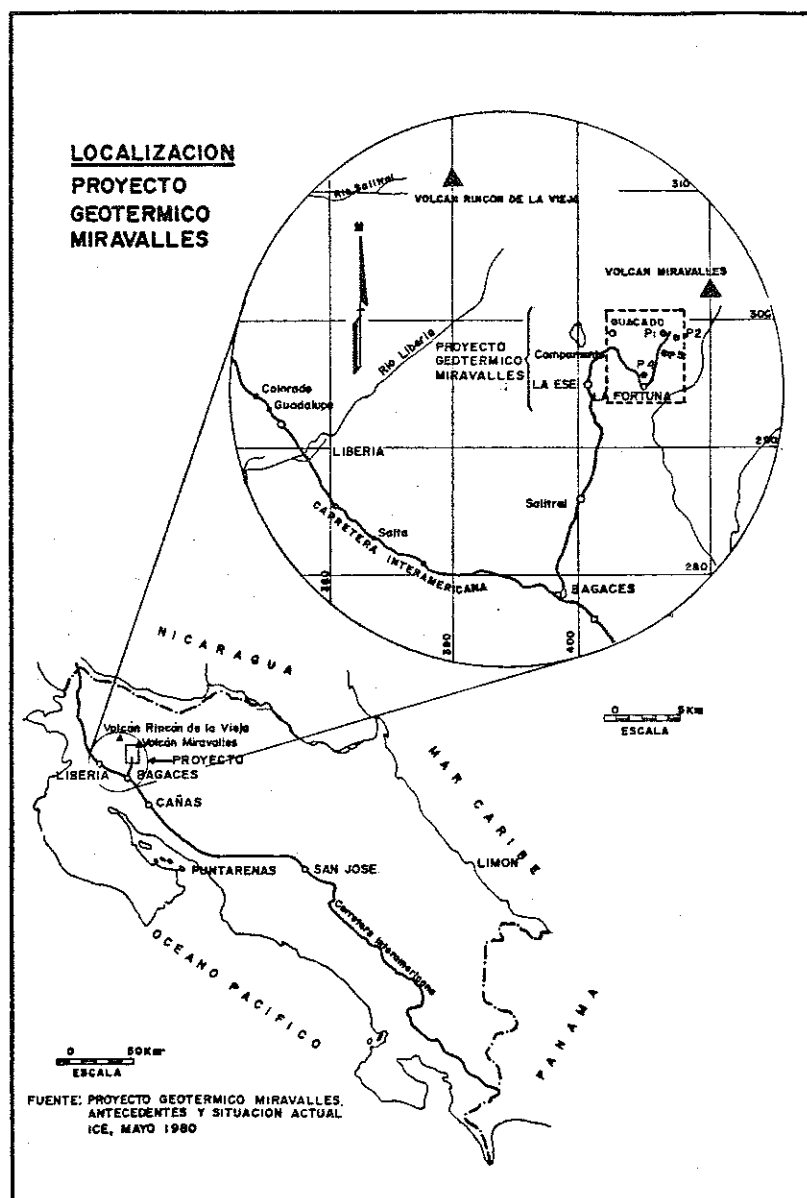
CUADRO No. 2

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS PLANTAS HIDRAULICAS EXISTENTES

PLANTA	CAIDA (m)	TIPO DE TURBINA	NUMERO DE UNIDADES	DESCARGA (m ³ /s)	CAPACIDAD INSTALADA (MW)	VELOCIDAD R.P.M.	EMPRESA
COROCOBI	234	Francis	3	97,5	174	360	ICE
ARENAL	212	Francis	3	96,0	157	360	ICE
RIO MACHO	450	Pelton	5	22,0	120	450	ICE
CACHI	260	Reaccion	3	53,0	100,8	514	ICE
LA CARITA	151	Reaccion	2	26,0	30	514	ICE
AVANCE	148	Pelton	1	0,2	0,24	1 200	ICE
PTO. ESCONDIDO	80	Francis	1	0,3	0,2	900	ICE
LOS LOTES	105	Francis	1	0,5	0,4	1 200	ICE
CACAO	46	Francis	2	2,4	0,7	900	ICE
VENTANAS	94	Francis	4	15,5	10	720	C.N.F.L
NUESTRA AMA	183	Francis	2	5,5	7,5	900	C.N.F.L
BRASIL	54	Francis	5	7,6	2,8	600	C.N.F.L
BELEN	96	Francis	4	7,2	5,0	600	C.N.F.L
ELECTRIONA	80	Francis	2	4,9	2,7	900	C.N.F.L
ANANAS	29	Francis	1	2,7	0,6	720	C.N.F.L
RIO SEGUNDO	57	Francis	1	0,6	0,3	900	C.N.F.L
BIRRI 1	169	Pelton	3	1,5	1,7	360	JASEC
BIRRI 2	225	Pelton	1	1,5	2,4	514	JASEC
BIRRI 3	320	Pelton	1	1,8	4,3	600	JASEC
CARRILLOS	142	Francis	2	1,8	2,0	1 200	ESPH
LA JOYA	153	Pelton	3	0,6	0,3	600	ESPH

FUENTE: Oficina de Estadística, ICE.

FIGURA No. 3



- a. Minicentrales para suministrar energía sin necesidad de una costosa red de transmisión y distribución (su desarrollo estaría en manos de la iniciativa privada).
- b. Minicentrales interconectadas, que puedan operar en forma desatendida, que inyecten en la red una cantidad de energía suficiente, a un precio competitivo para justificar su construcción.

En estos momentos, las mayores prioridades del ICE (de una escala más amplia) y las oportunidades de utilización de proyectos pequeños, son factores que no permiten recomendar el seguir invirtiendo más recursos en el desarrollo de pequeñas centrales.

No obstante, el ICE desarrollará proyectos de este tipo una vez agotado el potencial en proyectos grandes, los cuales son los que mayores beneficios económicos aportan a la sociedad.

En cuanto al trabajo de investigación realizado en la Universidad de Costa Rica, en este campo tenemos (Cuadro No. 3):

CUADRO No. 3

SUB-SECTOR ELECTRICO - PROGRAMA DE OBRAS DE GENERACION

PROYECTO	POTENCIA (MW)	FECHA DE ENTRADA
Ventanas Garita	96	1987
Planta Térmica	32	1990
Miravalles I	55	1991
Sandilla I	32	1992
Miravalles II	55	1993
Planta Térmica	32	1994
Siquirres I	154	1995
Planta Térmica	32	1998
Guayabo	245	1999
Siquirres II	231	2001
Planta Térmica	32	2005

FUENTE: Instituto Costarricense de Electricidad. Plan Nacional de Energía 1986-2005.

En 1973, la Universidad de Costa Rica a través de la Escuela de Ingeniería Mecánica inició el estudio teórico sobre turbinas tipo Banki. El Ing. Fernando Rojas, profesor de esta escuela, construyó y probó dos modelos pequeños.

Más adelante, en 1976 se retomó el interés en el desarrollo de turbinas y se confeccionó un programa de computador para el cálculo de las dimensiones de las turbinas Banki, para condiciones específicas de caudal de agua, caída de agua y potencia requerida.

En el proceso de desarrollo e investigación se han obtenido componentes prestados y/o regalados de diversas instituciones, en 1981, se obtuvo un equipo electrónico, donado por el PNUD que permite la rápida toma de datos (presión, caudal, velocidad y torque) y cálculo de potencias y eficiencia.

Desde 1978 se han diseñado y construido cinco modelos de rodets de tipo Banki para probar en el laboratorio. Combinado con los rodets, se han construido aproximadamente doce distintas boquillas con variantes, de uno al otro, en cuanto a tipo y geometría se refiere. Gran parte del trabajo ha sido realizado por estudiantes, al estar cumpliendo con sus proyectos de graduación.

En las pruebas de modelos, en el laboratorio se ha obtenido mucha información y experiencia, pero no se ha resuelto cual de los tipos de boquilla conviene más, sin embargo, se han obtenido eficiencias de hasta 78%. La construcción de los rodets y boquillas se ha realizado solamente con hierro negro sin experimentar con otros materiales como acero inoxidable.

Además de la experiencia a nivel de laboratorio se han diseñado, construido e instalado turbinas en el campo para la generación de electricidad. La capacidad de estas pequeñas plantas generadoras ha oscilado entre 7,5 kW y 275 kW.

En cuanto al control, se ha tratado de seguir una línea paralela al desarrollo de la turbina Banki. Hasta este momento, se ha diseñado y probado un control puramente digital que mide el voltaje generado para controlar así la compuerta de entrada, además se han diseñado y probado controles analógicos P.I. interfaces entre dispositivos A/D sensores, realizando simulaciones digitales del lazo de control.

Por medio de proyectos de graduación se ha hecho un programa de control por microcomputador para la turbina.

En cuanto a actividades generales se debe destacar la participación de investigadores de los proyectos de turbina Banki y controles de velocidad, en la "Reunión de Trabajo sobre Energía - CONICIT - NAS" en marzo de 1980 y en el "Primer Encuentro Centroamericano de Expertos en Pequeñas Plantas Hidroeléctricas" en septiembre de 1980.

Por otra parte, la Universidad de Costa Rica a través de las Escuelas de Ingeniería Mecánica y Eléctrica ha firmado un convenio de cooperación con la Compañía Nacional de Fuerza y Luz, este convenio fija las condiciones mediante las cuales estas dos instituciones deben desarrollar un pequeño proyecto de turbinas hidráulicas y sus sistemas de protección y control, además de instalar y operar una planta piloto.

Los objetivos generales de este proyecto son:

- Desarrollar una tecnología que permita diseñar, construir, instalar y mantener turbinas hidráulicas.
- Optimizar el diseño mecánico y eléctrico, así como las técnicas de fabricación de los componentes constituyentes.
- Determinar la rentabilidad de la instalación de pequeñas centrales con el fin de generar electricidad que será entregada al SNI.

La planta piloto servirá para evaluar el rendimiento, durabilidad y aspectos económicos de las turbinas, sus sistemas de control y protección.

La Compañía Nacional de Fuerza y Luz concede al proyecto la oportunidad de que se construya la planta piloto en la planta hidroeléctrica en río Segundo (2 500 kW).

PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS: CUBA

1. RESUMEN HISTORICO

En las zonas montañosas de las provincias orientales aún se conservan ruinas, de asentamientos de colonos europeos, que demuestran que ya en el siglo pasado se utilizaba en Cuba la energía hidráulica para mover despulpadoras de café, molinos de granos, etc.

Existen también construcciones hidráulicas y ruinas de instalaciones hidroeléctricas que a principios de este siglo dieron servicio a asentamientos poblacionales de alguna importancia en las provincias de Pinar del Río, Cienfuegos, Matanzas, Sancti Spíritus y Guantánamo.

Estas pequeñas instalaciones se fueron abandonando paulatinamente a partir de los años 40 con la introducción de algunos sistemas eléctricos basados en plantas térmicas o más recientemente por la instalación de plantas diesel.

Se puede afirmar que hasta enero de 1959 el país contaba con un solo aprovechamiento hidroenergético apreciable en construcción, la hidroeléctrica de Hanabanilla, la cual después de nacionalizada se terminó y amplió hasta una capacidad instalada de 43 MW.

Hasta esa fecha era casi total el desconocimiento del potencial hidroenergético aprovechable y la mayoría de las instalaciones existentes estaban en ruinas o abandonadas.

A partir del triunfo de la Revolución algunas de esas pequeñas instalaciones fueron recuperadas y puestas de nuevo en servicio, 6 en total con unos 3 MW de potencia instalada.

La propia configuración geográfica del territorio nacional, una isla alargada y estrecha, sin grandes cuencas ni ríos caudalosos, junto a los bajos precios de los derivados del petróleo no estimulaban el análisis del potencial hidroenergético aprovechable.

Sin embargo, estas características geográficas motivaron el desarrollo vertiginoso de la construcción de embalses con el objetivo de respaldar el desarrollo agrícola y social del país emprendido por la revolución. De esta forma desde 1959 hasta la

fecha se han construido en Cuba más de 141 embalses mayores y más de 650 presas y micropresas menores, que en total hacen que Cuba cuente con una capacidad de embalse de agua de más de 10 700 mil millones de metros cúbicos.

Esta voluntad hidráulica da una base material firme para el desarrollo de las pequeñas centrales hidroeléctricas en regímenes subordinados a riego y abasto o en régimen continuo o pico usando embalses reguladores.

Estas posibilidades se comenzaron a estudiar a partir del año 1967 y ya en 1978 se hizo una primera evaluación, con los datos disponibles de la red pluviométrica nacional y las estaciones de aforos existentes en unos 300 embalses, seleccionando de ellos los 18 que tenían en aquel momento las mejores posibilidades hidroenergéticas.

2. ESTRUCTURA INSTITUCIONAL ENCARGADA DEL PROGRAMA NACIONAL DE PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS

En 1983 se constituyó en el país la Comisión Nacional de Energía, órgano adscrito al Consejo de Ministros y que dentro de sus funciones tiene la de proponer la política nacional energética, con proposiciones concretas sobre la utilización racional, el ahorro y la investigación y el desarrollo de los recursos energéticos.

Esta Comisión Nacional de Energía cuenta con una Secretaría Ejecutiva permanente, con un Área Técnica y con la Inspección Energética, como órganos de trabajo.

Esta estructura se repite en las Comisiones Provinciales y en los principales municipios, adscritos a los Órganos Locales del Poder Popular (Gobiernos provinciales y municipales).

A finales de 1983 se creó un grupo operativo nacional adscrito a la Comisión Nacional de Energía y grupos de trabajo provinciales para la confección, proposición, implantación, dirección y control del Programa Nacional de pequeñas, mini y micro centrales hidroeléctricas, coordinando éste el trabajo del resto de los organismos, entidades y empresas que participan, fundamentalmente el Instituto de Hidroeconomía, la Industria Sideromecánica, la Industria Básica y sus empresas de generación, transmisión y distribución y las instancias provinciales de los Órganos Locales del Poder Popular (OLPP).

Tomando en consideración el sistema de planificación de nuestra economía socialista, la implantación del programa requiere su inclusión en el plan a mediano plazo (plan quinquenal), ésta se elaboró y aprobó a partir de una evaluación preliminar del potencial hidroenergético, las posibilidades de construcción en el país del equipamiento requerido, disponibilidades de recursos de importación para el completamiento, las posibilidades constructivas, etc.

Según el volumen de inversión que representan se tratan por separado el Programa de mini y micro y el de pequeñas centrales hidroeléctricas.

En el programa a mediano plazo de mini y micro centrales se enmarca el número de instalaciones a desarrollar por provincias y por año, la capacidad total a instalar, los usuarios a beneficiar, algunas restricciones en cuanto al costo por kW instalado, longitud de líneas máximas a utilizar según la capacidad y algunas restricciones económicas.

Así, el Programa de mini y micro centrales hidroeléctricas para el quinquenio 1986-1990, alcanza unas 250 unidades en total, unas 50 por año, con una potencia total a instalar de unos 15 MW.

Las directivas del programa quinquenal se concretan en los planes anuales, sobre la base de los estudios de factibilidad aprobados, la documentación de proyecto terminada, la decisión de prioridades territoriales según los resultados económicos y sociopolíticos esperados de la cartera de proyectos presentados, etc. En el caso de las microcentrales la metodología es mucho más flexible debido al bajo costo total de estas instalaciones.

De esta forma el órgano del gobierno provincial como inversionista, solicita, distribuye, controla y administra los recursos financieros que le asigna el plan único de la economía para este programa nacional.

