



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

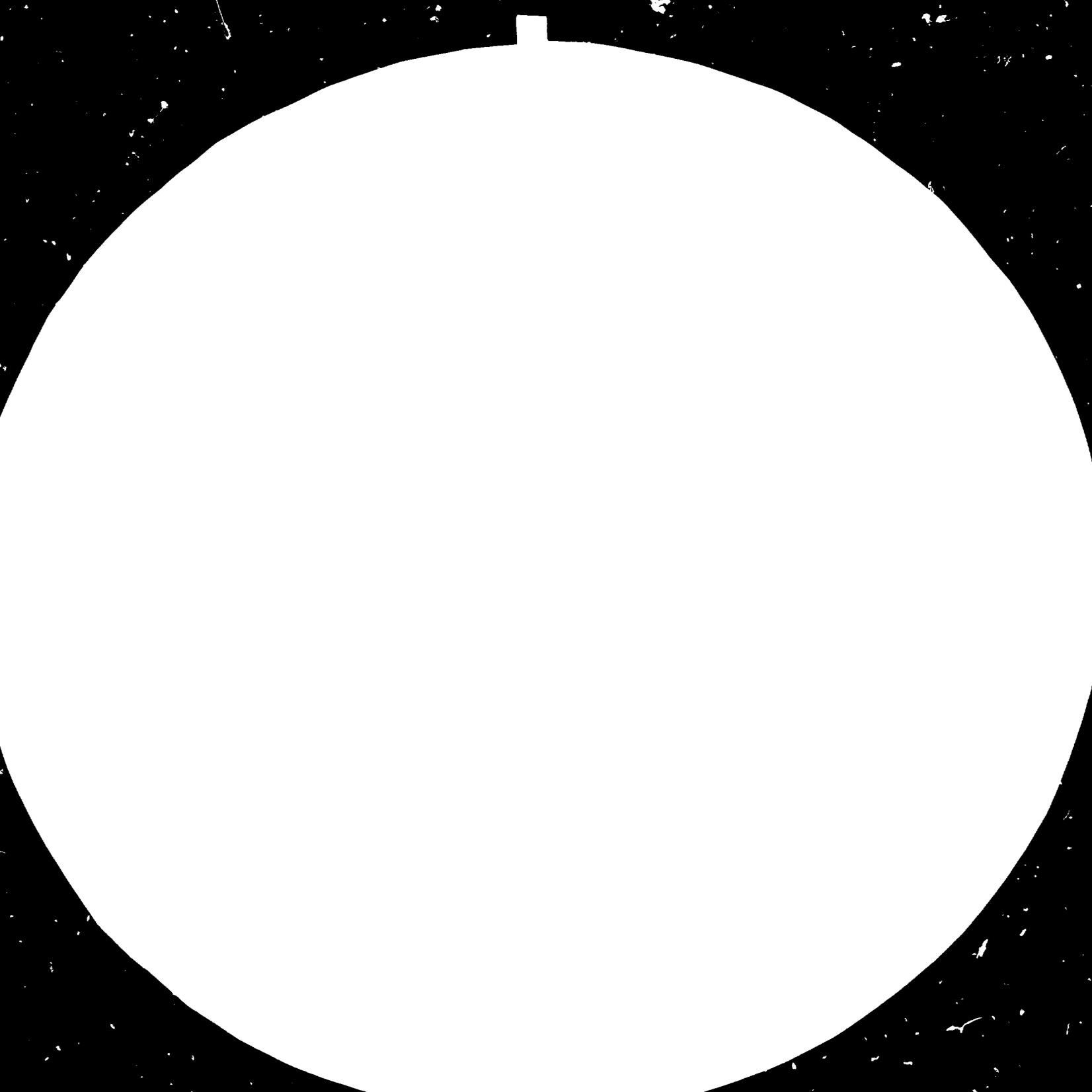
FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org



С.К. QUIROGA

13735

Bolivia.

EQUIPO ELECTRICO DE POTENCIA

EN LA

REPUBLICA DE BOLIVIA

Cochabamba - Bolivia

Febrero-1984

O. Quiroga

firm. Mas V. Pekarek

INDICE

| | <u>Pág.</u> |
|--|-------------|
| 1. INTRODUCCION | 1 |
| 2. INFORMACION GENERAL Y ESTADISTICA | 3 |
| a) Producción nacional de energía primaria | 3 |
| b) Generación y consumo de energía eléctrica, pasado, presente y proporciones futuras | 6 |
| c) Desarrollo histórico de las instituciones relacionado con la generación, transmisión y distribución de energía eléc- trica en Bolivia | 10 |
| d) Planes para el desarrollo de plantas de generación, trans- misión y sistemas de distribución | 17 |
| 3. INFORMACION ESPECIFICA DEL SISTEMA ELECTRICO NACIONAL | 25 |
| a) Plantas de generación eléctrica, sistemas de transmisión y sistemas de distribución existentes | 25 |
| b) Actividades de mantenimiento | 26 |
| c) Rol de la consultoría e ingeniería local en la planifica- ción, diseño y ejecución de sistemas eléctricos | 32 |
| d) Capacidad y experiencia de la ingeniería civil en la implementación de sistemas eléctricos | 34 |
| 4. PRODUCCION INTERNA DE EQUIPO ELECTRICO DE POTENCIA | 36 |
| a) Información macro-económica de la industria de equipo de potencia | 36 |
| b) Desarrollo de la industria de equipo eléctrico de potencia en Bolivia | 36 |
| c) Tipos y cantidades de equipos de sistemas eléctricos de potencia. Producción nacional | 40 |
| d) Organización de la producción | 40 |
| e) Dominio de la tecnología | 41 |
| f) Restricciones en la producción doméstica de equipo eléctrico de potencia y medidas correctivas aplicadas | 44 |
| 5. VINCULOS CON OTRAS INSTITUCIONES DE BIENES DE CAPITAL | 47 |
| a) Suministro de materias primas | 47 |
| 6. POLITICAS Y ESTRATEGIAS | 50 |
| a) Política energética e industrial | 50 |
| b) El rol del gobierno | 53 |
| e) Experiencia pasada, presente y oportunidades futuras de cooperación con otros países en desarrollo en base bilateral y/o multilateral | 54 |
| 7. MEDIDAS A ADOPTAR PARA INCREMENTAR LA PRODUCCION NACIONAL DE EQUIPO ELECTRICO Y MEJORAR LA VINCULACION DE BIENES DE CAPITAL | 56 |

| | |
|--|----|
| 8. OTRAS TECNOLOGIAS EN EL CAMPO DE LA ENERGIA | 59 |
| a) Producción doméstica de equipo diferente al de potencia eléctrica. Maquinaria agrícola | 59 |
| b) Disponibilidad de infraestructura de servicios básicos | 61 |
| c) Experiencia de producción y posibilidades futuras | 62 |

| | |
|--------|---------|
| TABLAS | 63 a 80 |
|--------|---------|

| | |
|--------|---------|
| ANEXOS | 81 a 96 |
|--------|---------|

1. INTRODUCCION

El presente estudio sobre la situación y las perspectivas de la industria de bienes de capital para la producción y distribución de energía eléctrica, (sistemas de potencia), ha sido preparado por encargo de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), de acuerdo a recomendaciones emergentes de la Primera Consulta sobre Bienes de Capital (Bruselas, 21-15 de septiembre 1981) y según términos de referencia establecidos en la reunión de expertos realizada en Viena del 19 al 21 de diciembre de 1983.

El estudio forma parte de una serie de actividades preparatorias para una Segunda Consulta sobre Bienes de Capital y obedece a una primera selección de países para estudios de caso, con fines de análisis posterior. Dicha selección tiende a definir grupos de países mas o menos homogéneos para efectuar recomendaciones acordes, habiéndose considerado para este fin de selección la relación entre el valor agregado versus el consumo per cápita de energía eléctrica, además de algunas consideraciones adicionales sobre ubicación geográfica y recursos naturales.

Ha sido difícil ilustrar características de grupo debido a las peculiaridades del país que exigido abundar en datos de información general que faciliten la composición de lugar en análisis posteriores, sobre todo ante la falta de suficientes indicadores por la ausencia de infraestructura industrial.

La escasez, dispersión y heterogeneidad cultural y racial de la población boliviana, accidentada geografía y mediterraneidad, son factores, entre otros, que determinan su alto grado de dependencia externa, convirtiéndola en el país de menor desarrollo relativo dentro de la comunidad latinoamericana con un consumo per cápita de apenas 291 KWh/hab., un tercio del promedio latinoamericano en 840 en 1981.*

* Balance Global Energético de Bolivia, 1981. Ministerio de energía e Hidrocarburos.

A las consideraciones anteriormente enumeradas se añade la aguda crisis que sufre Bolivia, una de cuyas consecuencias consiste en la dificultad de realizar previsiones con un adecuado grado de confiabilidad.

En contraposición a las dificultades que aquejan a Bolivia, debe destacarse los beneficios que representa su diversidad geográfica, brindándole variados recursos naturales y un gran potencial que presenta amplias perspectivas de desarrollo. El enunciado de las limitaciones y problemas debe ser, por tanto, entendido como paso necesario para su solución, la cual dependerá en gran parte del concurso y asistencia de organismos internacionales cuya experiencia y recursos contribuirán a adoptar las soluciones más adecuadas para un armónico desarrollo económico y social.

En el Anexo N° 1 se incluye el perfil geográfico de Bolivia con alguna referencia a sus regiones y población por departamentos.

2. INFORMACION GENERAL Y ESTADISTICA

a) Producción nacional de energía primaria

La producción nacional de energía primaria se resume en la Tabla N° 1, basada en información estadística de las instituciones estatales dependientes del Ministerio de Energía e Hidrocarburos (MEH), particularmente la Dirección Nacional de Electricidad (DINE) y Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (YPFB), cuyas cifras han sido además, corroboradas con información del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) y otros informes sectoriales, donde se destaca la participación y/o asistencia de Naciones Unidas y de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE).