En el caso de las pequeñas centrales hidroeléctricas el proceso de planificación es similar aunque por el volumen de inversiones que representan, cada objetivo es sometido a un riguroso análisis técnico-económico por el buró de evaluaciones de la Junta Central de Planificación, por lo que cada etapa del trabajo inversionista requiere una documentación detallada y completa.

El papel de inversionista central para las pequeñas centrales hidroeléctricas conectadas al Sistema Energético Nacional (SEN) lo desempeña el Ministerio de la Industria Básica (MINBAS)

y el de inversionista directo una de sus empresas o unidades presupuestarias, si la pequeña central hidroeléctrica forma parte de un complejo hidráulico el inversionista central puede ser bien el MINBAS o el Instituto de Hidroeconomía, en dependencia del uso a que se destine la energía.

El papel de proyectista en todos los casos lo desempeñan las empresas de proyectos del Instituto de Hidroeconomía, salvo excepciones que se refieren a microcentrales que requieran sólo de documentación elemental o típica, estas empresas a solicitud de los Poderes Populares contratan los trabajos de proyectos, inventarios, esquemas regionales y precisados, etc.

Existen normas establecidas por el Instituto de Hidroeconomía y el Grupo Operativo Nacional, sobre el alcance y contenido de los estudios de factibilidad y proyectos de acuerdo a la envergadura de cada objetivo.

La base para la confección de las normas la constituyó en buena medida los documentos publicados por OLADE.

Estos estudios contienen los siguientes aspectos:

- Precisión de la demanda.
- Curva de gastos clasificados.
- Topografía de la conducción (planta y perfil).
- Aspectos ingeniero-geológicos.
- Análisis de las variantes y alternativas de potencia a instalar.
- Cálculos y especificaciones técnicas.
- Estimado de las inversiones.
- Análisis económico.

En el caso de las pequeñas centrales hidroeléctricas un estudio técnico económico requiere la siguiente documentación como mínimo:

- Tarea de proyección.
- Planos de la zona a escala 1:50 000.
- Planta general de la obra.

- Planos generales de las obras de toma.
- Planos detallados de las obras de salida.
- Planos con las curvas de área, capacidad contra altura del embalse y de gastos contra altura aguas abajo de la presa.
- Planos generales de las conductoras dentro de la obra de toma si existieran, así como planos detallados de las secciones de acople con la pequeña central hidroeléctrica.
- Estudio hidrológico de la obra, conteniendo las regulaciones de proyectos existentes.

Además debe contener la siguiente información en detalle:

- Generación media anual (GWh).
- Generación garantizada para el 85% de probabilidad.
- Potencia instalada (kW).
- Gasto de diseño.
- Carga de diseño.
- Recomendación del tipo de turbinas a emplear.
- Costo estimado de equipamiento electromecánico.
- Costo estimado de las obras civiles.
- Ahorro de petróleo anual producto de la construcción de la pequeña central hidroeléctrica.
- Plazo de recuperación de la inversión sobre la base del ahorro de petróleo y otras consideraciones económicas.

También se acompañan:

- Cálculos hidroeconómicos.
- Cálculos hidráulicos.
- Parte mecánica.
- Parte eléctrica.
- Parte estructural.

2.1 Construcción: Mini y Microcentrales Hidroeléctricas

El inversionista central, es decir los Organos Provinciales del Gobierno a través de sus inversionistas directos, una empresa o unidad presupuestada adscripta a ellos, contratan, según la documentación del proyecto, la ejecución de la obra a una empresa constructora del Ministerio de la Construcción especializada (subordinación nacional) o una empresa constructora de subordinación local.

La experiencia nuestra demuestra que estas construcciones deben ejecutarse con una brigada, con el mínimo de personal y de equipos, y con el apoyo de los pobladores de la zona que serán beneficiados, usando al máximo los materiales locales, de lo que se desprende que las grandes empresas constructoras no deben utilizarse en este tipo de obra, ya que, los costos y formas de trabajo no se avienen a las mismas.

Tanto el diseño como la construcción de las líneas de transmisión y distribución la ejecutan las empresas especializadas de la Industria Eléctrica.

2.2 Operación y Mantenimiento

Para la operación y el mantenimiento de las instalaciones se responsabiliza a la Empresa Local de Servicios Comunes, en los casos en que la central trabaje aislada del Sistema Nacional. Estas a su vez cobran el servicio sobre la base del metraje a cada usuario y la aplicación de las tarifas vigentes. El mantenimiento a la subestación eléctrica y a las líneas de distribución casuísticamente se lo contratan con la empresa especializada de la región.

Se ha elaborado un reglamento general, que adecuado a las características de cada hidroeléctrica, norme la operación, el mantenimiento, los contratos con los usuarios y el consumo de la energía producida. Cuestiones que la experiencia ha demostrado ser necesarias antes de iniciar el nuevo servicio en cada localidad.

2.3 Producción Nacional de Equipos y Componentes

La Industria Mecánica nacional desarrolla estas producciones en dos de sus empresas.

En la actualidad se producen varios modelos de tres familias de turbinas de impulso tipo Pelton que satisfacen en alto grado la gama de cargas y caudales que aparecen en los inventarios regionales, estas turbinas las entrega la industria con regulador hidromecánico o con regulación manual, se trabaja en el desarrollo de reguladores eléctricos-electrónicos y de carga fantasma.

Además se entregan las pizarras de control, las válvulas y algunos hidromecanismos y otros componentes, tales como grúas o polipastos; los generadores que se entregan acoplados a las máquinas son importados, se comienza a trabajar en el desarrollo de estas producciones por la vía de la integración sucesiva.

Con documentación y asesoría de OLADE se trabaja en el desarrollo de una familia de turbinas de flujo cruzado tipo Mitchell Banki, cuyos prototipos se terminarán este año.

Bajo licencia checoslovaca se trabaja en el desarrollo de un tipo de turbina de propela en codo, de una familia de turbinas Banki y de otra familia de turbinas Francis con diámetros de rodete desde 300 mm hasta 1 500 mm.

Para la asimilación de la producción de turbinas Francis se construirá cooperadamente el equipamiento de dos pequeñas centrales hidroeléctricas de las inscritas en el programa del quinquenio.

Un desarrollo interesante ha sido la fabricación nacional y el uso de tuberías de aluminio emplantilladas, que resisten con éxito presiones de trabajo de 10 atmósferas y que por su bajo costo y fácil montaje van mostrando buenos resultados en su uso.

2.4 Situación Actual del Programa de Mini y Micro Centrales

Hasta la fecha en el país hay 26 unidades en explotación con una potencia instalada de 4 055 kW que presta servicio a unos 1 293 núcleos familiares, beneficiando a unos 5 544 habitantes, dando servicio además a 6 industrias locales, a 2 hospitales y 11 escuelas y centros de estudio, además de otros objetivos sociales.

En construcción se encuentran 18 unidades y en proyectos unas 28.

En el programa de pequeñas centrales hidroeléctricas propiamente dicho, se trabaja con el objetivo de iniciar no menos de 6

obras en el quinquenio y terminar 3 de ellas como mínimo, 2 de éstas como parte de la asimilación de la tecnología de producción de equipos, el total de capacidad a instalar en el quinquenio en pequeñas centrales hidroeléctricas es de unos 8,5 MW.

Además se trabaja en la terminación de un proyecto que estuvo algún tiempo paralizado y que permitirá el próximo año sincronizar al Sistema Nacional una capacidad de 2,5 MW subordinados a riego.

Otra experiencia interesante ha sido la búsqueda de soluciones a pequeños objetivos económicos aislados o como es característico en las zonas montañosas, agrupaciones de dos o tres viviendas, se ha experimentado el uso de instalaciones muy simplificadas con turbinas de flujo cruzado, de propela o de impulso para producir potencias en el rango de 0,6 a 3 kW. Estas instalaciones son portátiles, utilizan tuberías flexibles de capron o aluminio y reguladores de cargas fantasmas. Las mismas son importadas o de fabricación nacional y al concluirse la experiencia en proceso se dispondrá de elementos para aumentar su utilización.

ANEXO I

RESOLUCION:

POR CUANTO: Se está ejecutando un programa de construcción y montaje de minicentrales y microcentrales hidroeléctricas principalmente en las zonas montañosas con el objetivo de dar servicio eléctrico a las poblaciones aisladas del sistema electroenergético nacional.

POR CUANTO: El disfrute del servicio de las instalaciones a que se refiere el Por Cuanto anterior, que contribuirá al desarrollo económico y social, y al aumento de la calidad y las condiciones de vida de las zonas apartadas requiere, para su operación estable y confiable, de la actividad, consciente y sistemática, tanto de los operadores como de todos y cada uno de los consumidores.

POR CUANTO: Resulta conveniente establecer un reglamento de carácter general contentivo de los aspectos básicos que normen el funcionamiento, mantenimiento, consumo y cobro de la energía eléctrica de las minicentrales y microcentrales, en el que se deberán basar las direcciones administrativas correspondientes de los órganos provinciales del Poder Popular para las regulaciones que deberán dictar con respecto a cada instalación en particular, atendiendo a sus características y a la demanda actual y perspectiva de la zona a que dará servicio.

POR CUANTO: El Decreto Ley 70 de junio de 1983 faculta a la Comisión Nacional de Energía, a dictar en el marco de sus facultades y competencia, reglamentos, resoluciones y otras disposiciones de obligatorio cumplimiento para los demás organismos y sus dependencias, el sector cooperativo, el privado y la población.

POR TANTO: En uso de las facultades que nos están conferidas resolvemos dictar el siguiente:

REGLAMENTO GENERAL PARA LA EXPLOTACION, USO
Y MANTENIMIENTO DE MINICENTRALES Y MICROCENTRALES
HIDROELECTRICAS

CAPITULO I

Disposiciones Preliminares

Artículo 1.- El presente Reglamento tiene por objeto definir las normas referentes a aspectos comunes que se aplicarán en la explotación, uso y mantenimiento de las minicentrales y microcentrales hidroeléctricas que trabajen aisladas del sistema electroenergético nacional y que brinden servicio a entidades estatales y a la población.

Artículo 2.- A los efectos de este Reglamento se entenderá como minicentrales y microcentrales hidroeléctricas, a las que se llamará en lo sucesivo las centrales, al conjunto de equipos compuesto generalmente por turbina y generador, que aprovechando una fuente hidroenergética produzca energía eléctrica, con potencias instaladas menores a 500 kW.

Artículo 3.- Las normas que establece el presente Reglamento se refieren en cuanto a las centrales a:

- a) prioridad en el uso de la energía eléctrica;
- b) limitaciones y restricciones en el uso de la energía eléctrica;
- c) operación de las centrales;
- ch) mantenimiento y reparación de las instalaciones; y
- d) administración, cobro y pago del servicio eléctrico.

CAPITULO II

De la Prioridad en el Uso de la Energía Eléctrica

Artículo 4.- Atendiendo a lo establecido nacionalmente, el orden de prioridades en el disfrute del servicio eléctrico brindado por las centrales será:

- a) la defensa del país;
- b) las necesidades sociales según el orden siguiente:
 - salud
 - educación
 - círculos sociales
 - viviendas
 - alumbrado público; y
- c) las necesidades de la economía y los servicios según prioridades de la provincia.

CAPITULO III

De las Limitaciones y Restricciones en el Uso de la Energía Eléctrica

Artículo 5.- La extensión de las líneas eléctricas será determinada por la Dirección designada del órgano provincial del Poder Popular, a la que se denominará en lo adelante la Dirección Provincial y la Comisión de Ahorro de Energía de la provincia con la asesoría de la Empresa de Transmisión y Distribución de la provincia o territorio, y el proyectista, debiendo señalarse los límites de la electrificación teniendo en cuenta la demanda y capacidad de la instalación, racionalidad económica y disponibilidad de las líneas planificadas. Como norma general la distribución deberá ser de no menos de 20 usuarios por kilómetro de línea, y no menos de 10 kW de potencia instalada por kilómetro de línea de transmisión.

Artículo 6.- Se prohíbe el uso estatal o privado de la energía eléctrica proveniente de las centrales, salvo casos excepcionales, en:

- a) cocinas y hornos;
- b) calentadores de agua de cualquier tipo; y
- c) sustitución de combustible de origen local o renovables tales como leña, aserrín y otros desperdicios de cosechas y bosques, energía del viento, biogás, etc.

Artículo 7.- El uso de la energía eléctrica producida por las centrales, por usuarios estatales o privados para el bombeo de

agua será objeto de análisis y acuerdos casuísticos y específicos. En general se prohibirá su uso en todos los casos, entre las 6 p.m. y las 12 p.m.

Artículo 8.- De acuerdo con la potencia instalada y las características de cada central, así como de la demanda planificada, deberá regularse el uso de equipos eléctricos y electrodomésticos por el Estado y por particulares.

Artículo 9.- A los efectos señalados en el Artículo anterior se establecen las restricciones siguientes:

- desde el inicio de la explotación deberá preverse el uso de la iluminación fluorescente, priorizándose con la Dirección de Comercio correspondiente, la venta a la población, en la zona que recibirá el servicio, de lámparas, encendedores y tubos, y se establecerá para los usuarios estatales la obligatoriedad de esta iluminación u otra más eficiente;
- quedará sujeto a acuerdo específico, temporal o no, entre el usuario estatal o privado y la administración de la central, el uso de los equipos siguientes:
 - a) acondicionadores de aire;
 - b) máquinas de soldar;
 - c) sierras, tornos, taladros y, en general, máquinas, herramientas para metales, maderas y hornos de tratamiento térmico; y
 - ch) incubadoras, criadoras, ordeñadoras mecánicas, pasteurizadoras y congeladoras comerciales, secadoras, molinos de granos, reflectores y bombillos incandescentes de más de 100 W de potencia, etc.

Artículo 10.- En los casos en que se autorice y acuerde mediante contrato el uso temporal de los equipos mencionados en los artículos 7 y 8, se incluirá en el citado contrato un riguroso plan de acomodo de carga.

Artículo 11.- Los usuarios estatales, antes de efectuar contrataciones de equipos y plantas completas, y como parte de sus tareas de inversión, coordinarán con la Dirección designada del órgano municipal del Poder Popular para obtener su aprobación en lo referente al proyecto eléctrico de dichas inversiones.

Artículo 12.- Todo usuario del servicio eléctrico estará obligado a hacer y reparar sus instalaciones a partir del equipo de

medida de consumo de electricidad hacia el interior de su inmueble, y será responsable de los daños que se ocasionen por defectos de la instalación de dicho sistema interior.

La Dirección designada del órgano municipal del Poder Popular, en lo adelante la Dirección Municipal, efectuará las inspecciones necesarias, y según el resultado de éstas, podrá retirar el servicio o negar su prestación, si las instalaciones interiores no responden a las normas establecidas sobre la materia y al código de seguridad eléctrico, o interfieren o sean perjudiciales a la prestación del servicio eléctrico a otros usuarios.

Artículo 13.- Se prohibirá a los usuarios estatales efectuar instalaciones de nuevos equipos o alterar su régimen de trabajo, si con ello se incrementa la demanda prevista para ese servicio, sin previa autorización de la Dirección Municipal, siendo obligatorio para las administraciones de esas dependencias el cumplimiento de lo que se deja señalado, a los que se les exigirá la responsabilidad que corresponda.

Artículo 14.- Se prohíbe al usuario manipular, cambiar o alterar el equipo de medida y la acometida del servicio, impedir la marcha correcta del referido equipo, el paso libre de la energía por éste y tomar energía eléctrica que antes no haya sido registrada por el citado equipo.

El incumplimiento intencional o culposo por parte del usuario de cualesquiera de las anteriores prohibiciones lo hará responsable de los daños y perjuicios que por esta causa se originen, con independencia de la responsabilidad penal en que pudiera incurrir.

Artículo 15.- Las normas técnicas para el circuito de los usuarios y el código de seguridad eléctrico a aplicar, con respecto a lo establecido en el presente Reglamento, serán los vigentes para el sistema electroenergético nacional.

Artículo 16.- El consumo de energía eléctrica de las centrales en las viviendas deberá normarse y también deberá explicarse convenientemente al usuario que:

- el consumo mensual por usuario privado no deberá exceder de 150 kWh; y
- durante el horario de 6 p.m. a 12 p.m. la carga en uso no podrá ser superior a 500 watts.

Para el cumplimiento de lo anterior se adoptarán medidas estrictas de acomodo de carga en el horario pico. En los casos en que no se requiera momentáneamente la aplicación del acomodo de cargas o limitaciones al consumo, deberá constar en los contratos que a partir del momento que se considere necesario por la administración será de obligatorio cumplimiento el acomodo que resulte necesario.

Artículo 17.- Se exceptúan de lo anterior las centrales donde existan restricciones especiales o capacidades por encima de la demanda proyectada para los próximos 5 años a partir de su puesta en explotación.

CAPITULO IV

Artículo 18.- La operación de las centrales deberá ser continua; la instalación trabajará ininterrumpidamente durante las 24 horas y nunca menos de 340 días al año, salvo los casos donde las características de la demanda y la potencia disponible exijan una operación diferente.

Artículo 19.- Cuando exista un embalse regulador antes de la obra de toma de la central, y de requerirlo las características de la demanda, el horario de trabajo se ajustará a las particularidades del embalse y a la demanda, para optimizar la explotación en función del mejor servicio, el máximo número de consumidores y el máximo consumo, durante el máximo período de trabajo posible, lo que constará exhaustivamente en cada reglamento específico.

Artículo 20.- Salvo fuerza mayor (sequías excepcionales, averías mayores imprevistas, etc.) las paradas por mantenimiento serán preventivas y planificadas, tanto de la central en sí como de la presa, el canal de aproximación, el desarenador, la tubería de carga y las líneas de transmisión y distribución. Los paros se coordinarán de manera que se puedan ejecutar los trabajos en los períodos de menor demanda del día siguiente. Los citados paros serán comunicados a la población con no menos de 72 horas de antelación. La suma de todos los paros, planificados e imprevistos, sin incluir los originados por fuerza mayor, no deberán rebasar nunca 20 días al año.

No se podrán producir paros por falta de operadores o problemas organizativos.

Artículo 21.- El mantenimiento y reparación de las centrales aisladas será responsabilidad de la Dirección Municipal corres-

pondiente; de no contar con el personal requerido coordinará el mantenimiento con las empresas especializadas de la provincia que ejecutarán las reparaciones de las instalaciones. El mantenimiento especializado a las líneas eléctricas lo coordinarán con la Organización Básica Eléctrica, territorial correspondiente.

Artículo 22.- La Dirección Municipal nombrará al jefe de la instalación en su conjunto, así como a los operadores que se consideren necesarios, y asignará las herramientas, equipos y materiales necesarios para el mantenimiento y reparación de las instalaciones, así como implantará las normas internas de explotación, mantenimiento y reparación que garanticen lo establecido en el presente Reglamento y en el específico que se dicte al efecto.

Por cada central se llevará un registro de incidencias donde, además, se reflejarán periódicamente los parámetros principales de trabajo de la central. Este documento único servirá para que las distintas instancias provinciales y nacionales puedan evaluar el trabajo de la central en particular. Como anexo al libro de incidencias se acompañará el censo actualizado de efectos electrodomésticos por usuarios y los acomodos de carga definitivos y pactados en los contratos.

CAPITULO V

Del Pago y el Cobro del Servicio Eléctrico

Artículo 23.- Los consumidores estatales y privados estarán obligados al pago del servicio eléctrico prestado, lo que realizarán a la persona o entidad que designe a tales efectos la Dirección Municipal.

El cobro y el pago se efectuarán según lo establecido en la tarifa para el sistema electroenergético nacional.

Artículo 24.- Será requisito imprescindible el metraje de cada consumidor, y el pago se realizará según la lectura mensual, salvo en los casos de centrales con menos de 10 usuarios con restricciones especiales.

Artículo 25.- En el caso de centrales con menos de 10 usuarios con restricciones especiales donde el metraje no sea aconsejable se procederá al cobro del servicio según la tarifa establecida para el servicio con plantas diesel o según las normas que decida

al efecto el Comité Ejecutivo del Órgano provincial del Poder Popular.

Artículo 26.- Cada usuario estatal o privado, previo el otorgamiento del servicio, otorgará un contrato con la persona o entidad designada a tales efectos por la Dirección Municipal.

Artículo 27.- El modelaje a utilizar en la concentración será el usado a estos fines por la Empresa de Transmisión y Distribución del Ministerio de la Industria Básica, adecuándolos a lo que se establece en este Reglamento y el específico correspondiente, de acuerdo con las características de las centrales.

Artículo 28.- En los contratos se hará constar lo siguiente:

- a) que el usuario no podrá ceder, transferir o permitir el uso de la energía contratada a terceras personas, quedando terminantemente prohibidas las tendederas;
- b) las prohibiciones específicas sobre el uso de efectos y equipos eléctricos y electrodomésticos;
- c) el plan específico del acomodo de carga a cumplir obligatoriamente por el usuario y las restricciones de carga a utilizar durante el horario comprendido entre las 6 p.m. y las 12 p.m.;
- ch) la declaración de tenencia de equipos y efectos electrodomésticos del usuario, así como el inventario de luminarias de tipo y potencia instalada que será actualizado semestralmente;
- d) el consumo máximo permisible mensual; y
- e) que al efectuarse un incumplimiento por el usuario de lo estipulado en el contrato se procederá a retirarle el servicio mediante el corte, hasta tanto se cumplan todos los requisitos normados. El período de corte se determinará en el documento contractual y, en particular, los gastos para restablecer el servicio correrán por cuenta y cargo del usuario.

DISPOSICIONES FINALES

PRIMERA: La Dirección Provincial, con la aprobación del Comité Ejecutivo provincial y en consulta con la Comisión de Ahorro de Energía Provincial, correspondientes, elaborarán reglamentos específicos de cada central enclavada en el territorio, de acuerdo con lo establecido en el presente Reglamento, los que se

pondrán en vigor antes de la puesta en marcha de cada una de estas instalaciones o el caso de las ya existentes en un período de seis meses, a partir de la puesta en vigor de este Reglamento.

SEGUNDA: Se derogan cuantas disposiciones de nivel igual o inferior se opongan a lo establecido en el presente Reglamento, que entrará en vigor a los 30 días de su publicación en la Gaceta Oficial de la República.

Joel Domenech Benítez
Presidente
Comisión Nacional de Energía

REGIONAL DOCUMENT ON NATIONAL EXPERIENCES WITH
SMALL HYDROPOWER STATIONS

(Part Two)

PRESENTATION

On this occasion, the excerpts included from the Regional Document on Experiences with Small Hydropower Stations refer to Argentina, Brazil, Colombia, Costa Rica and Cuba.

Special mention should be made of the importance that these countries grant to the technological development involved in small-scale hydroelectricity generation, based on the one hand on resource availability and, on the other, on the research capacity of the centers of higher learning in the countries of the Region.

Another point of agreement worth noting is that small hydropower stations are considered a competitively viable energy alternative capable of meeting the electricity requirements of isolated settlements, and thereby improving productivity and the quality of life of the rural population.

SMALL HYDROPOWER STATIONS: ARGENTINA

1. INTRODUCTION

The Republic of Argentina has abundant surface water resources, and its varied geomorphological structure and predominantly warm-humid climate are well-suited to the development of hydropower.

The country's technically feasible hydroelectric potential has been estimated at 40 000 MW. In 1984, the total installed electricity-generating capacity was 15 280 MW, of which 5 380 MW (35%) were from hydroelectric power facilities and 9 900 MW (65%) were from thermoelectric power facilities (including nuclear). Some 13% of the Republic of Argentina's hydroelectric potential has been developed. Per capita consumption in 1984 was 1 490 kWh, which was higher than the Latin American average of 1 017 kWh.

However, the geographic and demographic features of Argentina suggest that a large number of people in low-density areas will continue to be deprived of a national or provincial public electric power supply for many years to come. It is thus important to establish the necessary conditions so that the population which remains in isolation may have access to electric power. This possibility is essential in enhancing the quality of life and attaining the material and intellectual improvement of the people in those areas.

Within this context, the electricity provided by small hydropower plants appears to be an attractive possibility for many of the areas involved. Under suitable geographical conditions, the small hydropower plant combines simplicity and mechanical sturdiness with economy and independence from external inputs.

This document describes the historical background for this type of power plants in the country; their development to date; and the execution and implementation of studies and works in the different provinces. It also outlines the current institutional features at the national level and discusses the main guidelines for the National Subprogram of Small Hydropower Plants.

2. HISTORICAL BACKGROUND

There is a large number of small hydroelectric facilities in the country: approximately 120, the earliest of which date back to the late nineteenth century.

In fact, in 1896 the Andean Electricity Company inaugurated the Zonda hydroelectric station in the Province of San Juan, 17 km west of the capital, with 280 kW of installed capacity. One year later, in 1897, the Cordoba Province Light and Power Company put into operation the Casabamba Station on the Primero River, with a head of 30 meters and a 3 500-kW installed capacity.

From the early years of the twentieth century until the late forties, numerous hydroelectric stations were built in many provinces. There is a history of these in provinces such as Jujuy, Salta, Tucuman, Cordoba, Mendoza, San Juan, Rio Negro and Buenos Aires, among others.

Many of these power stations were built by private businessmen, usually through cooperative organizations. For example, in 1911 in the Province of Jujuy, the Northern Argentina Electric Company commissioned an 875-kW hydroelectric station, including two combined diesel motors, on the Rio Grande, near the capital. This station was expropriated in 1944. Another case in the same province was that of the hydroelectric facility near San Pedro, built on the Leach Estate, with a 150-kW installed capacity. In 1923 the Cacheuta Hydropower Plant was put into operation in the Province of Mendoza. Located 38 km from the city of Mendoza, it was also built by private initiative and had a 9 600-kW installed capacity.

In the early 1950's, there was a minimal use of hydroelectric energy; the installed capacity was less than 50 000 kW (virtually 3% of the country's installed capacity at that time). Meanwhile, oil was being imported to generate electricity.

The small hydropower plants were not centrally managed under the guidelines of a plan or program; appropriate efforts had to be made by provincial agencies or the private sector.

Towards the late 40's, owing to the merger of the National Irrigation Bureau with the State Electric Power Plants, the Water and Power Company was established. Under the provisions of Law No. 15.336, it had, among others, the following responsibilities: the production and transmission of electric power within the country, the development of regional systems based on hydroelectric and thermoelectric plants, transmission lines and pri-

mary transforming stations which, upon interconnection, would make up the National Interconnected Network.

The Water and Power Company brought about substantial development in the hydroelectric area, although emphasis was placed on large-scale stations.

We might cite, as an example, that 31 stations became operational in the ten years from 1950 to 1960, with an installed capacity of 42 000 kW.

Recently, Water and Power put into operation a Micro Station and Wind Generation Sector, with headquarters in the city of Neuquen, to provide technical assistance in the provinces' assessment of potential hydroelectric development sites.

3. CURRENT SITUATION

The low cost of oil during the 50's and 60's prevented hydropower projects, and particularly small ones, from competing with thermoelectric projects. Starting with the oil crisis in 1973, the world became aware of the depletability of oil reserves, and of the need to use energy rationally and to find new alternative energy sources. At the same time, there was a major increase in the advanced countries' research and development efforts regarding potential alternative sources.

The crisis affected Argentina and in 1978 a first institutional effort was made, albeit by a federal agency: the Federal Investment Council (CIF), which convened a meeting of specialists on the subject in order to again promote the development of SHP studies and projects.

From that time on, through the CIF, comprehensive studies were undertaken on that subject by province (Mendoza, Chubut, Santa Cruz, Catamarca and Tucuman).

In any event, the absence of a national policy for the development of small hydropower stations was clearly reflected by the small number of this kind of facilities built in the last few years. According to statistics prepared by the firm IMEG, the largest domestic manufacturer of small hydraulic turbines, the market has been dwindling to the current minimal levels. Other than the works implemented by the provinces themselves, under their own programs, there is almost no development by private interests; among other things, because of restrictions imposed

by the laws in effect. Except for the specific case of the Arroyo El Dorado Project, in the Province of Misiones, which exchanges power supplies with the system of the Obera Electrical Cooperative, legislation expressly prohibits private businesses from marketing energy. Because of this provision, small producers must scale their projects to meet only their own requirements; they cannot plan a larger-capacity station and sell the surplus.

This overall situation and the analysis of its solutions are covered by the National Subprogram for Small Hydropower Plants being developed by the National Bureau of Conservation and New Energy Sources which works under the National Secretariat of Energy.

It is important to point out that, since 1978, the Department of Science and Technology (SECYT) has provided support for research and development on small hydropower plants through its National Program for Research on Non-Conventional Energy Sources.

The provinces of Misiones and Neuquen have shown the largest growth in this area. They have developed programs for the implementation of SHP with great success. The experience of these provinces and a description of the degree of progress made in some others are detailed below.

3.1 Experience in Misiones

The Province of Misiones is geographically located in the center of an area known as Cuenca del Plata (the River Plate Basin), which holds the largest exploitable water resource potential in the world. It lies in the northwestern area of the country and is bounded by the Republics of Paraguay and Brazil. It has special topographic and natural resource conditions.

The School of Engineering of the National University of Misiones has been developing a Micro Hydropower Station Program as an energy alternative, to improve the use of watercourses in order to meet demand in rural areas, which currently account for 60% of the total population and which are largely lacking in electric power supplies.

Starting in 1972, Mr. Enrico Barney, a pioneer in this area in Argentina, in collaboration with a French immigrant artisan, Mr. Gaston Gaillou, and with support from SECYT, began to study and develop the Michell-Banki micro-turbine to the present status of appropriate machines providing good performance and great versatility, with efficiencies that range from 60% to 70% and

with frequency restoration times of from 4 to 5 seconds for overloads of 20%.

In 1984, both the national and the provincial governments showed great interest in the findings of the University of Misiones at Obera. The provincial government declared the development of micro-turbines and their installation in isolated rural areas to be of public interest. Thus, that same year an agreement was signed by the provincial government and the university, and several projects for specific user groups were carried out.

The School of Engineering contributed the appropriate technology; the provincial government permitted the implementation of such technology; and hand-in-hand, the university and the province succeeded in having the Micro Hydropower Station Program provide to Misiones settlers better use of the natural resources available to them, so that they might have access to better living standards, through the knowledge of the most elementary benefits afforded by electric power.

The program is implemented under two basic arrangements: single-family projects and community projects.

The first are those in which the Engineering School provides free technical assistance to farmers and other settlers in Misiones and other provinces to set up small hydropower stations for household use. The School carries out the required studies and calculations, and very often the interested party receives the complete installation of the micro-turbine, generator, transmission lines and remote control, and also service connections, as well as appropriate training in the use and handling of electric power supplies. Additionally, he is given advice with regard to the civil works involved.

The first definitive installation of a micro-turbine for electric power generation took place in 1977, on the farm of a Russian settler, Pedro Lascarow; it had a 3-kW asynchronous installed capacity.