Para la requerida conversión de unidades (aTJ) se ha utilizado datos característicos tales como gravedad específica y poder calorífico, de los productos energéticos del país, incluyéndose en la misma tabla, las equivalencias utilizadas.

Cabe destacar que Bolivia cuenta con diversos recursos naturales para la producción de energía, siendo limitada la utilización que hace de los mismos.

El aporte de la energía hidroeléctrica representa apenas un 1.4% de la producción nacional de energía primaria, pese a que se dispone de un considerable potencial hidroenergético. Las cifras de generación registradas, representan aproximadamente el 1.5% del potencial económicamente aprovechable, según estudios de 1975 que resultan conservadores de acuerdo a reciente información en proceso de revisión, señalándose un potencial aprovechable aún mayor.

Una situación similar se presenta en el caso de los recursos energéticos de origen vegetal. Siendo Bolivia un exportador de productos madereros de alta calidad (90.000 m³ al año), tiene abundantes recursos forestales, particularmente en los llanos tropicales densamente cubiertos por bosques naturales, los cuales, sin embargo, contribuyen en mínimo grado a las ci-

fras de producción señaladas en la Tabla Nº 1 (carbón y combustibles sólidos), pues, por paradójico que parezca, la mayor producción corresponde a la leña consumida por la población rural y minera de las zonas altiplánicas y valles adyacentes, donde su uso milenario y tradicional se ha extendido en forma incontrolada e irracional hasta el presente, provocando una progresiva deforestación y degradación de los suelos de estas regiones altas, en las que por el contrario, se cuenta con condiciones altamente favorables para el uso de la energía proveniente de la radiación solar.

La Tabla Nº 1 muestra que el mayor aporte de energía primaria corresponde a la explotación de recursos no renovables (petróleo y gas natural), cubriendo cerca al 90% de la producción de los últimos años, a pesar de la disponibilidad de recursos renovables previamente señalada.

En el caso del petróleo, la producción decrece de año en año y el tipo de petróleo es cada vez más liviano, habiendo bajado su gravedad específica de 0.766 en 1970 a 0.745 a la fecha, situación que se traduce en un excedente de combustibles livianos y un déficit en kerosén, diesel y fuel oil, considerados pesados; este desajuste es corregido a través de un intercambio con los países vecinos, exportando gasolina e importando diesel. El petróleo crudo y sus derivados están destinados principalmente al transporte, el cual absorbe el 61% del consumo final, ocupando un segundo lugar la utilización del petróleo y derivados en la generación de energía eléctrica en zonas mineras y regiones aisladas, donde es predominante el uso de pequeños grupos electrógenos a diesel.

De la producción de gas natural, un 42% se destina a exportación, un 3% al consumo interno y el resto se va en reinyección, quemado, venteado y pérdidas. El consumo interno del gas natural está destinado en un 64% a la generación de energía eléctrica, en 19% a la agroindustria y en 17% a otras industrias, en especial a la del cemento.

Como se puede ver, el uso industrial del gas es mínimo, existiendo algunos proyectos de industrialización, particularmente para la producción de fer-

tilizantes (amoniaco-urea). Otro proyecto importante de uso industrial lo constituye la Acería del Mutón, cuya implementación está postergada por diversas razones, entre ellas la grave recesión económica que vive el país. Tal recesión está asimismo limitando los programas para la instalación de gaseoductos al Altiplano, que permitirían una mayor diversificación del gas en el uso industrial.

Aún en caso de incrementarse sustancialmente el uso interno, existe un excedente de gas natural, cuya cuantificación, conjuntamente con una negociación de precios, debe definir la firma de un contrato de venta al Brasil, sobre la base de los Acuerdos de 1974, fortificados por una Carta de Intenciones firmada en 1978, para un probable suministro de 400 millones de pies cúbicos diarios durante un período de 20 años. Monto que duplica la actual exportación a la Argentina con compromiso de exportación que vence a fines de 1991.

La magnitud del proyecto de venta al Brasil representa un equivalente de 169.450 TJ (o sea un incremento de más del 50 % de la producción energética total de la Tabla Nº 1), y conlleva consecuencias a la generación eléctrica, pues en caso de definirse esta exportación, se deberá tender a un mayor desarrollo del potencial hidroeléctrico, geotérmico o de otro tipo, a diferencia de una relativa preferencia por la generación termoeléctrica, debido al precio de oportunidad del gas natural excedente y los requerimientos de una menor inversión relativa.

Bolivia cuenta también con un potencial geotérmico con una capacidad de desarrollo factible del orden de los 350 MW de generación eléctrica (equivalentes al 70 % de la capacidad de generación eléctrica instalada a 1983), no habiendo aún prosperado los estudios e investigaciones que permitan su explotación. La realización de estudios avanzados de preinversión para el desarrollo geotérmico dependerá de la cooperación del Fondo Rotatorio de las Naciones Unidas para la Exploración de Recursos Naturales, que desde 1983 analiza una solicitud oficial presentada por Bolivia.

El aporte de energía primaria de origen hidroeléctrico constituye aproximadamente el 70% de la producción total de energía eléctrica, correspondiendo el 30% restante a la generación termoeléctrica. De este total el consumo mayoritario es aún el del sector minero con el 31%, no obstante su baja tasa de crecimiento; el 25% corresponde al sector industrial que acusa el mayor índice de crecimiento hasta 1982; 27% corresponde al sector residencial y el resto se distribuye entre otros consumos. (Ver estructura del consumo de energía - Anexo 2b-3, promedio 1978-82).

La producción y consumo de carbón vegetal corresponde casi íntegramente a los requerimientos de la industria de fundición del estaño (Empresa Nacional de Fundiciones, ENAF) donde se lo utiliza como agente reductor.

Los yacimientos de carbón de tipo antracita y lignito encontrados en Bolivia, constituyen una reserva menor, debiendo efectuarse mayores estudios y evaluaciones para su posible utilización.

b) Generación y consumo de energía eléctrica, pasado, presente y proyecciones futuras

La información de la Tabla de Producción y Consumo ha sido básicamente extractada de informes estadísticos de DINE. La tabla correspondiente a las proyecciones futuras de generación está referida al plan nacional de ENDE.

i. Producción y consumo de energía eléctrica.

Las siguientes notas complementan la información de las mencionadas tablas estadísticas:

De la capacidad instalada total de aproximadamente 510 MW a 1982, el 54% es hidroeléctrica, el 33% termoeléctrica a gas natural y el 13% restante corresponde a generadores diesel en sistemas aislados.

Las instalaciones hidroeléctricas del sistema interconectado están detalladas en el Anexo 2b-1 donde se observa la siguiente distribución de propietarios principales:

COBEE (capital privado): 52%; correspondiente a 140 MW distribuidos en 12 plantas instaladas entre 1919 y 1964.

ENDE (estatal); 40%; correspondiente a 108 MW, distribuidos en 2 plantas instaladas a partir de 1966.

OTROS (Corporación Minera de Bolivia y varios menores), con el 8% restante.

Las principales plantas termoeléctricas (a gas) instaladas, están listadas en el Anexo 2b-2 totalizando 166.2 MW pertenecientes en su integridad a ENDE.

En relación a la producción y consumo de energía eléctrica cabe destacar los beneficios de la reciente interconexión de los sistemas, que ha permitido utilizar la energía antes no aprovechada del río Zongo (sistema Norte sin capacidad de embalse) incrementando en aproximadamente un 25% su generación. La generación correspondiente a ENDE (sistema Central) cuenta con el embalse de Corani que tiene una capacidad recientemente ampliada a 144 hm³.

Las pérdidas de transmisión y distribución son distintas para cada sistema, con variaciones menores de acuerdo al año en consideración siendo en promedio general del orden del 7.5% para distribución y 4.5% para transmisión.

En el Anexo 2b-3 se muestra la estructura y evolución del consumo de energía eléctrica por tipo de consumidor, según la información estadística disponible en Bolivia. Para su adecuación a la clasificación de consumidores de la Tabla 2-A, se ha agrupado los sectores industriales y de minería por una parte, y por otra, los consumos doméstico, general, y de alumbrado público. Se hace notar que en

Bolivia, en el grupo general, se encuentra incluida, juntamente con el sector comercial, la pequeña industria, así como pequeños consumos del campo de la construcción, los cuales, sin embargo, corresponden a valores menores que no justifican ajustes basados en simples apreciaciones. Resulta en cambio significativa la ausencia de valores de consumo por transporte.

ii) Proyecciones de la demanda nacional de energía eléctrica

Resulta inevitable hacer repetidas referencias a la crisis económica por la que atraviesa Bolivia, que se presenta con mayor objetividad y significación al analizar las distintas alternativas que existen en relación a las proyecciones de la demanda de energía.

La década del 70 mostró una cierta regularidad en el crecimiento anual del consumo de electricidad, en relativa correspondencia al crecimiento del PIB hasta 1977, año en el cual éste empieza a decaer rápidamente, hasta alcanzar valores negativos en 1981 y 1982, llegando a frenar el crecimiento del consumo de energía eléctrica, debido a una drástica disminución de la actividad minera e industrial, con disminución de consumos de energía que no llegan a ser contrarrestados por el crecimiento correspondiente al sector doméstico o residencial.

Los niveles de demanda considerados en las proyecciones de ENDE (Plan Nacional de Electrificación, edición revisada en octubre de 1983) han sido estimados a partir de un pronóstico de recuperación de los niveles de crecimiento del PIB, previendo un descenso en 1983, mantenimiento de valores en 1984 y un ascenso a partir de 1985 hasta alcanzar en 1988 el nivel medio de 5.33% obtenido en el período 1970-1978. En consecuencia, se espera que el consumo de energía eléctrica recupere su tasa de crecimiento histórico del 7% a partir de 1986, cuando el PIB muestre una tasa igual o mayor del 4% o más.

Resulta más difícil hacer estimaciones para el crecimiento en 1984 y

1985 dando origen a dos proyecciones. Una proyección llamada optimista que supone acuerdos entre el gobierno y el Fondo Monetario Internacional, además de otros supuestos, y una proyección llamada básica, que supone un aceleramiento gradual del crecimiento de la demanda de energía eléctrica pasando de 0.9% en 1983 a 3% en 1984 y 5% en 1985, para finalmente estabilizarse en 7% a partir de 1986.

En vista de que continúan las restricciones financieras de la economía boliviana y no han mejorado las perspectivas para un repunte del aparato productivo, es prudente considerar únicamente la alternativa de proyección básica para el presente estudio, habiéndose adecuado la misma a la Tabla 2B, aunque debe tenerse en cuenta que si la economía se recupera rápidamente y se hacen realidad proyectos de desarrollo industrial del sector público, los índices de crecimiento podrán superar los valores considerados en esta proyección básica.

Por otra parte, debe considerarse el proyecto de venta de gas al Brasil, citado en el punto 2.a anterior, el cual introduce otra variante al programa de desarrollo de la energía eléctrica por la incertidumbre que se presenta sobre el futuro uso de la fuente de energía primaria, con posibles variaciones en la participación relativa del potencial hidroeléctrico versus el termoeléctrico a gas. La elección entre estas opciones depende del costo de capital y precio del gas. Las restricciones financieras actuales elevan el costo de capital, y la falta de definición del precio incremental de exportación del gas, puede favorecer soluciones termoeléctricas a corto plazo.

La mencionada revisión del Plan Nacional de Electrificación (octubre 1983) se limita a la consideración de los requerimientos de ampliación de la capacidad de generación del Sistema Nacional Interconectado.

En el período 83-86 se espera satisfacer la demanda de energía y potencia del SNI con las siguientes obras en ejecución:

- Instalación de una cuarta unidad de 18 MW en la Planta Hidroeléct-

trica de Santa Isabel (puesta en servicio en enero 1987).

- Ampliación de la capacidad de embalse de Corani a 144 millones de metros cúbicos (generación media adicional de 195 GWH).

Las proyecciones contemplan además la ejecución hasta 1987 del proyecto de Interconexión Central-Oriental con material ya adquirido y construcciones en suspenso por dificultades financieras.

El resultado del análisis económico para satisfacer la demanda a partir de 1987 ha dado origen a los proyectos descritos en el punto 2.d, y son consiguientemente considerados en las proyecciones de la capacidad a instalarse, requeridas en la Tabla 2-B.

La dispersión y el reducido tamaño de los mercados aislados impide su integración en condiciones económicas al SNI entre 1983 y 1992, siendo objeto de consideraciones separadas, la expansión de estos sistemas aislados.

Algunos balances regionales y proyecciones de subsistemas permiten pronosticar un desarrollo paralelo que ha sido asimilado a una tasa de crecimiento del orden del 6.4% hasta 1988 y del 11% para 1988-1992, extrapolándose este último valor para el periodo 1992 al 2000, a fines de completar la información de la tabla. Sin embargo, debe hacerse notar que dicho periodo aún no ha sido revisado integralmente en detalle por las instituciones pertinentes.

c) Desarrollo histórico de las instituciones relacionado con la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica en Bolivia

Las primeras instalaciones de suministro de energía eléctrica en Bolivia datan de comienzos de siglo, merced a esfuerzos de iniciativa privada alrededor de los centros de mayor actividad económica y social.

Así, en la ciudad de Tarija, en el extremo sur del país, la compañía

Frigerio Calvi, inició los servicios eléctricos en 1903 y los continuó explotando hasta 1943.

Durante el primer cuarto de siglo, la actividad minera privada fue origen de diversas instalaciones eléctricas (pequeñas centrales hidroeléctricas y grupos electrógenos diesel) caracterizadas por un servicio exclusivo a centros aislados de explotación minera y, por lo mismo, a frecuencias y voltajes muy diversos.

El auge de la explotación de la goma posibilitó la instalación de pequeñas centrales a vapor en la región amazónica, donde se destaca la participación de la afamada casa Suarez (emporio gomero del primer cuarto de siglo) en centros tales como Cachuela Esperanza.

Durante este mismo período, siempre en base a la iniciativa privada, acompañada en este caso por el esfuerzo municipal, se dio comienzo a la instalación de sistemas de suministro eléctrico en las principales capitales del país. En 1915, Sucre fue dotada del servicio, gracias al impulso del Presidente Aniceto Arce. En Cochabamba, cupo al industrial minero Simón Patiño impulsar la expansión de la Empresa de Luz y Fuerza Eléctrica Cochabamba (ELFEC) S.A. creada por prominentes ciudadanos que propulsaron la instalación de las pequeñas centrales hidroeléctricas de Chocava e Incachaca, ampliadas posteriormente con una planta diesel de respaldo. Cabe resaltar que estas centrales hidroeléctricas aún contribuyen a la producción de energía local, existiendo estudios para introducir mejoras y efectuar reparaciones que permitan su mejor aprovechamiento y/o rehabilitación.

Un hito importante de esta época constituye la iniciación de actividades de la Bolivian Power Company (hoy Compañía Boliviana de Energía Eléctrica, COBEE), empresa de capitales canadienses y norteamericanos que obtuvo una concesión del Gobierno para el suministro de energía eléctrica a la ciudad de La Paz, capital administrativa del país. Inició sus actividades en 1925 operando la planta de Achachicala, de 1800 KW, actualmente aún en servicio. En 1928, esta compañía logra la expansión de su área de

concesión, atendiendo a la ciudad de Oruro y centros mineros próximos, los cuales pasaron a constituir los centros de consumo de mayor trascendencia hasta el presente.

Dicho año BPC instaló en la ciudad de Oruro un grupo diesel de 500 KW, mientras se construía la central hidroeléctrica de Miguillas. A partir de 1929 BPC inicia la explotación hidroeléctrica del Río Zongo, construyendo una serie de centrales de pasada en correspondencia al crecimiento de la demanda, hasta alcanzar el número de 8 plantas, todas actualmente en servicio y con una potencia instalada total de 113.5 MW.

El período siguiente hasta la década del 60, se caracteriza, por la existencia de sistemas de explotación eléctrica aislados, creados alrededor de centros urbanos o de actividad económica importante, que fueron decayendo progresivamente (a excepción de la BPC), ante su incapacidad de atender las crecientes exigencias de su mercado y al carecer de una adecuada planificación integral. Durante este período, la tasa de crecimiento del sector promediaba escasamente el 4.2% anual. Este período también se caracteriza por la falta de regulación tarifaria y de un organismo central de normalización y planificación.

La integración y organización del sector, a impulsos de la actuación gubernamental, comenzó en 1962 con la creación de la Empresa Nacional de Electricidad, S.A. (ENDE), entidad estatal encargada de la planificación del sector eléctrico a nivel nacional y responsable de la generación y transmisión de la energía eléctrica en todo el territorio (con excepción del área de concesión de la BPC en el eje La Paz - Oruro).

En estos años, fue creada también la Dirección Nacional de Electricidad (DINE), entidad reguladora y fiscalizadora de la actividad del sector eléctrico del país, funcionando como un ente autónomo, en su origen bajo la tuición del Ministerio de Economía y actualmente del Ministerio de Energía e Hidrocarburos.

Este proceso de estructuración también dio origen a la creación del Instituto Nacional de Electrificación Rural (INER) con la finalidad de hacerse cargo de la instalación y promoción del servicio eléctrico en las poblaciones menores y áreas rurales.

En 1968 se promulgó el Código de Electricidad que regula la actividad de las empresas eléctricas y establece los procedimientos para la prestación de servicios y el cálculo de tarifas

El rápido y eficiente crecimiento de ENDE (del orden del 18% anual en el período 1967-1982) permitió la incorporación de nuevos mercados, la atención del crecimiento de la demanda insatisfecha en los sistemas existentes, la incorporación de una mayoría de los autoprodutores mineros y, finalmente, el primer paso en la configuración de un sistema nacional interconectado al enlazar los sistemas central y sur de ENDE con los sistemas La Paz y Oruro de BPC en octubre de 1980.

Un factor básico de este crecimiento acelerado lo constituyó el sistema hidroeléctrico de embalse Corani - Santa Isabel que puso a disposición del mercado, por primera vez en la historia del país un excedente energético aprovechable.

La emergencia de una empresa responsable de la generación y transmisión de energía eléctrica en escala nacional, produjo en los pequeños sistemas aislados de suministro de electricidad, una natural dedicación especializada en el campo de la distribución urbana y rural. El apoyo de ENDE a estas entidades regionales obtuvo sus frutos con la creación de la Cooperativa Rural de Electrificación de Santa Cruz (CRE) en 1971, empresa distribuidora con un sistema modernizado sobre la base de la antigua SELSAC (Servicios Eléctricos de Santa Cruz); la consolidación de la Cooperativa Eléctrica de Sucre, S.A. como la principal empresa distribuidora de Chuquisaca (con participación accionaria de ENDE); la creación de Servicios Eléctricos Potosí S.A. (SEPSA) en 1969, también con participación accionaria de ENDE, sobre un sistema de distribución actualizado

sobre los restos del sistema creado por la Empresa Soux en 1923; la creación, también ese mismo año, 1969, de Servicios Eléctricos de Tarija, S.A. (SETAR) con ENDE como accionista, sobre la base del antiguo sistema iniciado por Frigerio Calvi y, desde 1943, en manos municipales y de la Corporación Boliviana de Fomento.

Ultimamente, ENDE inició sus actividades en Trinidad y colaboró en la reciente creación de Servicios Eléctricos Trinidad (SELTSAM), asociándose a CORDEBENI (Corporación de Desarrollo de Beni) y la hasta entonces encargada del servicio, Cooperativa de Servicios Eléctricos Trinidad (COSERELEC), con la finalidad de modernizar, expandir y rehabilitar el deteriorado sistema de distribución de la ciudad de Trinidad.