In the case of community projects, these efforts are carried out within the framework of an agreement between the Ministry of Public Works and Services and the National University of Misiones. Their purpose is to provide electric power to groups of settlers in isolated areas. The system will involve the establishment of a consortium made up of all future users. Such consortiums are responsible for administering the funds advanced by the provincial government to implement the works. They are themselves actively engaged in constructing the civil works and in installing power distribution lines.

The provincial government, through its Bureau of Water Resources, whose professional staff also teaches at the School, draws up the civil works project and supervises its execution. The Misiones Electric Company (EDEMSE) implements the transmission and distribution lines project. The School is in charge of all hydroelectromechanical equipment, and in some cases, its students take part in installing power distribution networks. Service connections are provided to applicants, as is the required technical advice, and finally users are trained in the rational use of energy.

The first community project thus implemented was that of Arroyo El Dorado, in 1984, in the village of Villa Bonita. The project benefitted 8 families and a rural school.

The program continues. By March 1986, the following projects had been implemented: the 10-kW Arroyo Persiguero Project, the 28-kW Salto Pereyra Project, and the 16-kW Salto Carlitos Project; and there were two projects under construction: the 40-kW Arroyo Taruma Project and the 6-kW Arroyo Central Project.

3.2 Experience in Neuquen

The Province of Neuquen, located in the Patagonian area, in the southwestern region of the country, and bounded by the Republic of Chile, has also undertaken a Micro Hydropower Station Program aimed at developing small localities inside the province.

These localities, mostly peopled by natives, have been deprived of all possibilities of attaining real growth because they have no electric power supplies.

Paradoxically enough, the Province of Neuquen is one of the richest in energy resources. It contains the large-scale hydropower facilities of Chocon-Cerros Colorados and ALICOPA (Alicura-Collon Cura-Piedra del Aguila), in addition to being an important oil-producing province.

But these small localities are either in areas that are difficult to access with electric lines or are distant from power-producing centers. This is why self-production through the hydropower development of small watercourses is an optimal solution.

Since 1984 the EPEN (the Provincial Energy Company of Neuquen) has been responsible for implementing the program, the results of which are already evident: one station in operation

(Auquinco), three more now under construction (Chiquilihuín, 75 kW; La Fragua, 130 kW; and Santo Tomás, 75 kW) and more than 20 inventoried sites. Most of these projects (80%) have capacities of less than 100 kW. The Nahueve station, with a capacity of 4 MW, is the largest project.

The construction of the Auquinco station, with a 40-kW installed capacity, was taken as a pilot project and has provided a number of conclusions that can be applied to the rest of the program.

The EPEN has adopted the concept of appropriate technologies, which makes use of local materials to construct the civil works; its own engineering facilities for the electromechanical equipment built in provincial workshops; and the active participation of indigenous community labor. Thus, the station was not something unrelated to the population but was rather cared for as its very own. This is how the Auquinco station came to be operated by its users; the EPEN did not have to set up a permanent operation and maintenance service and was thus able to economize on expenditures.

3.3 Experience in Mendoza

The Federal Investment Council (CFI) called for bids and in 1981 awarded a contract to the IATASA-CONETEC-EGASAT Consortium for consultancy services in order to draw up an "Inventory of, and Final Project Proposals for, Small Hydropower Stations" in the Province of Mendoza, located in the western region of Argentina, in the Andes Mountains.

The study was divided into three stages: the first covered the completion of the studies required to identify up to forty potential sites, at the inventory level, to be located in isolated, low-risk areas; the second covered the completion of preliminary project proposals for 25 selected facilities on the basis of stage 1 findings; and the third stage included the completion of 15 final project proposals, suitable for invitations to tender, for sites selected on the basis of stage 2.

Additionally, the following criteria were used: an upper limit of a 10-MW capacity per facility and the distribution of the number of facilities to be studied according to the following:

- Facilities of from 7 to 10 MW, 20% of total
- Facilities of from 3 to 7 MW, 50% of total

- Facilities of less than 3 MW, 30% of total

Finally, 13 final project proposals were drawn up as appropriate for an invitation to tender, with capacities ranging from 720 kW to 6 000 kW. The capacities of the selected generators ranged between 360 and 2 000 kW. The total capacity of 36 MW will generate 200 000 MWh per year.

3.4 Experience in Other Provinces

A brief, up-to-date description of the status of the studies on small hydropower stations in each province is provided below:

Catamarca.- The CFI has carried out the first stage of the study to assess the hydropower potential of small stations, consisting of a survey and inventory of such facilities. The results of this stage are a list of 16 sites appropriate for the second stage of the feasibility study. Overall capacity is 17.9 MW, which will generate an estimated 17.9 GWh/year.

Santiago del Estero.- The studies carried out by the CFI cover four projects on irrigation canals, as part of a study for integral electrification of the province. The stations have capacities ranging from 100 to 600 kW, for a total of 1 070 kW.

Santa Cruz.- A survey and inventory has been done including eight stations with capacities ranging from 480 to 4 000 kW and an overall potential of 18 MW. The project on the Los Antiguos River was executed in 1985 by a technical team made up of experts from the OAS-CFI-Water and Power in the Santa Cruz Province.

Chubut.- The studies carried out cover five isolated sites, at the inventory level. One of them, Cholila, ranks as a final project design for tendering. Proposals for the stations run from 80 to 750 kW, for a total of 1 800 kW.

4. INSTITUTIONAL ASPECTS

As was already noted, the management and coordination of small hydropower stations at the national level is carried out by the Bureau of Conservation and New Energy Sources, under the Secretariat of Energy of Argentina.

So as to promote the development of new and renewable sources, this Bureau has provided for the establishment of regional centers by source, each one in the province which is best endowed in that particular source, as far as resource abundance and experience are concerned.

These have been made operational as follows: a Regional Center for Wind Energy in the Province of Chubut, which is typically a very windy region; a Regional Center for the Development of Geothermal Energy in the Province of Neuquen, in the southwestern Andean region; a Regional Center for Solar Energy in the Province of Salta, in the northwestern region of the country, a zone with excellent levels of solar radiation; and finally, the Regional Center for the Development of Micro Hydropower Stations (CREDMIH), in the Province of Misiones.

As for the subject of biomass, it should be mentioned that a cooperation agreement was entered into by the Ministry of Energy and the Agroindustrial Experimental Station "Obispo Colombres" of Tucuman, to undertake studies on different aspects of fuel alcohol (naphtha) production from sugarcane alcohol.

For its part, the Secretariat of Energy signed an agreement with the Bureau of Science and Technology in August 1986, the purpose of which was to plan, coordinate, promote and guide technological research and development in the area of New Energy Sources; in particular, all research and development efforts referring to small stations are channeled through the SECYT's National Program for Research on Non-Conventional Energy Sources.

5. MAJOR GUIDELINES FOR THE NATIONAL SUBPROGRAM OF SMALL HYDROPOWER PLANTS

The National Bureau of Conservation and New Energy Sources is developing a National Energy Program based on new and renewable sources and made up of different subprograms for each source.

With respect to small hydropower stations, six lines of action have been established, the features, goals and implementation arrangements of which are detailed below.

5.1 National Inventory of Micro, Mini and Small Hydropower Stations

The goals of the inventory are as follows:

- a) To identify the national capacity of the power to be installed and the energy to be generated through this type of facility.
- b) To identify the numbers and types of electromechanical equipment required for planning the development of a national industry in this area.
- c) To be able to meet international requirements both with regard to equipment supplies and financing for the works involved.
- d) To be able to plan the construction of these small hydropower stations on the basis of an appropriate assessment of priorities, while harmonizing national and provincial interests.

The above-mentioned national inventory will have two stages:

Stage One: Survey of Existing Facilities

This stage will focus on the surveying of:

- Stations in operation: the intention is to determine the condition of the facilities, with a view to possible renewal of equipment.
- Stations out of operation: the causes for their being decommissioned will be analyzed and the technical-economic feasibility of their reconditioning will be studied.
- Studies carried out at the levels of:
 - a) Preliminary ideas.
 - b) Preliminary project proposal or prefeasibility.
 - c) Final project proposal or feasibility.
 - d) Executive project design.
- Civil waterworks not built for power-generating purposes, particularly in isolated areas (canals, dams, breakwaters, etc.).

The guiding principle adopted is that the area to be occupied by small turbines should fall within the framework of situations such as the reconditioning of old hydropower stations, closed down at a given point in time because they were obsolete or uneconomical; the erection of mini-stations in small water diversion or impoundment works that did not financially justify the construction of a hydropower plant when designed; or simply the development of new locations to develop isolated communities, or to reinforce a public power grid.

Stage Two: The Search for New Locations

Upon completion of the first stage and after an analysis of its results, a decision will be made as to the initiation of this second stage, on the basis of the following considerations:

- Utilization of existing civil works.
- Simple, small-scale civil works.
- Consistency between the capacity of the facility and the demand of the consumer market.
- Standardization of electromechanical equipment.
- Accessibility.
- Isolated areas.
- Topography (compact waterheads).
- Capacity on the basis of small heads and flows.

The first stage will be implemented through training seminars to be held in the Province of Misiones, geared to the provincial technical officials responsible for the area concerned.

For the second stage, experts will be engaged to carry out the studies, assisted by professionals from the Regional Center and by technical teams from the provinces involved.

5.2 Legal Aspects

The following goals are pursued:

- a) To promote the discussion of a national law enabling a private owner or group of owners of a micro hydropower station to sell, to companies providing electric power, such surplus energy as may be generated.

- b) To carry out a nationwide study of provincial legislation on water management, so as to determine any likely restrictions that might apply to the establishment of SHP in terms of setting priorities for usage.

To meet such goals, an agreement is about to be signed by the Secretariat of Energy of Argentina and the Law School of the National University of Buenos Aires.

5.3 Institutional Aspects

The goals pursued are as follows:

- a) To achieve in each of the 23 provinces an awareness of the importance of developing small hydropower plants, leading to the establishment of technical teams which could pool the know-how and experience accumulated in this area. In the public sector, the traditional executing agencies for such projects have been Water and Power, the provincial energy bureaus, the municipalities, cooperatives and other public institutions and private interests. Nonetheless, it is thought that responsibility for the implementation of the projects under study should fall to the provincial energy bureaus to be designed by the above technical teams.
- b) These provincial technical teams should be responsible for the development and implementation of SHP within the provinces.

5.4 Technological Aspects

The goals pursued are as follows:

- a) To promote research and development on indigenous technologies with regard to electromechanical equipment for micro, mini and small hydropower stations.
- b) To promote the exchange of experiences and breakthroughs in the development of these technologies, among the different provinces.
- c) To use the substantial infrastructure and experience attained by the Hydraulics Laboratory of the Engineering School of the National University of La Plata, particularly in the area of turbine testing.
- d) To further the development of a domestic industry manufacturing electromechanical equipment for SHP.

- e) To identify the existing and potential suppliers of hydro-electrical equipment for SHP throughout the country.

5.5 Methodologies for Assessment of SHP Projects

The goals pursued are as follows:

- a) To develop a Methodology for the Assessment of SHP Projects to cover all aspects involved: the microeconomic variables, which enter into a private or financial type assessment; and the macroeconomic variables, which take into account the overall social or economic aspects.
- b) To put such a methodology in a manual which will be used by the different national and/or provincial agencies involved in that area.

To achieve the above goals, the inputs of a team of experts engaged to draw up a Manual for the Economic Assessment of Projects based on Non-Conventional Energies will be used. This manual will serve as a basis for the SHP manual.

5.6 Analysis of Financing Sources

The goals pursued are as follows:

- a) To study the likely sources of financing for implementation of SHP projects and works, both at the national and international levels.
- b) To analyze the requirements for basic information and the results of the economic assessment demanded by financial agencies to provide credit.
- c) To encourage the opening up of credit lines in national and provincial banks, to finance hydropower facilities at the micro level.

SMALL HYDROPOWER STATIONS: BRAZIL

1. INTRODUCTION

Under current world and domestic economic conditions, the country is facing certain challenges. One of these is in the area of electric power production.

The model adopted granted priority to the construction of large-scale hydroelectric power plants, demanded sizeable investments in electric power generation and transmission, and also required the expropriation of large areas to form reservoirs.

The drop in power sector investments over the last five years has meant that drastic measures must be taken to rationalize the electric power supply-and-demand balance. Therefore, technical and economic viability action to implement small hydropower plants is anticipated.

The contribution of small hydropower plants was seen not only in the increase of electric power supplies, but also in the possibility of transmitting such power to isolated localities. When these avail themselves of other forms of energy, it is usually by burning petroleum derivatives, thus affecting the country with high fuel and transportation costs. In view of the water resource potential to be tapped throughout the nation's territory, the small hydropower plant alternative should be put to use so as to substantially contribute to enhancing the quality of life of small rural population centers, by providing access to rural electrification, to the use of more advanced agricultural technology, etc.

This is why the National Program for Small Hydropower Plants is not a program of good intentions, but first and foremost a government program that is fully feasible, perfectly well outlined, amply discussed and authoritatively approved by all the technicians of a large number of bodies and institutions. It is genuinely nationally oriented, with optimum prospects of materialization; and in addition to its social benefits for Brazil, it is also a unifying element among the countries of Latin America and the Caribbean.

2. HISTORICAL BACKGROUND

In mid-1981 ELETROBRAS planted the embryo of the National Program for Small Hydropower Plants. Subsequently, after several meetings with the concessionaires, the manufacturers of electrical and mechanical equipment issued the Small Hydropower Plant Manual, through an agreement with the National Water and Power Department. Prepared in February 1982, this manual discussed the national low-cost technology already available for several decades and provided engineers with the means to promote and carry out SHP studies, construction and operation within a short period of time.

In 1982 there was also a proposal for a National Program for Small Hydropower Plants, with the participation of offices from a number of ministries.

The studies carried out at that time identified the program goals summarized below:

- Optimum use of hydrological, topographical and geological features favorable to the implementation of small hydropower plants.
- National firms' technological control of the low-cost study, design, construction, manufacturing of equipment and operation of small hydropower plants.
- Identification of small population centers and small rural settlements where small hydropower plants would promote development and create future markets for the interconnected system.
- Collaboration with the social programs of the federal, state and municipal governments.

3. LEGISLATION

- Resolution 109/82 of February 24, 1982, of the DNAEE-National Water and Power Department provided:
 - I. That, for the purpose of analyzing projects related to small hydropower plants in DNAEE, it will suffice for such projects to be submitted according to the recommendations made in the Small Hydropower Plant Manual.
 - II. That conditions be established for considering a project as a small hydropower plant.

- Bill No. 4791, establishing the concessions for small hydropower plants.

4. ORGANIZATION

The National Program for Small Hydropower Plants will be coordinated by the Ministry of Energy and Mines.

The Program has been divided into two parts, which are as follows:

- a. The National Program for Micro Hydropower Plants
- b. The National Program for Mini and Small Hydropower Plants

Once approved, the National Program for Micro Hydropower Plants will be directed by the Ministry of Agriculture, under the supervision of the Ministry of Energy and Mines. An agreement will be signed by the two ministries to that effect.

The National Program for Mini and Small Hydropower Plants will be directed by ELETROBRAS.

5. TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT GOALS AND ACTIONS

- a. To develop basic information and planning instruments so as to plan technological development in the sector.
 - Basic information
 - . Development of software to plan small isolated hydropower plants.
 - . Development of a market model for rural areas.
 - . Group to support and appraise technological development.
 - . Directory of electromechanical equipment manufacturers.
 - . System for gathering and disseminating technological information.

- b. To train manufacturers in designing and producing the equipment used in small hydropower plants, so that they may supply the domestic market competitively.
 - Optimization of the turbine currently manufactured
 - . Technological upgrading of the regulators currently manufactured.
 - . Implementation of quality-control systems.
 - . Development of product engineering.
- c. To develop modern technology in standardized equipment, draw up a set of standards to modernize equipment and thereby diminish costs.
 - Technological development
 - . Selection of two types of turbines for standardization.
 - . Development of the first turbine manufacturing plant.
 - . Development of a second turbine manufacturing plant.
 - . Evaluation of speed regulators.
- d. To develop technology for outfitting small hydropower plants and for modernizing the equipment currently being used.
 - Outfitting of small hydropower plants
 - . Measuring and control equipment.
 - . Automation.
 - . Remote control for small interconnected hydropower plants.
- e. To activate and complete available laboratories for small hydropower plants. With this in mind, the Small Hydro Laboratory of the Federal Engineering School of Itajuba was built to provide support for the small-scale domestic manufacturer.

This laboratory will provide for testing of all domestic products to be used in small hydropower plants.

To supplement this laboratory, the Technological Center of Hydraulics of the State of Sao Paulo (CTH) is being completed; it will be responsible for testing turbine models for small hydropower plants.

6. PERSONNEL TRAINING AND DEVELOPMENT

First of all, personnel training and development covers the training of public- and private-sector technical experts associated with the electrical and agricultural sectors, to spread the use of small hydropower plants in those areas not served by the concessionaires of electric power supplies or those whose needs are being met by petroleum derivative consumption.

To do this, different courses have been anticipated:

- a. Course on Studies, Design and Construction of Small Hydropower Plants.
- b. Course on Design, Mounting and Maintenance of Micro Hydropower Plants. This course will be given once the program is launched and will have a four-week duration, for a total of 166 classroom hours.
- c. Course on Project Analysis. This course will be given to technicians from the agencies financing small hydropower plants, and will have a one-week duration, for a total of 40 classroom hours.

It is also planned that, upon implementation of the National Program for Small Hydropower Plants, the graduate courses at all Brazilian universities and individual engineering schools will offer at least a notional understanding of such facilities.

7. FINANCING

Study of lines of financing compatible with the return on investments, the period for implementation and repayment by beneficiaries, taking into account social aspects, mainly in the rural environment; study of expeditious arrangements for processing and approving financing; allocation of budgetary and non-budgetary resources to implement the program institutionally and to implement the micro, mini and small hydropower plants; harmonization of criteria for analyzing funding requests; and alignment of the financing agencies' rules and procedures.

These agencies are:

Banco do Brazil Inc.
Economic and Social Development Bank
ELETROBRAS

APPENDIX I

Decree No. 93987, of January 30, 1987

Empowering the Minister of Mines and Energy and the Director-General of the National Water and Power Department to implement the regulations indicated herewith.

The President of the Republic, in use of the attributions granted to him by Article 81, item III of the Constitution, taking into account the provisions of Article 150 of Decree No. 24.643, of July 10, 1934, and the terms of Articles 11 and 12 of Law-Decree No. 200, of February 25, 1967, together with Decree No. 83.937, of September 6, 1979,

HEREBY DECREES:

Art. 1 - The Minister of State for Mines and Energy is empowered to grant licenses to develop hydropower potentials of up to 10 000 kW.

Art. 2 - The Director General of the National Water and Power Department (DNAEE) is empowered to grant licenses for hydropower projects of up to 1 000 kW.

Art. 3 - This Decree shall take effect as of the date of its publication.

Art. 4 - All dispositions to the contrary are hereby revoked.

Brasilia, January 30, 1987, 166th year of Independence and 99th year of the Republic.

APPENDIX II

Decree No. 025, of January 12, 1988

The Minister of State of MINES AND ENERGY, considering the study conducted under Decree No. 812, of June 3, 1987, and especially considering the systematic proposal made therein, hereby grants licenses to private enterprises based on public tenders for electricity supplied through isolated systems for the construction and operation of hydropower plants and, in use of its attributions, does hereby resolve:

I - To approve the documents from the study which form an integral part of Process No. 27100.003336/86-88;

II - To designate the National Water and Power Department (DNAEE) to institute the Special Commission on Tenders for Isolated Systems, for the awarding of public tenders for licenses to private enterprise, with a view to supplying electricity through isolated systems for the construction and operation of hydropower plants;

III - To determine that the localities to be granted priority service under this Decree be those which are the neediest of public electric power services in the opinion of the DNAEE, which will review each case, together with the local licensees and interested communities;

IV - To determine that all of the public tenders that grant licenses to private enterprise for the supply of electricity to isolated systems for the construction and operation of hydropower plants be implemented in strict compliance with the stipulations of the documents referred to in item I above, which the DNAEE shall publish;

V - To establish that when the documents mentioned in this Decree, which must be published by the DNAEE, are not compatible with the possible particular characteristics of a given market to be supplied, they may be adapted to the specific situation presented, according to the criteria of the DNAEE;

VI - To determine that ELETROBRAS, in its role of coordinator of the GCPS, shall be previously consulted on the markets to be included in tenders, as well as on the projects for the corresponding hydroelectric plants, in keeping with the rules in effect.

VII - To establish that all of the public tenders for the awarding of licenses to private enterprise for the supply of electricity to isolated systems for the construction and operation of hydropower plants be conducted, analyzed and judged in keeping with the following general procedures:

- a) The parties interested in particular in the public tenders should fulfill the requirements of Article 195 of the Water Code and should be previously registered with the DNAEE;
- b) The registration should be nationwide, and the public tenders shall be specific for each market, no matter who the local licensee;
- c) The call for registration of interested parties shall be made through national means of communication, in the State or Municipalities whose markets shall be subject to tender;
- d) Registration shall be systematic and subject to periodic renewal;
- e) The public tenders shall be specific for each market but may be disseminated in a single notice if there should be more than one market in a region subject to tender;
- f) The DNAEE shall supply the registered interested parties with all of the information available on the market under tender, as well as that referring to the (other) markets;
- g) The DNAEE shall also provide the registered interested parties with all of the documents which regulate the bidding;
- h) The bidders shall present engineering studies which will allow the DNAEE to judge their proposals and ensure that the minimal parameters of reliability and safety will be taken into account in the proposed project;
- i) The bidder to which the tender is awarded, after having complied with the statutory formalities of Law-Decree No. 938, of December 8, 1938, will receive a license to provide public electric power through the formalization of a Licensing Contract;
- j) Ninety days following signature of the Licensing Contract, the new licensee shall present an engineering design for the hydropower project, for analysis by the DNAEE. Noncompliance with this condition would rescind the license, despite any statement in this regard; and a second public tender would then be called, and so on and so forth, or voided by the exclusive decision of the DNAEE;
- l) Once the proposed hydroelectric project has received formal approval from the DNAEE, the Supply Contract shall be signed with the corresponding new local licensee.

VIII - To determine that all of the public tenders to award licenses to private enterprise, for the supply of electric power to isolated systems through the construction and operation of hydropower plants be analyzed and judged according to the following basic criteria:

- a) The attention to markets located in isolated power systems shall be opened up to tender, but the exploration of water resources shall not be;
- b) The selection of water resources from among those available, to attend the market under tender, either as a project for production engineering for or execution of the works, shall be the sole responsibility of the bidder;
- c) The Notice of Tender shall define the annual amount of electricity necessary to fully meet the requirements of the market under tender;
- d) The largest amount of hydroelectricity (primary and secondary) offered to the market in question shall be considered in evaluating the proposal;
- f) The bid offering the lowest-cost electricity in relation to the value of the proposed investment and the largest amount of electricity, as well as a more limited need for supplementary thermoelectricity, the responsibility for which falls to the local licensee, shall be selected to attend the market in question;
- g) There must be an a priori definition of the penalties to be imposed on the proposals which foresee larger amounts of thermoelectricity from the local licensee to attend the market under tender;
- h) The price of electricity offered by the bidders shall be set in the form of service times cost and should consider exploration expenses, depreciation, amortization and investment costs;
- i) Longer lead times prior to start-up of commercial operation of the proposed project shall penalize the corresponding bid;
- j) The greater participation of the firm's own capital in the project shall be considered in the evaluation of the corresponding bid;
- l) The evaluation shall assess the number of generating units foreseen for the project;
- m) The Water Code, the Subsequent and the Correlative Legislation and their regulations shall be respected, as well as the conditions laid out in the Notice of Public Tender and Licensing Contract;
- n) The licensing period and the reversion of goods and facilities shall be provided for by Law.

IX - To determine that preference be given to having the bidders who win the tender on supply attend market expansion, whenever other interested parties offer the same or equal conditions;

X - This decree shall take force on the date of its publication.

ANTONIO AURELIANO CHAVES DE MENDONCA

SMALL HYDROPOWER STATIONS: COLOMBIA

1. HISTORICAL BACKGROUND

In Colombia, the use of hydropower to generate electricity dates back to the late nineteenth century, in what was obviously small-scale generation. Around 1896, in the northeastern region of the country, the power generation plants in the capitals of two provinces (departments) began to operate: that of Bucaramanga (Santander) and that of Cucuta (Northern Santander). By 1898, in the northern region of the country, on the Atlantic Coast, there was another small power plant near the city of Santa Marta (Magdalena), making use of the rivers flowing down from the Sierra Nevada de Santa Marta.

The above are examples of community developments, since some years before a few Colombian engineers had imported and erected small facilities for private farms.

Subsequently, private companies manufacturing that kind of equipment (Pelton Water Wheel, James Leffer) promoted the mounting of units operating as private electric power companies for local purposes, mainly in the cities.

At the beginning of this century, hydropower became extensively used not only to generate electricity but also in operations such as those in sawmills, sugar cane mills, grain mills, pottery-making, mining and coffee-processing plants. This boom lasted until 1920, when the State took over control of certain electric power plants. That action was expanded until in 1928, under Law No. 113, the hydropower facilities were declared of public domain, reserving for the Nation the ownership and use of such power. By 1930 there were 216 small run-of-the-river hydropower plants in Colombia, which had a total power capacity of 45 MW.

Given the lack of technical maintenance capabilities on the part of local agencies, these plants were decommissioned, and it became necessary to construct larger generating facilities. Combustion engines became local solutions, because of low fuel costs and ease of installation and maintenance. This situation changed substantially in the 1970's when the national electric interconnection process speeded up and the oil crisis took place.

2. INSTITUTIONAL FRAMEWORK FOR THE MANAGEMENT OF SHP PROGRAMS

The institutional management of SHP programs falls within the institutional framework of the Colombian electric power sector. The Ministry of Mines and Energy is the governing body of national energy policies and electric power supplies are provided through companies that are solely engaged in generating and distributing, or in covering specific distribution areas (municipal, regional, etc.).

Three clearly defined SHP programs exist in Colombia: the Colombian Institute of Electricity (ICEL), which is engaged exclusively in generation and which controls the provincial distributing companies (Departmental Electric Companies) in the center of the country, is carrying out the National Plan for Small Hydropower Stations (PNPCH) jointly with IDB; the Atlantic Coast Electric Corporation (CORELCA), which is exclusively engaged in distribution on the Atlantic Coast and which also controls the provincial distributing companies of the Atlantic Coast, is carrying out an SHP study program; and the Autonomous Cauca River Corporation (CVC), which is responsible for the preservation and development of natural resources in the southwestern region of the country, has undertaken a similar program.

2.1 ICEL

To provide electric power to rural populations living in geographical areas which make it difficult to use conventional thermal generation facilities or to interconnect them into the national network, the National Government, through ICEL, has designed and developed the National Plan for Small Hydropower Stations.

Initially, 35 sites were selected to carry out preliminary, feasibility and design studies. ICEL contracted for such studies with five Colombian consulting firms for an amount of nearly \$200 million pesos, totally financed by the National Development Project Fund (FONADE), the official agency for such purposes.

The studies were divided into three phases: a) preliminary surveying; b) feasibility studies; and c) design, including construction drawings.

- a) Preliminary surveying: In addition to the above and the identification of sites, it was necessary to collect and analyze the available information, identify alternatives, perform a technical appraisal and cost analysis and provide recommendations on project viability.

These studies were initiated in late 1978 and completed in early 1979. They identified the capacity to be installed in each project so as to meet local demand in a 15-year time-frame. Of 35 projects, 17 were eligible to continue into the design stage; the remaining projects were ruled out because of the high cost per kW installed or because interconnection was possible.

- b) Feasibility: The 17 projects that reached this phase and their technical characteristics are shown in Table No. 1.

TABLE NO. 1
FEASIBLE SHP PROJECTS
ICEL-IDB PLAN

PROJECT	CAPACITY (kW)	GROSS HEAD (m)	TURBINE	TRANSM. LINE (km) (kV)	LOCATION BY PROVINCE
Paya	48	36	F	5.4 13.2	Boyaca
Pisba	36	27	F	0.4 13.2	Boyaca
Calvario	200	402	2P	6.3 13.2	Meta
Altaquer	2 000	202	2P	19.0 34.5	Nariño
Santa Rosa	2 500	93	2C.F	5.0 13.2	Cauca
Argelia	750	74	3C.F	9.0 13.2	Cauca
Santa Rosa	8 400	100	3F	20.0 34.5	Cauca
Puerto Sergio	600	12	4C.B	13.5 13.2	Cauca
Tame	2 000	51	2F	22.0 34.5	Casanare
Mitu	650	3	2T	30.0 34.5	Vaupés
Yopal	4 800	40	3F	34.0 34.5	Casanare
Jurado	800	26	2F	12.0 13.8	Choco
Unguía	1 100	68	2F	32.0 13.8	Choco
Bahía Solano	2 400	406	2P	76.5 34.5	Choco
San Pedro	15 360	80	2F	21.0 34.5	Caquetá
Mocoa	22 000	100	F	21.0 34.5	Putumayo
Gucamayás	50	14			Meta

F = Francis
P = Pelton
C.F = Cross-Flow
C.B = Cross-Banki
T = Tubular

- c) Design and construction: The purpose of this phase is the erection and commissioning of five facilities (in the first stage), including the electrical infrastructure required for appropriate operation.

At present, three of the 17 selected projects have been completed, and those are not included in the IDB financing package. Resources were provided by ICEL and the regional utility. Table No. 2 summarizes the names and main technical features of the projects.

TABLE NO. 2

PROJECTS BUILT UNDER THE ICEL'S SHP PLAN

PROJECT	CAPACITY (kW)	FLOW (l/s)	HEAD (m)	POPULATION TO BE SERVED	COST US\$/kW
Pisba	60.9	300	25	180	4 500
Guacamayas	50.0	500	14	540	6 222
Paya	50.0	180	36	100	6 000 *

* Estimated cost

The five projects under construction are listed below:

SHP of Mocoa I	11 000 kW
SHP of Tame	2 000 kW
SHP of Altaquer I	2 000 kW
Bahia Solano-Nuqui	1 200 kW
Yopal Aguazul	4 800 kW
34.5 kV lines	176 km
13.2 kV lines	101 km
34.5/13.2	15
Distribution transformers	110
Internal facilities	4 617
Houses covered	13 559

The cost has been estimated at US\$ 62.5, US\$ 25 million of which are contributed by IDB credits while US\$ 37.5 million are local counterpart funds. There has been a delay in the implementation of these projects, as far as the schedule is concerned, caused mainly by the country's treasury situation.