Por otra parte, la disponibilidad energética resultante de la existencia de nuevos sistemas de generación relativamente potentes y estables, permitió, a partir de 1974, el desarrollo de masivos planes de electrificación rural alrededor de los sistemas de distribución urbanos, ya descritos. De 1979 data la creación de las Cooperativas Rurales de Electrificación del Altiplano (CORELPAZ) y Yungas (CEY) en el Departamento de La Paz, que bajo la tuición de ENDE explotan sendos sistemas de distribución vinculados a la red de transmisión de BPC.

La expansión rural interesó fundamentalmente, además de las cooperativas mencionadas, a CRE (Santa Cruz), ELFEC (Cochabamba), SETAR (tarija), CESSA (Sucre) y SEPSA (Potosí). Junto con la expansión rural, ENDE instaló en 1979 la Central de Camargo (diesel) para atender el sistema rural del valle del mismo nombre (hoy a cargo de SEPSA) y la central de Villamontes (dos máquinas dual diesel-gas de 1250 KVA cada una), para servir el área oriental de SETAR (región del Chaco).

En resumen, el devenir histórico del desarrollo del sector eléctrico boliviano ha conducido en la actualidad a la presentación del panorama siguiente:

- La tuición estatal sobre el sector ejercida por el Ministerio de Energía e Hidrocarburos a través de entidades bajo su directa supervisión y control:

La Dirección Nacional de Electricidad - DINE

La Empresa Nacional de Electricidad - ENDE

El Instituto Nacional de Electrificación Rural - INER

- Una empresa estatal, ENDE, encargada de la generación y transmisión de electricidad en gran escala junto con la explotación del Sistema Nacional Interconectado. Su capacidad instalada alcanzó al 51% en 1983. Posée capital accionario y forma parte del Directorio de las siguientes empresas distribuidoras:

ELFEC (Cochabamba), SETAR (Tarija), CESSA (Sucre), SEPSA (Potosí) y SELTSAM (Trinidad).

- Una empresa privada, BPC encargada de la generación y transmisión en el área de La Paz y Oruro, así como de la distribución eléctrica en La Paz. Su subsidiaria ELFEO comercializa la energía eléctrica a nivel de distribución en la ciudad de Oruro. Su capacidad instalada representa el 25% del total en 1983.
- Plantas hidroeléctricas construídas por el sector minero hasta antes de 1960 (actualmente bajo explotación de la Corporación Minera de Bolivia, COMIBOL), en una capacidad equivalente al 3% del total del país.
- Grupos electrógenos a diesel instalados en centros mineros aislados (COMIBOL y minería privada) y en centros de explotación petrolífera (YPFB), que alcanzan al 7% de la capacidad total instalada en Bolivia.
- Plantas termoeléctricas a vapor que producen energía eléctrica como subproducto de procesos industriales (ingenios azucareros y refinerías de petróleo), cuya potencia instalada se aproxima también a un 7% de la capacidad total del país.

- Empresas distribuidoras vinculadas al Sistema Nacional Interconectado tales como ELFEC (Cochabamba), ELFEO (Oruro), CESSA (Sucre), SEPSA (Potosí), CORDELPAZ (Altiplano) y CEY (Yungas de La Paz). (Anexo 2.c-1)
- Empresas distribuidoras vinculadas a los sistemas aislados de ENDE (planeados a ser integrados al SNI a corto, mediano y largo plazo), como CRE (Santa Cruz), SETAR (Tarija) y SELTSAM (Trinidad). (Anexo 2.c-1)
- Empresas de suministro autónomo de energía (generación y distribución) en centros aislados, tales como COSELCA (Camiri) y CORDEPANDO (Cobija). (Anexo 2.c-1)
- Finalmente, un gran número de pequeños sistemas de generación diesel y distribución eléctrica rural instalados por el INER, Corporaciones Regionales de Desarrollo y Alcaldías provinciales, caracterizados por servicio restringido (4 a 8 horas diarias) y con capacidades entre 50 y 250 KW.

d) Planes para el desarrollo de plantas de generación, transmisión y sistemas de distribución

Los datos contenidos en este acápite han sido extractados fundamentalmente del Plan Nacional de Electrificación, preparado por ENDE como parte de sus principales funciones específicas.

Como consecuencia de la crisis económico-financiera por la que atraviesa Bolivia, se han determinado no sólo restricciones en los programas de desarrollo del sector eléctrico sino también cambios en la política energética del país y en el Plan Nacional de Electrificación, con una drástica reducción de la reserva del sistema.

Existe un catálogo de proyectos alternativos que satisfacen, sin grandes diferencias técnico-económicas, los requerimientos de demanda eléctrica y cuyo estado de elaboración (factibilidad o diseño final) compromete su futura ejecución, quedando sujeta la definición de cual o cuales implementarán su construcción en la presente década y cuales posteriormente, a decisiones que se adopten a nivel de gobierno y a acuerdos que se logren con instituciones financieras internacionales.

i. Proyecto de generación hidroeléctrica

El potencial técnico aprovechable ha sido estimado en 170.000 GWh por año al que corresponde una potencia instalada de 30.000 ó 35.000 MW y un potencial específico de 157.500 KWh por km².

El potencial económico aprovechable fue estimado en 90.000 GWh que corresponden a una potencia instalada de 18.000 MW aproximadamente. El 60% de los recursos hidroeléctricos del país se encuentra en los ríos cercanos a los centros de consumo principales.

De los estudios de inventariación de proyectos hidroeléctricos realizados por ENDE entre 1971 y 1973 y los estudios efectuados dentro del programa de evaluación y aprovechamiento de recursos energéticos por ENDE y Naciones Unidas entre 1974 y 1979, se identificaron y estudia-

ron 40 proyectos (32 a nivel preliminar y 8 en prefactibilidad) con una potencia total de 7 544.3 MW y una energía media anual de 39 506 GWh.

Por otra parte, otras instituciones como la Comisión Boliviana de la Cuenca del río Pilcomayo y la OEA dentro del estudio de la Alta Cuenca del río Bermejo identificaron y estudiaron 20 proyectos a nivel preliminar con una potencia total de 2 651.25 MW y una energía media anual de 11 310.5 GWh.

Las principales características de estos proyectos se incluyen en el Anexo 2.d-1. Los proyectos que hasta 1979 fueron estudiados a nivel de prefactibilidad son los siguientes: San Jacinto, Sakhahuaya, Icla, Misicuni, Rositas, Pilaya, San José y Palillada.

El conjunto de los proyectos estudiados a nivel de prefactibilidad ha permitido elaborar el Plan Nacional de Electrificación en 1979 que condujo al estudio de factibilidad de los proyectos de Sakhahuaya, Icla, San Jacinto, Misicuni, Pilaya y Rositas, habiéndose buscado financiamiento desde entonces para el estudio de factibilidad de los proyectos San José, Palillada y Molineros, debido a sus índices económicos favorables. El proyecto de San Jacinto ya se encuentra en etapa de construcción.

En la elaboración del Plan Nacional de Electrificación actual se han dividido estos proyectos en dos grupos: el primero formado por proyectos puramente hidroeléctricos que permitirá seleccionar la alternativa de mínimo costo. Dentro de esta categoría están los proyectos Sakhahuaya, Huaji, San José, Palillada, Pilaya y Molineros. El segundo grupo está formado por los proyectos múltiples Icla, Misicuni y Rositas, en los que cada región participa activamente para su incorporación al Plan.

Los costos de estos proyectos introducidos en el análisis económico de selección, corresponden a los costos atribuibles al sector eléc-

trico mediante el método de los costos separables y la distribución de los costos comunes a los diversos usos del agua en proporción a los beneficios remanentes.

En el Anexo 2.d-2 se presenta un resumen de los proyectos principales que conforman el Plan Nacional de Electrificación incluyendo los proyectos alternativos de carácter múltiple, susceptibles de ser incorporados en el Plan de acuerdo a decisiones gubernamentales.

ii. Proyectos de generación termoeléctrica

Las actuales fuentes de combustibles fósiles en Bolivia son el petróleo y el gas. El uso de recursos forestales y plantaciones energéticas, recién se encuentra en etapa de estudio, previéndose su aplicación en sistemas aislados de la zona de los llanos tropicales.

El petróleo no puede ser considerado como una fuente de combustible en gran escala para la generación de electricidad, y los planes generales de desarrollo del país llaman a la reducción del consumo interno y a su substitución por gas natural u otros recursos energéticos.

Por otra parte la utilización de energía geotérmica, igualmente en etapa de estudio, tampoco puede ser considerada en planes a corto plazo.

Consiguientemente el principal combustible para la generación actual de energía termoeléctrica, es el gas natural. El fuel y diesel oil sólo se consideran para regiones aisladas donde no existe gas natural, y no es factible una pronta implementación de energías alternativas.

La región óptima para la instalación de plantas térmicas a gas, está en las cercanías de los campos de producción, previéndose ampliaciones en la región altiplánica, con la construcción de gasoductos actualmente en proyecto.

El hecho de que no se tenga gas natural en muchas zonas del país hace que los recursos geotérmicos de la zona próxima a Potosí-Uyuni sean de gran interés. Estas plantas presentan la ventaja de poder generar potencia constante todo el año y si bien tienen un costo relativamente alto, éste puede ser compensado por la gran cantidad de energía generada.