Parallel to the implementation of the above plan, a policy of technological disaggregation has been outlined so that Colombian engineering and industries will have the largest possible participation. Such disaggregation includes major electromechanical equipment; civil works; supplying of substation equipment; lines and networks; civil works in substations and lines; and lastly, civil works in distribution networks.

Seeking to involve the university in these projects, ICEL entered into an agreement with the Universidad del Valle, charging it with the design of the turbines and generators for the SHP called "Argelia." Financing for their manufacture has not yet been defined.

Additionally, a second ICEL-IDB Plan has been devised, the main purpose of which is to involve Colombian engineering in the identification of energy solutions for isolated areas on the basis of the SHP inventory, combining them with other energy sources that will make it possible to apply the most suitable solution until the design stage, while maintaining the technological disaggregation policy.

2.2 CORELCA

To supplement a large-scale plan for rural electrification on the Atlantic Coast, the Atlantic Coast Electric Corporation (CORELCA), through the Regional Technical Consultancy Division, has identified several micro power plant projects, following the zoning established by the "Study on the Electric Power Sector (ESEE)" for a macro-level study of the country's hydroelectric power potential.

For the Sierra Nevada-Guajira region the following projects were identified or undertaken: the Rio Piedras project (250 kW) for which the civil works have been completed and 95% of the equipment has been erected (surface powerhouse, two Francis-type turbines); the Palmor Project (500 KVA) already identified, with a 32-meter head and a summer flow of 1 330 l/s, and an estimated 1985 cost of 106 million pesos; and the Nabusimaque project, which is intended to serve a native population in the Sierra Nevada de Santa Marta and may have a 30-kW capacity at the selected site, at a cost of US\$ 8 million, excluding lines and networks.

For this region three more projects should be further identified: Buritaca-Guachaca, San Pedro de la Sierra and La Tagua.

In the Magdalena-Cauca region two projects have been identified: the Simiti project with an installable capacity of 1.9 MW and a 114-meter usable head, currently at the surveying and feasibility stage; and the 300-kW Santa Rosa de Simiti project, 90% of which has been completed.

For the third region, that of Sinu, which is the location of one of the major projects for generation expansion such as URRAL and II, with a 1 200-MW capacity, no in-depth studies have been

done, but there is a site where a project could be developed to serve a 50-kW demand.

Table No. 3 shows the projects and their main technical features:

TABLE NO. 3

THE CORELCA SHP PROGRAM

PROJECT	FLOW l/s	CAPACITY kW
Rio Piedras	600	250
Palmar	1 300	500
Nabusímaque	160	30
Simiti	1 700	1 900
Santa Rosa de Simiti	1 300	300

2.3 CVC

The prime purpose of this agency is the management of natural resources in the upper part of the Cauca River Basin, and although its main role is not the generation and delivery of electric power supplies, it does work in this area and plays a major role in this regard at the national level.

Under instructions of the National Government, within the framework of an international technical cooperation agreement with the Italian Government, an assessment was made to identify solutions for electric power supplies in the Pacific Coast of Colombia. Through this program a 50-kW plant was recovered in the village of Mongo and the prefeasibility for construction of the following four micro-hydropower plants is now being studied: Jurado with 2 000 kW, Unguía with 2 000 kW, Santa María de Timbique with 2 500 kW and López-Puerto Serigo with 600 kW, although the alternative of interconnection with the national network is also being analyzed.

In 1983, the CVC carried out a survey-level inventory on the rehabilitation of small plants and found that 11 projects could benefit from such improvements. Efforts have been made to obtain financing, and the inventory is now being updated.

A survey is also underway along the upper part of the Cauca River Basin. Ninety-four potential developments have been identified, for a total installable capacity of 17 100 kW. An applied technology data bank is available for plants with capacities of less than 100 kW; it is maintained with support from the Universidad del Valle and international technical cooperation.

As a supplement to the Study on the Electric Power Sector (ESEE) which identified the hydroelectric facilities with an installable capacity of over 100 MW, a nationwide inventory of high-head hydroelectric projects ranging from 10 to 100 MW is to be executed through Interconexión Eléctrica S.A. (ISA) and its associates, using the resources of the agencies providing service in each area.

SMALL HYDROPOWER STATIONS: COSTA RICA

The use of water resources to generate electricity is extensively developed in Costa Rica since, in addition to their abundance, they offer the most economical and most technically feasible solutions for the production of electricity.

At present, they are the country's main energy resource, with a total potential estimated at approximately 223 000 GWh/year and a theoretical capacity of 25 000 MW.

The first hydropower plants built in the country had capacities of less than 5 000 kW. The oldest of these plants, which is still operating as a public utility, was installed in 1910 and belongs to the National Power and Light Company.

Production and distribution of electric power in Costa Rica were in private hands until 1949, when the need to solve the serious electric power supply problems led to the establishment of an autonomous institution: the Costa Rican Institute of Electricity (ICE).

The major responsibility of this institution is to meet the demand for, and promote the use of, this type of energy throughout the country, as well as to erect power plants and distribution lines.

Most of the responsibilities associated with the development of hydroenergy and electricity belong to ICE, which also manages the use of this resource in keeping with the objectives set forth in the law providing for its establishment.

The bulk of the electricity consumed in the country is produced by ICE, although there is smaller-scale participation by companies such as: the National Power and Light Company (CNFL), the Heredia Public Utility Company (ESPH), the Cartago Administrative Board for Electric Services (JASEC) and the distributing companies for rural areas:

- The Rural Electrification Cooperative of San Carlos Inc. (COOPELESCA).
- The Rural Electrification Cooperative of Los Santos Inc. (COOPESANTOS).
- The Rural Electrification Cooperative of Alfaro Ruiz Inc. (COOPE ALFARO RUIZ).

- The Rural Electrification Cooperative of Guanacaste Inc. (COOPEGUANACASTE).

These companies have signed cooperation agreements with ICE, from which institution they buy almost all of the energy they distribute. Figure No. 1 shows the areas served by each one of the above cooperatives. Figure No. 2 shows the percentage share of each one of these companies in total countrywide generation for 1985.

Besides the above, there is a substantial number of private producers generating electricity for self-consumption. Table No. 1 shows the total electric power generated in the country during the last six years, together with the percentage shares of public supplies and self-produced supplies.

TABLE No. 1

ELECTRICITY GENERATION IN COSTA RICA BY CATEGORY OF PRODUCER

YEAR	PUBLIC SERVICE		SELF-PRODUCING		TOTAL
	MWh	%	MWh	%	
1980	2 156 902	96.9	68 037	3.1	2 224 939
1981	2 304 713	97.3	64 649	2.7	2 369 362
1982	2 410 791	97.4	64 649	2.6	2 475 440
1983	2 862 984	98.0	58 326	1.9	2 921 310
1984	3 008 275	98.1	58 326	1.9	3 066 601
1985	2 776 451	98.0	58 326	2.0	2 834 777

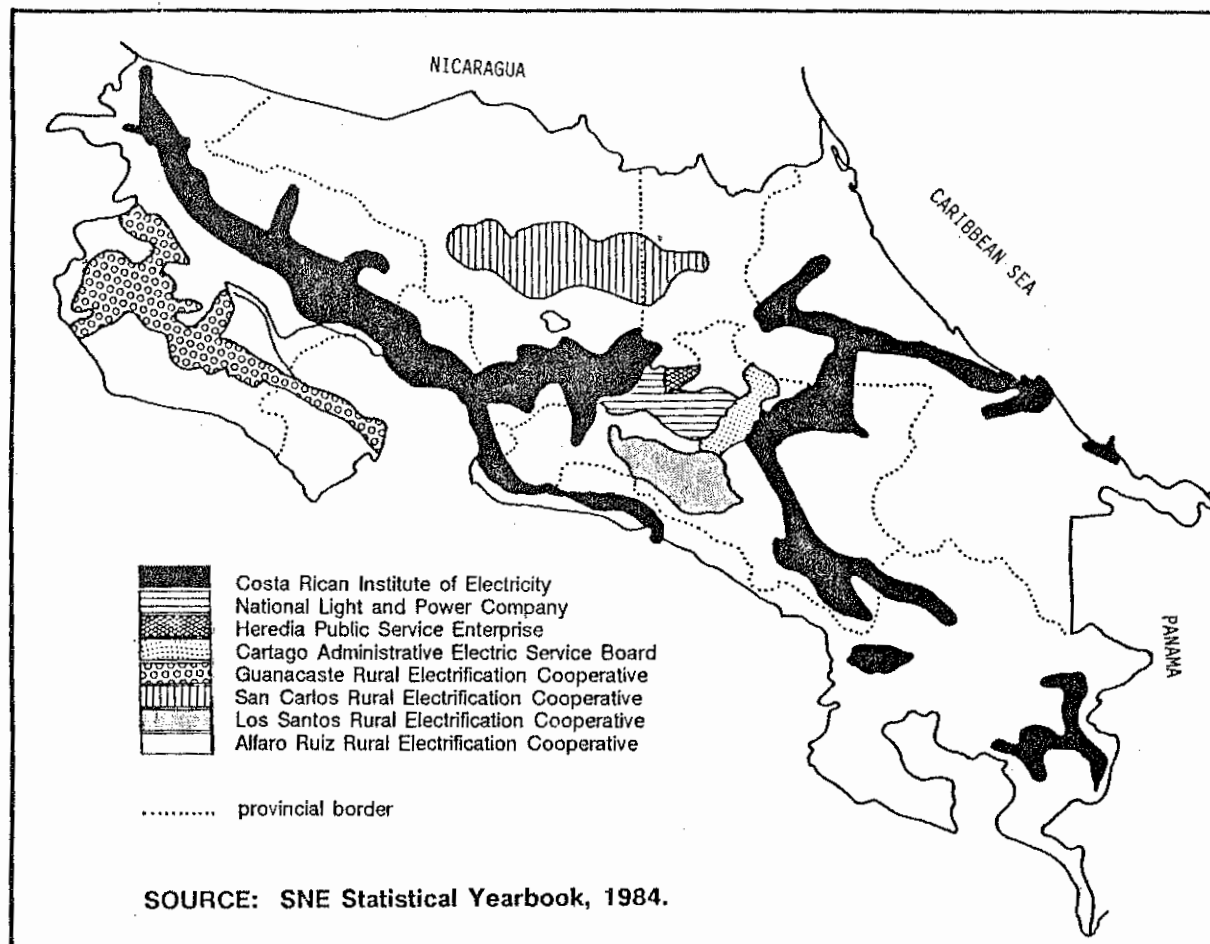
Notes: 1/ For the years 1982-1985, "public service" includes generation for export.

2/ The generation for self-produced supplies was considered constant, since there were no statistics for 1984 and 1985.

SOURCE: SNE Statistical Yearbook Series.

In 1941 the National Electric Power Service was established with the major duty of acting as a regulatory agency for electric power supplies. It is currently empowered to determine rates, upon request by the ICE and/or other electric power distributing companies, under the policy guidelines set by the government. It is also responsible for establishing the prices of petroleum derivatives.

FIGURE NO. 1
AREA SERVED BY EACH ENERGY ENTERPRISE



GENERATION OF ELECTRIC ENERGY BY ENTERPRISE

1985

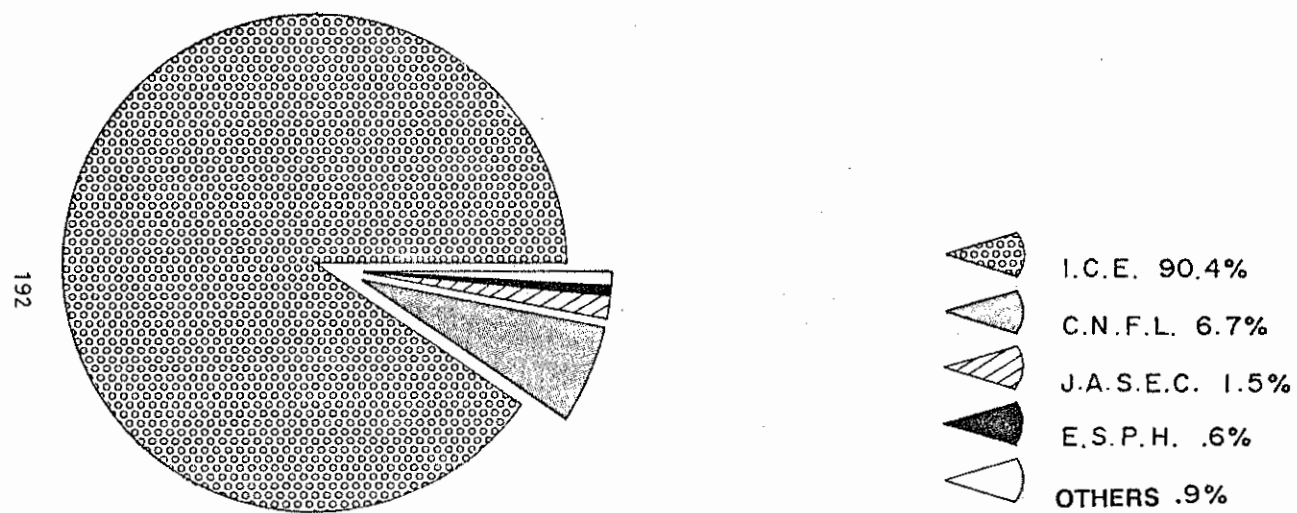


FIGURE No. 2

SOURCE: INFORMATION PROVIDED BY S.N.E., 1985

Under the national laws, publicly owned watercourses and any power generation deriving therefrom, as well as any other energy sources, are the inalienable property of the State.

The National Electric Power Service (SNE) is empowered to grant concessions or water rights, and hydropower or electricity generation rights, to individuals. When authorizations of this type are granted, SNE issues a resolution stipulating the concessionaire's rights and obligations.

For the development of electric power projects which have a capacity of less than 50 HP and which do not use water as an energy source, no concessions from SNE are required, provided that such projects will not supply others with electricity, whether they be individuals, organizations, companies or agencies of any kind whatsoever.

The ICE's Program to Expand Generation is aimed at providing a secure supply of energy to meet future demand, according to Costa Rica's development needs. Under these guidelines, feasibility studies are being conducted for the Palomo and Guayabo hydroelectric projects, together with prefeasibility studies for the Savegre and Virilla projects. The hydropower potential of various watersheds is also being assessed.

Development of the National Interconnected System (SNI) consists of the interconnection of different electric power plants supplying different consumption centers located within the same distribution network. All this is aimed primarily at ensuring a more efficient use of the installed capacity, as well as the rational use of the energy available in the system.

Of the country's hydropower plants which have large reservoirs, the following three should be mentioned:

- Rio Macho	120 000 kW
- Cachi	100 800 kW
- Arenal	157 398 kW

There are also other relatively large plants: La Garita, with a small reservoir (30 000 kW), and Coroboci, which uses the residual waters of the Arenal Hydropower Plant (174 012 kW). Table No. 2 shows the main features of the various hydropower plants available to the country for the generation of public electric power supplies.

TABLE No. 2
MAIN FEATURES OF EXISTING HYDROPOWER PLANTS

PLANT	HEAD (m)	TYPE OF TURBINE	NUMBER OF UNITS	DISCHARGE (m ³ /s)	INSTALLED CAPACITY (MW)	VELOCITY R.P.M.	COMPANY
COROCOBI	234	Francis	3	97.5	174	360	ICE
ARENAL	212	Francis	3	96.0	157	360	ICE
RIO MACHO	450	Pelton	5	22.0	120	450	ICE
CACHI	260	Reaction	3	53.0	100.8	514	ICE
LA CARITA	151	Reaction	2	26.0	30	514	ICE
AVANCE	148	Pelton	1	0.2	0.24	1 200	ICE
PTO. ESCONDIDO	80	Francis	1	0.3	0.2	900	ICE
LOS LOTES	105	Francis	1	0.5	0.4	1 200	ICE
CACAO	46	Francis	2	2.4	0.7	900	ICE
VENTANAS	94	Francis	4	15.5	10	720	C.N.F.L
NUESTRA AMA	183	Francis	2	5.5	7.5	900	C.N.F.L
BRASIL	54	Francis	5	7.6	2.8	600	C.N.F.L
BELEN	96	Francis	4	7.2	5.0	600	C.N.F.L
ELECTRIONA	80	Francis	2	4.9	2.7	900	C.N.F.L
ANANAS	29	Francis	1	2.7	0.6	720	C.N.F.L
RIO SEGUNDO	57	Francis	1	0.6	0.3	900	C.N.F.L
BIRRI 1	169	Pelton	3	1.5	1.7	360	JASEC
BIRRI 2	225	Pelton	1	1.5	2.4	514	JASEC
BIRRI 3	320	Pelton	1	1.8	4.3	600	JASEC
CARRILLOS	142	Francis	2	1.8	2.0	1 200	ESPH
LA JOYA	153	Pelton	3	0.6	0.3	600	ESPH

SOURCE: Statistics Office. ICE.

To meet the future energy demand of the National Interconnected System (SNI), the Program to Expand Generation was adopted; it covers the future operation of a number of plants, as may be seen in Table No. 3.

The Miravalles Geothermal Project I provides for the development of geothermal resources located around the Miravalles Volcano in the volcanic chain of Guanacaste. To date, eight wells have been drilled; if the plant becomes operational, 55 000 additional kW are expected to be produced (Figure No. 3).

Under the Second Stage of the National Rural Electrification Plan, 75% of the country was to be served by late 1985, although a large number of villages could not have been interconnected with the electric power supply network at that stage. The population that does not have any type of electric supply was estimated as some 600 000 people.

The Non-Conventional Energy Source Program carried out by the Costa Rican Institute of Electricity included a study on the erection of small hydropower plants, gearing their use towards the electrification of isolated settlements. However, the findings were that, because of the size factor, the cost of the energy produced was very high compared with the cost of energy from the large-scale projects executed by ICE. Generally speaking, electrification with mini power plants does not seem attractive when there is the alternative of expanding the national grid from a relatively close site (less than 10 km).

However, since the country's hydropower potential is extensive and well distributed, the possibility of using mini power plants should not be discounted for applications such as:

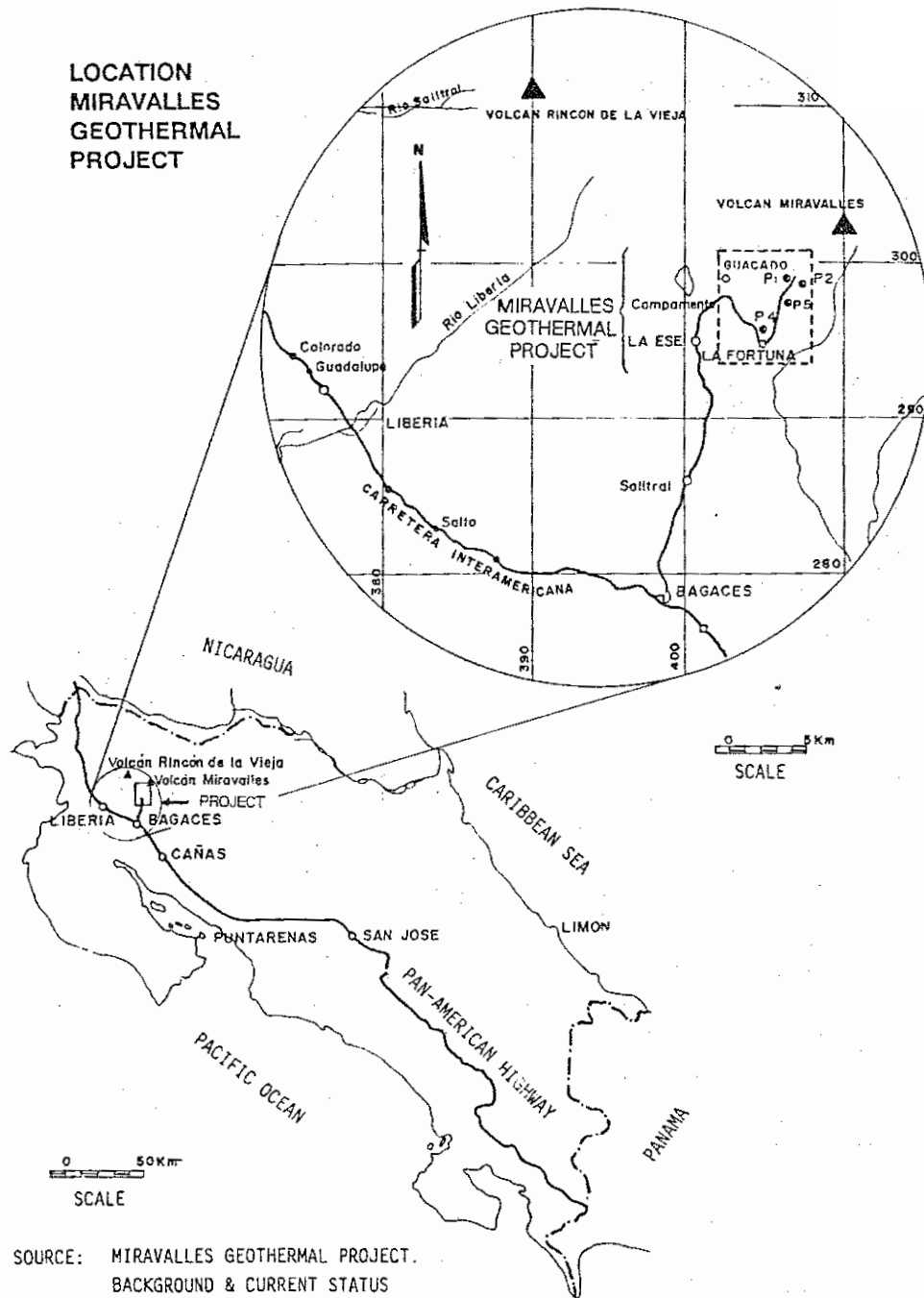
- a. Mini power plants to provide energy without the need for a costly transmission and distribution network (development would be in the hands of private initiative).
- b. Mini interconnected power plants which may operate unattended and input into the network a sufficient amount of energy at a competitive price, to justify their construction.

At this time, the ICE's major priorities (from a broader standpoint) and the potential for making use of small projects are factors which do not favor further investment in the development of small hydropower plants.

Nevertheless, ICE will develop projects of this kind after the depletion of large-scale projects, which are the most economically beneficial for society at large.

FIGURE No. 3

LOCATION
MIRAVALLS
GEOTHERMAL
PROJECT



With regard to the research work undertaken in the University of Costa Rica, the following has been achieved:

TABLE NO. 3

ELECTRIC POWER SUBSECTOR - GENERATING FACILITIES PROGRAM

PROJECT	CAPACITY (MW)	DATE OF COMMISSIONING
Ventanas Garita	96	1987
Thermal Plant	32	1990
Miravalles I	55	1991
Sandillal	32	1992
Miravalles II	55	1993
Thermal Plant	32	1994
Siquirres I	154	1995
Thermal Plant	32	1998
Guayabo	245	1999
Siquirres II	231	2001
Thermal Plant	32	2005

SOURCE: Costa Rican Institute of Electricity. National Energy Plan 1986-2005.

In 1973, the University of Costa Rica, through its School of Mechanical Engineering, initiated the theoretical study of Banki-type turbines. Engineer Fernando Rojas, a professor at that institution, built and tested two small-scale models.

Later on, in 1976, there was renewed interest in the development of turbines and a computer program was drawn up to calculate the dimensions of the Banki turbines for specific head and flow conditions and required capacities.

For the research and development process, items have been lent and/or donated by different institutions. In 1981, electronic equipment was donated by UNDP, enabling rapid data recording (pressure, flow rate, velocity and torque) and the calculation of power ratings and efficiency.

Five models of Banki-type rotors have been designed and built since 1978 for laboratory testing. In combination with the rotors, approximately twelve different nozzles have been built, with variations in type and geometry. A substantial portion of

this work was executed by students, as part of their graduation projects.

Much information and experience was obtained from the testing of models in laboratories, but no decisions were made on the most appropriate types of nozzles, despite having recorded efficiencies of up to 78%. Black steel was used to build the rotors and nozzles, without experimenting with other materials such as stainless steel.

Besides laboratory experiments, turbines have been designed and installed to generate electricity in the field. The capacities of these small generating plants have ranged between 7.5 kW and 275 kW.

With respect to control, a line of development parallel to that of the Banki turbine has been followed. To date, a purely digital control has been designed and tested; it measures the voltage generated so as to control the intake gate. P.l. analog controls interphased between A/D sensor devices have been designed and tested; digital simulations of the control loop have also been carried out.

Graduate student projects have been used to draw up a program for microcomputer control of turbines.

As far as general activities are concerned, it is worthwhile to mention the participation of researchers from the Banki turbine and speed regulator projects in the "Working Meeting on Energy - CONICIT - NAS", in March 1980, and in the First Central American Meeting of Experts on Small Hydropower Plants, held in September 1980.

Furthermore, the University of Costa Rica, through its Schools of Mechanical and Electrical Engineering, has signed a cooperation agreement with the National Power and Light Company (CNFL). This agreement establishes the conditions whereby these two institutions will develop a project for small hydraulic turbines and their protection and control systems, besides mounting and operating a pilot plant.

The general goals of this project are:

- To develop a technology that will enable the design, construction, operation and maintenance of hydraulic turbines.

- To optimize their mechanical and electrical design as well as the techniques for manufacturing their components.
- To determine the profitability of installing small power plants in order to generate electricity that will be supplied to the SNI.

The pilot plant will be used to evaluate the performance, durability and economic viability of the turbines, as well as their control and protection systems.

The National Power and Light Company has offered the opportunity for the pilot plant to be built on the Rio Segundo (2 500 kW).

SMALL HYDROPOWER STATIONS: CUBA

1. HISTORICAL BACKGROUND

In the mountain areas of the eastern provinces, there are still remains of European settlements which show that by the last century hydraulic power was used in Cuba to drive coffee pulping machines, grain mills, etc.

There are also hydraulic constructions and ruins of hydro-electric facilities which, at the beginning of this century, served settlements of some importance in the provinces of Pinar del Rio, Cienfuegos, Matanzas, Sancti Spiritus and Guantanamo.

These small-scale facilities were gradually abandoned from the 1940's on, as electric systems based on power plants were introduced, or more recently, as diesel-powered plants were installed.

Until January 1959, the country had only one large-scale hydropower facility, the Habanilla hydropower plant, which after being nationalized was completed and expanded to an installed capacity of 43 MW.

Until that time, the usable hydroenergy potential was almost completely unknown and most of the existing facilities were either in ruins or abandoned.

Following the revolutionary victory, some of these small facilities were reconditioned and made operational again; there are six of these, with some 3 MW of installed capacity.

The shape of Cuba's national territory --a long and narrow island, without large watersheds or plentiful rivers-- together with the low prices of petroleum derivatives did not encourage the assessment of usable hydropower potentials.

However, these geographical features encouraged the rapid construction of reservoirs with the aim of supporting the agricultural and social development undertaken by the Revolution. Thus, from 1959 to date, more than 141 large reservoirs and over 650 dams and micro-dams have been built in Cuba, so that its total reservoir capacity is over 10 700 MMm³.

These efforts to tap water resources provide a sound material basis for the development of small hydropower plants under stream-flows for irrigation and supply or under continuous or peak-hour flows using regulating reservoirs.

These possibilities began to be studied in 1967, and by 1978 a preliminary assessment was made on the basis of data available from the national rainfall recording network and from the measuring stations existing at some 300 reservoirs; the 18 with the best hydropower potentials were selected.

2. INSTITUTIONAL FRAMEWORK RESPONSIBLE FOR THE NATIONAL SMALL HYDROPOWER PLANT PROGRAM

In 1983 the National Energy Commission was established under the Council of Ministers. Its duties include national energy policy proposals, with concrete propositions on rational use, savings, and research and development on energy resources.

This National Energy Commission has a permanent Executive Secretariat, a Technical Area, and a Technical Inspection Office.

This structure is replicated in the provincial commissions and in the major municipalities, attached to the Local Authorities representing the People's Power (provincial and municipal governments).

In late 1983, a national operating group was set up under the National Energy Commission as well as provincial working groups to prepare, propose, implement, manage and control the National Mini and Micro Hydropower Plant Program, coordinating these efforts with the other agencies, entities and enterprises involved. These are mainly the Institute of Hydroeconomics, the Metalworking Industry, Basic Industry and their generation, transmission and distribution companies, and the provincial councils of the Local Authorities representing the People's Power (OLPP).

Taking into account the planning system of our socialist economy, program implementation requires that it be included in the medium-term (five-year) plan. It was drawn up and approved upon a preliminary assessment of the hydroenergy potential, the possibilities of constructing the required equipment nationally, the availability of imported inputs for completion and the possibilities of building the facilities, etc.

Because of the amount of investment involved, the mini and micro hydropower plants and SHP are treated separately.

The medium-term Mini and Micro Power Plant Program incorporates the number of facilities to be developed by province and per year, total capacity to be installed, targeted beneficiaries, certain restrictions with regard to the cost per installed kW, the maximum length of lines to be used according to capacity, and some economic limitations.

Thus, the Mini and Micro Hydropower Plant Program for the 1986-1990 period covers a total of 250 power-output units, around 50 per year, with a total installable capacity of some 15 MW.

The guidelines for the five-year program are materialized in the annual plans, based on approved feasibility studies; the completed documentation on the project; the decision on territorial priorities according to the economic and socio-political results expected from the set of projects submitted, etc. In the case of micro hydropower plants, the methodology is much more flexible because of the low local costs of these facilities.

This is how the provincial government body, in its capacity as an investor, requests, distributes, controls and manages the financial resources assigned to it by the economic plan for this national program.

The planning process is similar in the case of small hydropower plants, although, given the amount of investment involved in each case, plans are submitted to thorough technical-economic analysis by the evaluation bureau of the Central Planning Board. Therefore, each stage of the investment work requires complete, detailed documentation.

The role of the central investor for small hydropower plants connected to the National Energy Service (SEN) is performed by the Ministry of Basic Industry (MINBAS), and that of direct investor is performed by one of the latter's companies or budget units. If the small hydropower plant is part of a hydropower complex, the central investor may be either MINBAS or the Institute of Hydroeconomics, depending on the intended use of the energy produced.

The role of project designer, in all cases, is performed by the project design companies of the Institute of Hydroeconomics, except for micro hydropower plants requiring elementary or basic documentation only. Upon request by the People's Power authori-

ties, these companies contract for project work, inventories, regional and specific schemes, etc.

Rules have been established by the Institute of Hydroeconomics and the National Operating Group with respect to the scope and content of the feasibility studies and projects, according to the order of magnitude of each project.

The basis for drawing up the rules was largely provided by documents published by OLADE.

These studies cover the following areas:

- Identification of demand.
- Rated expenditures curve.
- Topography of the plant site (ground plan and profile).
- Engineering and geological aspects.
- Analysis of the different capacity ranges and alternatives.
- Technical calculations and specifications.
- Investment estimate.
- Economic analysis.