Las principales plantas termoeléctricas del sistema son Huaracachi en Santa Cruz, Aranjuez en Sucre y Karachipampa en Potosí, cuyas características se muestran en el Anexo 2.b-2 del acápite anterior, donde se observa una concentración de la generación termoeléctrica en la planta de Huaracachi-Santa Cruz (aproximadamente 68%). Esta concentración induce la utilización de la energía calorífica de los gases de escape de las 5 turbinas existentes para la generación a vapor (ciclo combinado), opción elegida en el plan nacional vigente, que contempla la instalación de dos turbinas de 20 MW cada una, a instalarse en 1989. Este y otros proyectos menores se listan en el Anexo 2.d-3.

iii. Sistemas de transmisión

Actualmente se tiene en operación la siguiente longitud de líneas de transmisión:

| | |
|----------|-----------------|
| 220 KV | 201.5 km |
| 115 KV | 1 420.0 km |
| 66/69 KV | <u>938.0 km</u> |
| Total: | 2 559.5 km |

La capacidad de transformación del sistema de transmisión se presenta a continuación:

| | |
|---------------|------------------|
| 6.6/69/115 KV | 91.4 MVA |
| 10/115 KV | 150.0 MVA |
| 115/69 KV | 260.0 MVA |
| 115/25 KV | 20.0 MVA |
| 115/10/25 KV | 20.0 MVA |
| 115/10 KV | 15.0 MVA |
| 69/BT KV | <u>558.0 MVA</u> |
| Total: | 1 114.4 MVA |

El Anexo 2.d-4 resume los proyectos de sub-estaciones y líneas de transmisión de futura implementación, en correspondencia a los citados planes de generación.

iv. Sistemas de distribución

El crecimiento de los sistemas de distribución está planificado en los centros urbanos más importantes, por las empresas distribuidoras regionales.

Las dos grandes empresas de generación y transmisión, nominalmente ENDE y COBEE, con responsabilidad de cobertura de la demanda en distribución, desarrollan sus sistemas teniendo en cuenta dicha proyección de la demanda. Las tasas de crecimiento de los sistemas más importantes se muestran en el Anexo 2.d-6.

COBEE es, a su vez, la empresa distribuidora en la ciudad de La Paz, atendiendo también, a través de su subsidiaria ELFEO, la distribución eléctrica en la ciudad de Oruro, con lo que su planificación global incluye la atención del desarrollo de la distribución en dichos centros urbanos.

ENDE, por su parte, tiene en cuenta las pautas de crecimiento de las demás distribuidoras importantes (ELFEC, CRE, SETAR, SEPSA, CESSA y COSERELEC) vinculadas a sus sistemas de generación.

Los proyectos en distribución así concebidos, han sido resumidos en el Anexo 2.d-5.

En cuanto a la planificación de la Electrificación Rural en Bolivia, la Empresa Nacional de Electricidad, S.A. cumple con esta responsabilidad a través de su Sub-gerencia de Distribución mediante el siguiente esquema metodológico:

- a) Electrificación de áreas de saturación. Proyectos coordinados con empresas distribuidoras ligadas al sistema nacional de ENDE, con alcance definido dentro de la expansión natural de los sistemas de electrificación existentes. En la actualidad, ENDE está abocada en la búsqueda de financiamiento internacional para la implementación de la denominada Fase III del Plan Nacional de Electrificación Rural, cuyos alcances han sido considerados en el Anexo 2.d-6 ya mencionado.
- b) Electrificación de áreas de integración. Proyectos concebidos para áreas cuya vinculación al sistema nacional está prevista en el corto y mediano plazo. En estos proyectos se hace énfasis en la estandarización técnica para compatibilizarlas con los sistemas existentes. En general, estos proyectos contemplan la extensión de líneas de transmisión que los conecten al sistema nacional, aunque en algunos casos debe preverse la generación local, sea por pequeñas centrales hidroeléctricas, sea por turbo-generadores a gas.
- c) Electrificación de áreas aisladas. La responsabilidad de ENDE alcanza sólo a centros de destacada importancia social o económica. En la fecha, se estudia el desarrollo de las siguientes áreas aisladas.
 - i) Tarija-Villamontes-Yacuiba
 - ii) Trinidad
 - iii) Camiri-Montegudo
 - iv) Riberalta-Guayaramerín-Cachuela Esperanza
 - v) Cobija

El alcance para provisión de materiales y equipos de proyectos en estas áreas, en lo que concierne a sistemas de distribución, ha sido incluido en el cuadro ya mencionado.

En la actualidad, ENDE está iniciando labores de planificación energética con apoyo canadiense y sueco dentro de su Plan Maestro de Electrificación de Sistemas Aislados. De este Plan se esperan lineamientos básicos que permitan:

- Identificar energéticos renovables de origen local, que reemplacen con ventaja los combustibles líquidos. (Centrales a vapor con combustibles leñosos y pequeñas centrales hidroeléctricas).
- Enfocar de una manera sistemática e interdependiente, cuando así resulte recomendable, la instalación de plantas y redes de interconexión entre sistemas aislados.

Al margen de lo anterior, ENDE ha identificado pequeños aprovechamientos hidráulicos en diferentes áreas de la geografía boliviana. Sin embargo, esta empresa no ha desarrollado aún una política decidida para la planificación general de pequeñas centrales hidroeléctricas, aunque existe una creciente inquietud para su consideración en estudios futuros.

Por otra parte, recae en el Instituto Nacional de Electrificación Rural (INER), la responsabilidad de satisfacer las necesidades de electrificación de pequeños centros aislados en la periferia del Sistema Nacional de ENDE.

Este Instituto, dependiente del Ministerio de Energía e Hidrocarburos, carece de recursos propios, por lo que su labor se ha limitado a la instalación de grupos electrógenos diesel (en un rango de 50 a 250 KW) y pequeñas redes de distribución en pueblos y comunidades rurales concentradas en base a organizaciones cooperativistas.

En la actualidad, el INER, gracias al apoyo de OLADE, cumple una limitada labor de investigación de fuentes no convencionales de energía, en especial la solar y la biomasa.

3. INFORMACION ESPECIFICA DEL SISTEMA ELECTRICO NACIONAL

a) Plantas de generación eléctrica, sistemas de transmisión y sistemas de distribución existentes

El sistema eléctrico boliviano está básicamente configurado por el Sistema Norte (La Paz), el Sistema Central (Cochabamba y Oruro), el Sistema Sur (Potosí y Sucre) y el Sistema Oriental (Santa Cruz).

Entre los principales sub-sistemas aislados se tiene los de las ciudades de Trinidad, Tarija, Villamontes y Cobija.

Desde 1980, los Sistemas Norte, Central y Sur están vinculados por la red de interconexión, constituyendo este conjunto el Sistema Nacional Interconectado (SNI). A fines de 1987, se espera concluir la línea de interconexión en 230 KV entre los Sistemas Oriental y Central, que permitirá el mejor aprovechamiento conjunto de las plantas hidroeléctricas de pasada del Sistema Norte, las hidroeléctricas con embalse del Sistema Central y las térmicas a gas del Sistema Oriental.

El soporte decidido del Gobierno a través de los programas masivos de electrificación rural, en sus Fases I y II, permitió que, junto a la expansión hacia el área rural, se implementase mejoras substanciales, entre 1976 y 1980, en los sistemas urbanos de las empresas participantes.

El equipo existente en el sistema se detalla en la Tabla 3 que muestra las instalaciones puestas en servicio a partir de 1970.

La Tabla 3 no incluye datos de algunas pequeñas instalaciones de auto productores sobre los cuales se tiene información imprecisa, y que de todas maneras es poco significativa.

b) Actividades de mantenimiento

Un enfoque global de las actividades de mantenimiento requiere contemplar la composición de los sistemas de potencia, el nivel y modalidades de participación de las empresas del sector y su interrelación con el medio en general.

En la composición se destaca la diferencia notable entre el sistema Interconectado Nacional que cuenta con organización, medios y la participación de las principales empresas de generación, transmisión y distribución, atendiendo a los sectores de mayor desarrollo del país, en contraste con los sistemas aislados dispersos en una extensa área geográfica, en los cuales las tareas de mantenimiento representan la supervivencia de los mismos.

Además de las características de los propios sistemas eléctricos condicionan las tareas de mantenimiento factores externos muy diversos, que abarcan desde la ubicación geográfica de mediterraneidad de Bolivia hasta las inestables condiciones sociales, económicas y políticas del país.

i. Facilidades para el mantenimiento, suministro de repuestos, administración

Las dificultades para el acceso físico, comunicación o asistencia oportuna por parte de proveedores y más que nada la significativa proporción de cada unidad generadora con relación a la potencia instalada de su sistema, parámetro que alcanza al 50% en la generalidad de los sistemas aislados, son entre otros, los factores que han determinado la dotación de facilidades de mantenimiento a las centrales, orientándose al personal a la adopción de soluciones localmente.

Es así, que se explica la permanencia en servicio de centrales que fueron instaladas el año 1911.

Todas las centrales cuentan con naves dotadas de puentes-grúas que permiten la reposición de piezas o componentes. Se ha incorporado en los diseños recientes la utilización del sótano en las centrales para el mantenimiento de otros equipos de magnitud como transformadores, sin entorpecer ni poner en riesgo la operación de las unidades de generación.

Las herramientas y equipos especiales propios de cada central están condicionadas al origen y normas del fabricante. Este hecho limita notablemente la flexibilidad y posibilidades de intercambio en su uso y exige multiplicar inversiones en ese rubro.

Para la red de transmisión las empresas ENDE y COBEE cuentan con equipamiento para el mantenimiento de redes energizadas hasta 230 KV, recurso importante dada la configuración de los sistemas y los procesos críticos vinculados a las industrias más importantes del país. La continuidad del suministro en algunos sectores como el minero es vital, citándose casos de minas en las que se requieren sistemas de bombeo permanente por tener un margen de 10 a 15 minutos para provocar su inundación. En general, existe un alto costo por interrupciones del suministro en los procesos de los sectores minero e industrial.

La topografía y características geográficas generales de las zonas atravesadas por las redes de transmisión, que abarcan desde la Cordillera de los Andes con instalaciones a 5200 mts sobre el nivel del mar, a los extensos llanos orientales atravesados por ríos de considerable magnitud, ha exigido la dotación de medios de apoyo para el mantenimiento, consistentes en vehículos especiales todo terreno, sistemas de comunicación en VHF y HF, y la utilización en algunos casos de helicópteros, medio que proporciona la Fuerza Aérea Boliviana.