In the case of small hydropower plants, a technical and economic study requires the following minimum documentation:

- Design work.
- Area maps on a 1:50 000 scale.
- General layout of the works.
- General drawings of the intake works.
- Detailed drawings of the discharge works.
- Graphs showing curves of area-capacity against the height of the reservoir and of flow rates against the downstream water level of the dam.
- General drawings of the conduits inside the intake works, if any, as well as detailed drawings of the connections with the small hydropower plant.

- Hydrological study of the works, including regulation of existing projects.

In addition, the following detailed information must be provided:

- Annual average generation (GWh).
- Ensured generation for an 85% probability factor.
- Installed capacity (kW).
- Design flow.
- Design load.
- Recommendations on the appropriate type of turbine.
- Estimated cost of the electromechanical equipment.
- Estimated cost of the civil works.
- Annual oil savings resulting from construction of the small hydropower plant.
- Investment recovery period on the basis of oil savings and other economic considerations.

The following are also enclosed:

- Hydroeconomic calculations.
- Hydraulic calculations.
- Mechanical report.
- Electrical report.
- Structural report.

2.1 Construction of Mini and Micro Hydropower Plants

The central investor, that is the provincial government bodies, acting through their direct investors --a company or budget unit working under the former-- contract with a specialized construction company from the Ministry of Construction (national scope) or with a construction company of local scope for the execution of the works, based on the project documentation.

National experience shows that such construction should be executed by a team with a minimum amount of personnel and equipment and with the support of the local population to be benefitted, making maximum use of local materials. This implies that large construction companies should not be used for works of this type, since costs and labor arrangements are not suitable for such purposes.

Both the design and the construction of the transmission and distribution lines are carried out by the specialized companies of the Electric Power Industry.

2.2 Operation and Maintenance

The Local Company for Community Services is responsible for the operation and maintenance of the facilities, in case the power plant is not connected to the National System. Such companies charge for supplies on the basis of each user's metered consumption and the application of prevailing rates. Maintenance of the electric power substation and distribution lines is provided under contract with the specialized company of the region, on a case-by-case basis.

General regulations are currently being drawn up. When adjusted to the characteristics of each individual hydropower plant, these will regulate operation, maintenance, contracts with users, and consumption of the energy produced. Experience has shown that these issues should be addressed prior to providing the new service in each location.

2.3 National Production of Equipment and Components

The national metal products industry produces such goods in two of its companies.

Several models from three Pelton turbine families are now under production, and these are highly satisfactory for the range of loads and flows appearing in regional inventories. These turbines are being supplied by national industry, and they include a hydromechanical regulator or manual regulation. Electric-electronic regulators and regulators for phantom loads are also being developed.

Control panels, valves and some hydromechanisms and other components, such as cranes and hoists, are also being furnished. The generators coupled to the machinery are imported. Work is

being initiated in the development of these products through forward integration.

With OLADE documentation and consultancy, efforts are being made to develop a cross-flow turbine of the Michell-Banki type, the prototypes for which will be completed this year.

Under Czechoslovakian license, a turbine with an elbow-shaped propeller is being developed; it belongs to the Banki turbine family and to another family of Francis turbines with rotary diameters from 300 to 1 500 mm.

To absorb the production of Francis turbines, equipment for two small hydropower plants included in the five-year program will be built under cooperation arrangements.

One interesting development has been the domestic manufacture and use of tempered aluminum pipes, which successfully withstand working pressures of 20 atmospheres and which, because of their low cost and ease of fit, are giving good results.

2.4 Current Status of the Mini and Micro Power Plant Program

To date the country has 26 power units in operation, with an installed capacity of 4 055 kW, providing service to some 1 293 households and benefitting around 5 544 people. It also supplies some 6 local industries, 2 hospitals and 11 schools and educational centers, and also serves other social purposes.

There are 18 units under construction and 128 in the planning stage.

The small hydropower plant program itself is working towards the goal of initiating no fewer than 6 facilities over the five-year period and of completing 3 of them as a minimum; two of these will be part of the efforts to assimilate equipment production technologies. The total small hydro capacity to be installed during the five years will be around 8.5 MW.

Work is also underway to complete a project which had been discontinued for some time and which will make it possible to add 2.5 MW to the National System, to meet irrigation needs.

Another interesting experience has been the search for solutions to the problems of small, isolated economic targets; for

instance, what is characteristic in mountain areas: small hamlets with only two or three houses. Tests have been run using very simplified facilities with cross-flow or impulse turbines to produce capacities within the 0.6-to-23-kW ranges. These facilities are portable, use flexible capron or aluminum pipes and phantom-load regulators, and can either be imported or manufactured domestically. Once the trials underway are completed, the findings will be tapped to increase their use.

APPENDIX I

RESOLUTION:

WHEREAS a program of construction and mounting of mini and micro hydropower plants is being carried out, mainly in mountain regions, in order to provide electric power service to populations isolated from the national power system.

WHEREAS, for its stable, reliable operation, use of the service of the facilities referred to above will contribute to economic and social development and to better living conditions and quality of life for remote zones requires, conscious, systematic activity by the operators and by each and every one of the consumers.

WHEREAS it is advisable to establish a set of general rules and regulations containing the basic aspects which regulate operation, maintenance, consumption and tariffs for electric power from the mini and micro plants, which should be based on the corresponding administrative directions from the provincial bodies of the People's Power, for the regulations which shall be dictated with respect to each installation in particular, in keeping with its characteristics and the current and projected demand for the area to which it will supply service.

WHEREAS Law-Decree 70 of June 1983, empowers the National Energy Commission to dictate, in the framework of its powers and competence, regulations, resolutions and other dispositions of compulsory compliance by the other bodies and their offices, the cooperative and private sectors and the population at large.

DOES HEREBY, in use of the powers granted unto it, resolve to dictate as follows:

GENERAL REGULATIONS FOR THE EXPLOITATION, USE AND MAINTENANCE OF
MINI AND MICRO HYDROPOWER STATIONS

CHAPTER I

Preliminary Provisions

Article 1.- The aim of the present regulations is to define the norms referring to common aspects to be applied in the exploitation, use and maintenance of the mini and micro hydropower stations which shall work in isolation from the national power system and provide service to government entities and the population.

Article 2.- For the purposes of these regulations, the term "stations" shall refer to mini and micro hydropower, the equipment usually comprised by a turbine and a generator which, by tapping a hydroenergy source, produces electricity with installed power capacities of less than 500 kW.

Article 3.- The norms established by the present regulations, in terms of stations, refer to:

- a) priority for the use of electric power;
- b) limitations and restrictions in the use of electric power;
- c) operation of the stations;
- ch) maintenance and repair of facilities; and
- d) administration, collection and payment of electric service.

CHAPTER II

Priority Uses for Electric Power

Article 4.- In keeping with national provisions, the order of priorities for making use of the electric power service provided by the stations shall be:

- a) defense of the country;
- b) social needs, according to the following order:

- health
 - education
 - social circles
 - housing
 - public lighting and
- c) the needs of the economy and services, according to provincial priorities.

CHAPTER III

Limitations and Restrictions on the Use of Electric Power

Article 5.- The extension of power lines shall be determined by the Directorate designated by the Provincial Office of the People's Power, which shall hereinafter be known as the Provincial Office, and the Energy Savings Commission of the province, with advising from the Transmission and Distribution Company of the province or territory, and the project planner, and the electrification boundaries, taking into account the demand and the capacity of the facility, economic rationality and availability of the planned lines. As a general rule, distribution should be no fewer than 20 users per kilometer of lines and no less than 10 kW of installed power per kilometer of transmission line.

Article 6.- The public or private use of electric power coming from the stations is prohibited, except in the exceptional cases of:

- a) stoves and ovens;
- b) water heaters of any kind; and
- c) substitution of local or renewable fuels such as firewood, sawdust and shavings and other forest and farming wastes, wind energy, biogas, etc.

Article 7.- The use of the electric power produced by the stations, for water pumping, by either public or private users, shall be the subject of analysis and case-specific agreements. In general, its use shall be prohibited between 6 p.m. and 12 p.m.

Article 8.- In keeping with the installed power capacity and the characteristics of each station, as well as planned demand, the use of electrical appliances and equipment should be regulated by the State and by private parties.

Article 9.- For the purposes stated in the preceding Article, the following restrictions shall be established:

- from the time of initiation of exploitation, the use of fluorescent lighting shall be foreseen, granting priority through the corresponding Trade Office to sales to the population in the zone which will receive the service, of lamps, lighters and pipes, and the State users shall be obliged to use this type of illumination or others more efficient;
- the use of the following equipment shall be subject to a specific agreement, whether temporary or not, between the public or private user and the station administration:
 - a) air conditioners;
 - b) welding machines;
 - c) saws, lathes, drills and machines in general, tools for working with metals and woods, and heat-treatment ovens; and
 - ch) incubators, milking machines, pasteurizers and commercial freezers, dryers, grain mills, reflectors and incandescent lights of more than 100 W, etc.

Article 10.- In those cases which are authorized and agreed upon through a contract for temporary use of the equipment cited in Articles 7 and 8, the contract shall include a rigorous plan for accommodation of load.

Article 11.- The public sector users, before contracting for equipment and entire plants, and as part of their investment tasks, shall coordinate with the designated municipal office of the People's Power, to obtain approval for said investments in the power project.

Article 12.- Every user of the electric power service shall be obliged to make and repair his installations on the basis of the power consumption metering equipment inside his property, and shall be responsible for the damage caused by defective installations of the interior system.

The office designated by the municipal arm of the People's Power, hereinafter known as the Municipal Office, shall carry out the necessary inspections and, according to its findings, shall withdraw from service or deny service if the interior installations do not comply with the norms established in this area and the electric power safety code, or if they interfere with, or are prejudicial to, the electric power service to other users.

Article 13.- The public sector users shall be prohibited from installing new equipment or altering their work regime, if they would thereby increase the anticipated demand for this service, without previous authorization from the Municipal Office. It shall be obligatory for the administration of these offices to comply with the provisions made, and the corresponding responsibility shall be demanded therefrom.

Article 14.- The user shall be prohibited from manipulating, changing or altering the metering equipment and the service connections; from hindering the smooth operation of the equipment or the free passage of energy; and from taking electric power which has not been recorded by the equipment.

The user's intentional or deliberate noncompliance with any of the foregoing prohibitions shall make him responsible for the damages caused, no matter what the penal responsibility which might be incurred.

Article 15.- The technical regulations for the circuit of users and the electric power safety code to be applied, with respect to the provisions of the present regulations, shall be those in force for the national power system.

Article 16.- The household consumption of electricity from the stations shall be regulated, and it is expedient for explanations to be provided to the users on:

- the fact that the monthly consumption per private user shall not exceed 150 kWh and
- that during the schedule of 6 p.m. to 12 p.m. the load in use may not be more than 500 watts.

In order to comply with the aforesaid, strict measures shall be adopted, to accommodate the load during peak hours.

In those cases in which loads do not have to be temporarily accommodated and no limitations have to be applied to consumption, it shall be noted in the contracts that, from the moment

that such measures are considered necessary by the administration, they will be compulsory.

Article 17.- Exceptions to the above shall be those stations where there are special restrictions on capacities above the demand projected for the five years subsequent to the start-up date.

CHAPTER IV

Article 18.- The operation of the stations shall be continuous; the facility shall work uninterruptedly 24 hours a day and never fewer than 340 days a year, except in those cases in which the characteristics of demand and available power call for a different operating scheme.

Article 19.- When there is a regulating reservoir before the station's intake, and if the characteristics of demand so justify, the work schedule shall be adjusted to the particular features of the reservoir and demand, in order to optimize exploitation as a function of better service, maximum number of consumers and maximum consumption, during the maximum operating time possible, which shall be exhaustively detailed in each specific set of regulations.

Article 20.- Except for cases of force majeure (exceptional droughts or unforeseen disasters, etc.), the maintenance shutdowns shall be preventive and planned, both for the station itself and for the dam, the intake canal, the silt remover, the penstocks, and the transmission and distribution lines. The shutdowns shall be coordinated so as to execute the work during the periods of least demand on the following day. The population shall be notified of these shutdowns no less than 72 hours in advance. The sum of all the shutdowns, planned and unforeseen, without including those due to force majeure, shall not ever exceed 20 days per year.

Shutdowns may not occur due to a lack of operators or to organizational problems.

Article 21.- The maintenance and repair of the isolated stations shall be the responsibility of the corresponding Municipal Office; if it does not have the necessary personnel, it shall coordinate maintenance with specialized firms from the province, which shall repair the installations. Specialized maintenance of power lines shall be coordinated with the territory's corresponding Basic Electric Power Organization.

Article 22.- The Municipal Office shall name the chief of the facility as a whole, as well as the operators considered necessary; shall assign the tools, equipment and materials necessary for maintenance and repair of the installations; and shall implement the internal regulations for exploitation, maintenance and repairs which guarantee the provisions of the present regulations and the specific points dictated for that purpose.

Each station shall keep a record of events which may also periodically reflect the station's main work parameters. This unique document shall serve as the basis for the various provincial and national offices' assessment of the work of each particular station. An updated census of the users' electrical appliances and the final load agreements made in the contracts shall be attached as an appendix to this log.

CHAPTER V

Charging and Collecting for Electric Power Service

Article 23.- Public and private consumers shall be obliged to pay for the electric power services provided, to the person or entity designated for that purpose by the Municipal Office.

Charges and collections shall be in accord with the tariff provisions for the national power system.

Article 24.- Metering of each consumer shall be an indispensable requirement, and payment shall be made according to the monthly reading, except in the case of stations having fewer than 10 users, with special restrictions.

Article 25.- In the case of stations having fewer than 10 users, with special restrictions, where metering is not advisable, the service will be charged for according to the tariffs established for the service with diesel-fired plants or according to the norms decided upon by the Executive Committee of the provincial office of the People's Power in that regard.

Article 26.- Prior to granting of the service, each public or private user shall provide a contract to the person or entity designated for that purpose by the Municipal Office.

Article 27.- The model for the contract shall be the one used by the Transmission and Distribution Company of the Ministry of

Basic Industry, adapting it to the provisions of these regulations and the corresponding specific regulations, in keeping with the characteristics of the stations.

Article 28.- The contracts shall include the following:

- a) that the user may not cede, transfer or permit the use of the contracted energy by third persons, and illegal connections are definitely prohibited;
- b) the specific prohibitions on the use of electrical appliances, devices, and equipment;
- c) the specific load accommodation plan to be obligatorily followed by the user and the load restrictions for the schedule between 6 p.m. and 12 p.m.;
- ch) the user's statement on ownership of equipment and electrical household appliances, as well as the inventory of lighting by type and installed power, to be updated every semester;
- d) the maximum admissible monthly consumption; and
- e) that user noncompliance with the stipulations of the contract shall lead to the immediate withdrawal of service by disconnection, until all of the requirements have been met. The disconnection period shall be determined by the contract, and the cost of service reconnection shall be covered by the user.

FINAL PROVISIONS

ONE: The Provincial Office, with approval from the province(s) Executive Committee, and in consultation with the corresponding Provincial Energy Savings Commission, shall draw up specific regulations for each station in its territory, in keeping with the provisions of the present regulations; and these shall take effect prior to start-up of each one of these facilities or, in the case of those already existing, within a six-month period, as of the date when the present regulations take effect.

TWO: Any dispositions of equal or lower stature which might oppose the provisions of the present regulations are hereby revoked, and these Regulations shall take effect 30 days following their publication in the Official Record of the Republic.

Joel Domenech Benitez
Chairman
National Energy Commission