Las empresas distribuidoras en su generalidad atienden también la red rural contigua a los centros urbanos más importantes constituidos por las capitales de Departamento. Todas ellas cuentan con cuadrillas de mantenimiento provistas de vehículos y sistemas de comunicación VHF.

Instalaciones de laboratorio para prueba, calibración y reparación de equipo de protección, medición y comunicaciones, cuentan únicamente ENDE, COBEE, CRE y ELFEC y cubren la mayor parte de sus actuales requerimientos, exceptuando aquellos que significan fuertes inversiones, como el caso de laboratorio de alta tensión.

En este aspecto el resto de las empresas tienen serias limitaciones y dependen de la asistencia que puedan brindarles las más importantes.

La evolución que ha experimentado el área de control, protección, medición y comunicaciones con el desarrollo de la electrónica, ha modificado, por una parte, la orientación y exigencias del personal y, por otra, ha determinado una excesiva dependencia de los proveedores.

El país no cuenta con ninguna industria en este sector y los medios que se han dotado a las principales empresas para el mantenimiento de estos equipos, sólo alcanza a la identificación de fallas y reparaciones menores.

La transición al equipamiento electrónico introduce un factor de debilitamiento en la explotación de los sistemas de potencia, no obstante los beneficios técnicos que representa, situación crítica en los sistemas aislados.

Suministro de repuestos

El equipamiento de los sistemas es totalmente heterogéneo en relación a diversidad de fabricantes y tecnologías utilizadas, hecho que repercute en las exigencias al personal encargado de su mantenimiento que se encuentra con la necesidad de trabajar con normas, unidades de medida, herramientas, procedimientos e idiomas diferentes.

La comunicación con proveedores y aprovisionamiento de repuestos es dificultosa por las condiciones geográficas y una deficiente infraes-

estructura de comunicaciones. El período que demanda un pedido de materiales o repuestos a Norteamérica o Europa alcanza de 4 a 6 meses en transporte únicamente.

La escasa magnitud relativa de los requerimientos de equipamiento y repuestos a nivel de las empresas, impide a la mayoría de ellas establecer especificaciones con exigencias particulares que se adecúen en forma óptima a las condiciones del medio, debiendo normalmente someterse a las alternativas que brinda la producción en serie.

En el caso de equipos con más de doce años, no todos llegan a tener una cobertura completa en el suministro de repuestos; la discontinuidad de la producción, agotamiento de stocks, cambios en la razón social de las firmas, son entre otras las razones que hacen necesario recurrir a soluciones en el propio medio. El logro más significativo en este aspecto ha consistido la ejecución local de gran parte de las reparaciones en equipo electromecánico

Administración del mantenimiento

La planificación de las tareas de mantenimiento contempla políticas tendientes a amortiguar los efectos de la dependencia emergente del aprovisionamiento externo.

Puede sintetizarse como sigue:

- Identificación del factor humano como la base del sistema de mantenimiento y el que ha logrado niveles de desenvolvimiento más significativos.
- Dar importancia vital a la cuantificación de los futuros requerimientos de materiales, repuestos y herramientas y las previsiones para dotar de ellos a los sistemas.
- Creación paulatina de una infraestructura para el mantenimiento de las diferentes áreas de generación, transmisión y distribución.

- Considerar al mantenimiento preventivo como la tarea más importante dentro el marco general del mantenimiento, tendiente a mantener un alto grado de confiabilidad.
- En los sistemas pequeños sus políticas de mantenimiento se reducen a minimizar cualquier interrupción en el suministro.
- Complementación de las facilidades entre las empresas.
- Implantación paulatina de una normalización en el equipamiento que facilite fundamentalmente la flexibilidad de intercambio en las tareas de mantenimiento.

Los procedimientos y programas de mantenimiento abarcan desde las etapas de instalación o puesta en servicio y período de garantía, etapa en la cual se logra el conocimiento del equipo por parte del personal y se consigue la identificación prematura de cualquier deficiencia.

En el período de explotación estos procedimientos presentan un panorama muy heterogéneo por la diversidad de equipos, materiales, herramientas, etc. ya señalados, determinando que los centros de responsabilidad en mantenimiento, deban manipular un excesivo volumen de información.

Desde el punto de vista organizativo, las tareas de mantenimiento son efectuadas en forma muy independiente por cada Empresa.

La política de complementación e intercambio es desarrollada en muy pequeña proporción y sólo entre las Empresas grandes. Las Empresas de producción de energía cuentan en su organización con las áreas claramente diferenciadas de generación y transmisión y un formado plantel humano con especialización en cada una de ellas. En los sistemas aislados no está en todos los casos contemplada esta diferencia de áreas, y tampoco tienden a la especialización de su personal, que normalmente debe cubrir todas las áreas de mantenimiento en general dada la magnitud menor de las Empresas.

ii. Papel de la asistencia técnica exterior en las actividades de mantenimiento

La asistencia técnica exterior está canalizada a la reparación de componentes con exigencias tecnológicas fuera del alcance del medio.

Está vinculada a los proveedores o fabricantes en razón de la marcada exclusividad que en general tienen en el aprovisionamiento de repuestos y tecnologías constructivas requeridas en estas tareas.

Se presentan con más frecuencia en la etapa del montaje de nuevas instalaciones y como emergencia de las garantías dadas por los fabricantes para la reparación de eventuales daños en sus equipos.

La asistencia técnica exterior no alcanza a todos los sectores marginando en la generalidad de los casos a los sistemas aislados que deben recurrir a solicitar apoyo de las empresas nacionales más grandes.

iii. Entrenamiento

Es importante mencionar el beneficio de la asistencia técnica enfocada a la capacitación del personal. Las ventajas que ha dado a los fabricantes el contar con personal en el país a diferentes niveles de formación, ha permitido que la ejecución de tareas de reparación importantes requieran únicamente de una dirección especializada.

La asistencia técnica también se ha materializado por parte de instituciones e empresas de países amigos que han brindado significativo apoyo a través de becas y programas de apoyo especializado en seguridad y capacitación de personal. Se citan entre ellas a Electricité de France, Electrobras y otras instituciones regionales como CIER, así como la asistencia brindada por NRECA (Asociación Norteamericana de Cooperativas de Electrificación Rural) a las Cooperativas Rurales de Electrificación de Santa Cruz (CRE), Altiplano (CORELPAZ) y Yungas (CEY).

iv. Adiestramiento a través de las tareas de mantenimiento y reparación, en la creación de una capacidad local de producción y su impacto en el dominio de tecnologías

La evolución de las tareas de mantenimiento y reparación con una creciente tendencia a disminuir el grado de dependencia y la ineludible exigencia de optar cada vez en mayor proporción por soluciones locales, ha generado alrededor de algunos sectores, capacidad de producción en el medio.

El aprovechamiento del elemento humano local para soluciones apropiadas al medio se pone de manifiesto además en una disminución del personal extranjero que participa en los montajes y reparaciones.

Las áreas actualmente atendidas por los sistemas de potencia no incluyen a amplios sectores de la población rural. Económicamente las soluciones a la falta de suministro eléctrico para este sector, no están orientadas a su incorporación a los sistemas existentes y se visualiza la necesidad de adoptar tecnologías no convencionales. Este enfoque señala una alternativa óptima de aprovechamiento de la capacidad y recursos locales en conjunción con las instituciones de capacitación, orientación y apoyo, de países extranjeros con experiencia en la materia.

c) Rol de la consultoría e ingeniería local en la planificación, diseño y ejecución de sistemas eléctricos

La Consultoría Nacional se inició en Bolivia en la década de los años 60. Desde entonces, las diversas consultoras nacionales de carácter privado empiezan a tener importancia creciente en las diferentes fases de implementación de sistemas eléctricos, llegando en algunos casos, hacia los años 80, a tener una participación cercana al 50% en relación a los consultores extranjeros.

Las consultoras de origen extranjero constituyen además un vínculo con las entidades financieras internacionales y normalmente desarrollan una política

de promover la licitación de proyectos en paquetes grandes y completos, dirigidos al mercado internacional que no permiten la participación de la incipiente producción nacional, que aunque pequeña podría viabilizar un proceso de industrialización en algunas áreas específicas que no requieran la aplicación de tecnología avanzada. La participación de la Consultoría Nacional permite por su amplio conocimiento del medio y sus posibilidades, un mayor aprovechamiento de recursos y producción local, así como la formación de recursos humanos cada vez más calificados y con experiencia mayor.

El Instituto Nacional de Preinversión -INALPRE-BOLIVIA, según datos de 1978 tenían en registro de Firmas Consultoras, 62 empresas nacionales, de las cuales 57 estaban incluidas en el Directorio de Consultoras Nacionales registradas en el BID. Asimismo, la publicación "Documentos Básicos de la Consultoría Boliviana - 1979" de la Asociación Nacional de Empresas Consultoras ANEC trae una nómina de 23 empresas asociadas. Por otra parte, el Directorio 1978 de FELAC - Federación Latinoamericana de Asociaciones de Consultoras, menciona en diversos campos de actividad a 19 consultoras bolivianas, sin embargo, de acuerdo a la misma fuente para los años 1983/1984, solamente tres consultoras mantienen su registro, lo que confirma la apreciación de que no más de 5 consultoras se encuentran en actividad durante la presente recesión.

De acuerdo a la Ley de Consultoría, la participación nacional debe incrementarse paulatinamente, sin embargo, este aspecto no ha podido cumplirse por la situación económica del país, ya que la cantidad de estudios a nivel de planificación, factibilidad, diseño y montaje de sistemas eléctricos han disminuído notablemente, reduciendo de esta manera la cantidad de obras y volúmenes de trabajo de las consultoras nacionales y extranjeras.

De producirse una recuperación en el ritmo de desarrollo general en el país, es factible recuperar la capacidad técnica de la consultoría, en un plazo relativamente corto, de no mediar una prolongación del estado de crisis por varios años, ya que existe el riesgo de que el capital humano abandone el país y que además el mismo no tenga la necesaria actualización técnica y acumulación de experiencia.

El costo de la consultora local de nivel superior en épocas económicas normales, es aproximadamente un tercio del costo de la consultora extranjera. Al presente, en forma circunstancial, por la crisis y la desvalorización de nuestra moneda, el costo de las consultoras nacionales es aún menor.

Entre las concesionarias más grandes del país, se tiene el caso de la Empresa Nacional de Electricidad S.A. - ENDE, que para el desarrollo de actividades de diseño, elaboración de documentos de licitación, evaluación de propuestas y supervisión de construcciones ha contratado servicios de firmas consultoras internacionales, lo que le ha permitido acumular experiencia e información logrando en general una efectiva transferencia y adecuación de tecnología, de modo que en la actualidad cuenta con los recursos humanos necesarios para encarar normalmente el diseño y construcción de sus sub-estaciones, así como entrar en un proceso, en actual desarrollo, de racionalización y normalización de esquemas, diseños, equipos y materiales. En lo que se refiere a estudios a nivel de pre-factibilidad y factibilidad ha realizado algunos trabajos y está capacitada para seguir haciéndolo.

La Compañía Boliviana de Energía Eléctrica - COBEE - Bolivian Power Company, utiliza los servicios de una consultora canadiense que, actualmente cuenta con una subsidiaria local con profesionales bolivianos que al margen de cubrir los requerimientos de COBEE ha diversificado sus actividades a todo el mercado nacional en el campo de la ingeniería eléctrica.

d) Capacidad y experiencia de la ingeniería civil en la implementación de sistemas eléctricos

La acumulación de experiencia en el campo de la ingeniería civil local, permite su participación en las distintas fases de los proyectos de Sistemas Eléctricos, en márgenes importantes y crecientes.

La ingeniería civil está capacitada para tomar bajo su responsabilidad la mayor parte de las obras civiles, en lo que se refiere a centrales eléctricas, presas, captaciones y obras similares, exceptuando partes muy especializadas, sobre las cuales no se tiene mucha experiencia por haberse realizado muy rara vez. Esta participación puede cubrir márgenes estimados de 70 a 90 % de los requerimientos de diseño, supervisión y construcción. En la parte específicamente eléctrica como fundaciones de equipos, estructuras, etc., puede realizar todo lo referente al diseño civil y su consiguiente ejecución. En el caso de micro y mini centrales, se puede llevar a cabo la totalidad del diseño excepto el diseño y fabricación de equipos, sin embargo, todos los componentes importados pueden ser montados sin mayor dificultad.

Se adjuntan los Anexos 3d-1 y N^o 3d-2, los cuales muestran el número de empresas constructoras por Departamento y su clasificación por categorías de acuerdo al capital.

4. PRODUCCION INTERNA DE EQUIPO ELECTRICO DE POTENCIA

a) Información macro-económica de la industria de equipo eléctrico de potencia

La industria de equipo eléctrico de potencia se reduce únicamente a algunos equipos de distribución, tales como transformadores de una capacidad hasta de 1000 KVA y una tensión máxima de 25 KV, cable eléctrico de aluminio para líneas de transmisión, postes de madera tratada (especialmente de eucalipto), postes de hormigón centrifugado, y finalmente alguna pequeña producción de materiales para ferretería de línea, fabricados de plancha de hierro tales como soportes de aisladores (racks) y balancines, arandelas cuadradas de hierro, crucetas, pernos varios, anclas, etc., todos estos materiales zincados en caliente o electrolíticamente.

La información presentada se refiere por tanto solamente a transformadores: de distribución, cables y postes, no habiendo disponible información completa de todos los fabricantes, particularmente en lo referente a montos de producción y ventas.

Considerando los años más significativos de la producción (1977 a 1981) y efectuando algunas estimaciones se obtiene el siguiente resumen (con valores en miles de dólares americanos).

| Año | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 |
|------------------------|------|------|------|------|------|
| i. Producción en bruto | 1847 | 2084 | 2265 | 2022 | 1864 |
| ii. Valor agragado | 1026 | 1103 | 1410 | 1168 | 1084 |
| iii. Exportación | 821 | 981 | 855 | 854 | 780 |
| iv. Empleo | | | 193 | 193 | 180 |

b) Desarrollo de la industria de equipo eléctrico de potencia en Bolivia

i. Transformadores de distribución:

En el país se ha empezado en el campo minero, especialmente en

COMIBOL, con la reparación de transformadores desde la década de los años 50. De la misma manera, las empresas de servicios eléctricos han mantenido talleres de reparación de transformadores. Tanto unos como otros, normalmente se limitaban al cambio de bobinas quemadas y al filtrado del aceite aislante, realizándose estos trabajos sin el equipo de laboratorio adecuado para efectuar las pruebas de los transformadores reparados. Esta actividad prácticamente murió en sí misma, dejando alguna mano de obra calificada pero que se limitó a las actividades de reparación y mantenimiento sin acceder a la industria propiamente dicha.

A fines de la década de los años 60 se empieza la fabricación de transformadores en Santa Cruz, partiendo de un taller que se inició con la reparación de transformadores quemados, para luego iniciar con la fabricación progresiva de todo el transformador, importando insumos del Brasil, sin uso de tecnología contratada, sino más bien aplicando la experiencia obtenida en la reparación de una gran variedad de tipos de transformadores como los que se tenían en el mercado de Santa Cruz, provenientes de la importación de diferentes países.

Al promediar los años 70, se instaló otra pequeña planta de fabricación de transformadores también en Santa Cruz, por iniciativa privada INCOEL Ltda. (Ingeniería y Construcciones Eléctricas S.A.L.) con producción y capacidad reducida.

Finalizando la década de los años 70, se instaló otra planta en Cochabamba con todo el propósito de copar el mercado nacional. Se logró la asociación con una empresa chilena, fabricante de transformadores, quienes proporcionaron la tecnología requerida, desde el diseño hasta las diferentes etapas de la fabricación, además de dotar de equipo de fabricación y un laboratorio de pruebas. Esta fábrica dejó de tener participación accionaria extranjera, pero se encuentra realizando un mínimo de producción, debido a la crisis económica.

ii. Cables y conductores

La firma Cablebol S.A. inició sus actividades en 1973 con la producción de conductores para instalaciones domiciliarias, cables telefónicos y conductores aéreos de aluminio, aumentando y ampliando paulatinamente su producción hasta 1981 en que entra en un período estático.

A pesar de que Cablebol tiene yacimientos de óxido de cobre que refinados electrolíticamente podrían ser usados en su industria, toda la materia prima es actualmente importada, debido principalmente, según el propietario, a la falta de garantías e incentivos para nuevas inversiones.

Por otra parte la firma Plasmar S.A se dedica a la fabricación de conductores eléctricos de cobre y aluminio, habiéndose dedicado mayormente a la producción de conductores de cobre aislados con P.V.C., para sistemas en baja tensión, producción que, sin embargo, no llega al 50% de su capacidad.

Esta industria, situada en la ciudad de La Paz, fue fundada en 1964 como Sociedad Anónima con capital mixto, nacional y extranjero. La tecnología que utiliza tiene origen alemán (STORBERG Y THYSSEN) e italiano (SINCRO). El aporte tecnológico local consiste en la formulación de los polímeros que constituyen la envoltura aislante. Para el próximo futuro, Plasmar S.A. tiene planeado diversificar su línea de productos incursionando en el área de accesorios para fontanería sanitaria, placas y cajas de distribución eléctrica interior, perfiles para ventanas y envases para alimentos, con base en el tratamiento de resinas poliestéricas. A la vez, ha previsto sustituir la importación del alambro de cobre por el metal en lingotes, con el propósito de incrementar el valor agregado local.

iii. Postes para líneas de distribución y transmisión

En 1969 se inicia la fabricación de postes centrifugados de concreto en Santa Cruz, para atender requerimientos de un primer proyecto de electrificación rural que cubre también substanciales mejoras en el área urbana.

La maquinaria y tecnología proviene de PFEIFFER, Alemania. El propietario original es ICE (Ingenieros Consultores Ejecutores) con asociación de capitales bolivianos y peruanos. Posteriormente la fábrica es adquirida por SCAC (Societá Cemento Armato Centrifucato) de Argentina y se halla cerrada al presente.

Dicha primera provisión abarca 8 500 postes, entre 12 y 15 metros, incluyendo una primera línea de subtransmisión en 69 KV. Entre 1972 y 1976 se produce aproximadamente 1 000 postes anuales para reposición y ampliación de las redes de la distribución (CBF). En 1976 produjo 280 postes clase 4 de 15 metros para una línea en 115 KV con crucetas metálicas (Warnes-Montero).

Un segundo proyecto de electrificación rural permitió ampliar la producción de 1977 a 1979 con cerca a 16 000 postes clases 9,7 y 5. La capacidad de producción de aproximadamente 50 postes día no satisface los requerimientos del Proyecto de Electrificación Rural de 1976-1978, y origina la creación de una segunda planta, "PRIVAT" también en receso al presente. PRIVAT durante el mismo período de 1977 a 1979 produce aproximadamente 5 000 postes para el proyecto rural, además de 400 postes vibrados de 17 metros para la línea de transmisión Montero-Buena Vista en 115 KV.

El mismo proyecto de Electrificación Rural (Fase I-financiamiento USAID) permite en Cochabamba la instalación de una planta de tratamiento para postes de madera (Maderas Tratadas S.A.), que utiliza como materia prima principal el eucalipto común de la zona. La tecnología es importada de Estados Unidos de Norteamérica (Koppers-USA) y desde luego permite el tratamiento de diversos productos de madera, aunque la planta instalada esté dirigida a los postes de distribución

que prácticamente copan su capacidad. La empresa está íntegramente formada por capital privado nacional.

c) Tipos y cantidades de equipos para sistemas eléctricos de potencia.
Producción nacional

La información obtenida se encuentra resumida en la Tabla Nº 4 en que se ha agrupado a los fabricantes de transformadores de distribución (FATRA y Electromatic) juntamente con las industrias de cables (CABLEBOL y Plasmar) y postes (MATRA y SCAC).

d) Organización de la producción

La Tabla Nº 5 contiene la información requerida, en correspondencia a las industrias mencionadas en los puntos anteriores.

e) Dominio de la tecnología

i. Asesoramiento y evolución del desarrollo de la tecnología propia

Como se puede apreciar en el punto anterior, no existe realmente en el país, fabricación de equipos eléctricos de potencia. Sin embargo, se puede evidenciar un potencial técnico en procesos comunes a otras actividades industriales, en particular vinculadas a la minería o metal mecánica, donde tareas de fundición, forja y maquinado se ejecutan con eficiencia y capacidad, superando deficiencias del medio expresadas en falta de recursos para reemplazar maquinaria antigua, escasez de materia prima, falta de laboratorios y dificultades para importar repuestos.

En dichos procesos se destaca la habilidad y el ingenio para reproducir con criterios elementales de diseño, partes deterioradas y algunas veces incluso conjuntos completos. Esta habilidad mas bien de tipo artesanal se manifiesta igualmente en los trabajos de rebobinado y reparación de motores y generadores, supliendo deficiencias tecnológicas de tipo académico, con conocimientos empíricos que provienen de la necesidad de adaptarse a la gran variedad de normas y equipos de diferentes procedencias.

El personal dedicado a este tipo de tareas en instalaciones industriales y especialmente mineras, se hace imprescindible por los conocimientos adquiridos a lo largo de muchos años, conocimientos que no los transmiten si no es a sus elegidos, muchas veces parientes cercanos, que ingresan a trabajar con el maestro en calidad de ayudantes. El maestro antiguo difícilmente acepta o asimila cursos de capacitación porque además en general es semi-analfabeto; en cambio el ayudante como personal joven con mayor base de escolarización, asimila con avidez los cursos de capacitación que eventualmente posibilita su empleador, conservando para sí los conocimientos prácticos ("know how") adquiridos de su maestro.

Las grandes empresas estatales y algunas de las principales industrias privadas poseen infraestructura y sistemas de capacitación de personal, normalmente con asistencia de instituciones extranjeras. En cambio el resto de la pequeña industria no tiene políticas de capacitación, ni cuenta con los medios requeridos. Para superar esta deficiencia, se creó el Instituto de Formación de Mano de Obra Calificada (FOMO), dependiente del Ministerio de Trabajo y Desarrollo Laboral, con objeto de mejorar la oferta de personal calificado.

FOMO se formó en base a la cooperación española durante la década del 70, habiendo sufrido vaivenes importantes en relación con las crisis políticas y económicas, y en los hechos todavía no constituye un verdadero apoyo, pero sí una buena base para dar soporte a un posible desarrollo industrial en el futuro y cuenta con infraestructura adecuada (talleres equipados en las principales ciudades del país).

Otro esfuerzo importante de cooperación extranjera en el campo de la formación de personal calificado proviene de Francia, concretamente de Electricité de France que orientó su trabajo hacia las empresas de servicio público de electricidad y también propició la formación de escuelas de formación de técnicos medios y permitió reforzar laboratorios de escuelas y universidades.

En el campo de la investigación, en especial orientada al equipamiento eléctrico, sólo existen algunos convenios últimos entre la Empresa Nacional de Electricidad y la Universidad, para lograr el establecimiento de laboratorios de interés mutuo.

ii. Asesoramiento y evaluación de la transferencia de tecnología extranjera

No se cuenta con una información oficial y evaluación específica en relación con la importación de tecnología a través de licencias, patentes marcas, uso de procesos, etc.; tampoco el estado participa

oficialmente en las negociaciones de tal manera que las partes involucradas en la negociación son directamente el empresario boliviano interesado en instalar una industria con cierta tecnología importada y el propietario de la misma.

La falta de legislación en el campo de la importación de tecnología, llevó a crear en 1972 la Dirección de Normas y Tecnología, dependiente de los Ministerios de Planificación y de Industria como un primer paso de orientación en este campo, pero pese a los esfuerzos de dicha oficina, hasta la fecha no se logra dar fuerza de ley a sus decisiones y recomendaciones. Dicha repartición ha reforzado su actividad con la ayuda de seminarios realizados, algunos de ellos, con auspicios de Naciones Unidas. Además ha logrado algunas investigaciones sobre la situación real en que se negocian los contratos de tecnología, buscando orientarlas hacia las decisiones 24, 84 y 85 de la Junta de Acuerdo de Cartagena, que enfocan entre otras cosas el problema de transferencia de tecnología y que buscan lograr una menor dependencia y participar en mejores condiciones con las empresas transnacionales que defienden el monopolio de sus tecnologías.

La Dirección de Normas y Tecnología comienza a desarrollar un cierto control sobre los contratos de obtención de tecnología a partir de 1975, aprovechando el paso de las solicitudes por el Instituto Nacional de Inversiones (INI), que controla los proyectos industriales en búsqueda de financiamiento; emitiendo recomendaciones en relación con las cláusulas restrictivas, recomendaciones que en la mayoría de los casos no son consideradas.

En 1983 se realizó una encuesta a nivel de muestreo que cubre 175 empresas del eje La Paz, Cochabamba y Santa Cruz (ciudades principales) que se eligen de entre 833 industrias registradas en el Ministerio de Industria y Comercio. De ese grupo encuestado, 5 empresas pertenecen al rubro "Construcción de aparatos, accesorios y suministros eléctricos", tres de ellas calificadas para el presente estudio, e incluidas en el mismo.

En términos generales resulta de la encuesta que un 25% de las empresas manufactureras incluyen en sus contratos de tecnología suministro obligatorio de materia prima y equipos de fabricación de los propietarios de la tecnología; en un 34% existen cláusulas que intentan imponer criterios de administración, comercialización u otros aspectos que muestran ingerencia en la gestión empresarial; un 22% exigen que los conflictos sean dirimidos en base a leyes extranjeras.

En el caso de la industria eléctrica, de las 5 empresas encuestadas, una ha adquirido tecnología implícita mediante la compra de maquinaria y cuatro han adquirido tecnología explícita con la firma de contratos de uso de tecnología. Las cinco contemplan en el contrato la posibilidad de realizar mejoras, cosa que realmente no ocurre en otros rubros.

En el reducido sector de la industria de equipamiento eléctrico de potencia no existen asociaciones ni subsidiarias, que se dan en industrias de baja tensión, como por ejemplo Phillips para luminarias y reactancias en La Paz; Madelsa, con asociación y tecnología de Schreder de Bélgica para luminarias en Cochabamba; Tecnoeléctrica-Tarija; Subsidiarias de Talleres Tubio (Argentina) con licencia de Brown Boveri para interruptores y contractores termomagnéticos.

f) Restricciones en la producción doméstica de equipo eléctrico de potencia y medidas correctivas aplicadas

Existen en el país diferentes causas que han impedido el desarrollo de la industria manufacturera de equipos eléctricos, siendo sin duda la principal la falta de un mercado estable que garantice continuidad de suministro. El sector eléctrico nacional comenzó su verdadero desarrollo en la década del 60 con importantes proyectos a nivel de generación, transmisión y distribución que exigieron paquetes importantes de equipos y materiales que no dieron tiempo a la instalación de industrias locales y que tampoco garantizaban una continuidad de oferta por el hecho de que se cubrieron los

principales sectores a nivel nacional en una primera etapa. Por otra parte, no existía infraestructura o experiencia previa, ni posibilidad de diversificación de la industria nacional, estando las inversiones orientadas a otros campos (agro-industria por ejemplo).

En relación con el mercado subregional, el hecho de que Bolivia haya arrancado con tanto retraso sus proyectos del sector eléctrico, mientras países vecinos con mayor desarrollo relativo impulsaban fuertemente el sector, no permitió que nuestro país contara con asignaciones adecuadas dentro del Pacto Andino que constituye un esfuerzo integrador importante de la subregión.

La falta de una coherente y adecuada planificación del sector manufacturero nacional en la formulación de financiamientos, especialmente en la década del 70 donde existió en el país una importante oferta de capitales, conjuntamente con la falta de iniciativa privada (sin tradición industrial), constituye otro freno al desarrollo del sector de producción de bienes de capital. Al presente se han endurecido las condiciones de financiamiento agravadas por la crisis internacional y nacional, creando otra importante restricción, no sólo para inversiones iniciales, sino también para capitales de operación.

Al problema financiero se añade la dependencia externa en el aspecto tecnológico que significa desembolsos importantes para el pago del "know-how", patentes, uso de marcas, etc. Otra dependencia grave por sus múltiples implicaciones está relacionada a la importación de materia prima e insumos de origen extranjero, para los cuales no existe una libre disponibilidad de divisas.

La estructura socio-cultural del país y su limitado desarrollo demográfico, combinado con una complicada geografía, son también causas del incipiente desarrollo que se interrelacionan con las limitaciones de mercado ya mencionadas y el potencial humano disponible. Las empresas de servicio público de energía eléctrica rescatan un grupo importante de profesionales y mano de obra calificada. Un permanente programa de capacitación per-

mite una constante superación de dicho personal calificado. En el campo profesional, la Comisión de Integración Eléctrica Regional (CIER) que abarca a las empresas eléctricas de los 10 países de Sud América, además de promover la preparación de trabajos técnicos en base a la experiencia de las diferentes empresas y países, permite el intercambio de expertos a un costo mínimo. En esta entidad subregional juegan un papel importante los países de mayor desarrollo relativo que permiten una transferencia de tecnología indirecta.

Otra limitación para el desarrollo industrial se debe a que las universidades carecen de programas de investigación y casi no disponen de equipos de laboratorio, siendo relativamente reciente la creación de carreras técnicas e industriales.

En base a la encuesta realizada por la Dirección de Normas y Tecnología mencionada anteriormente, se trata de analizar la capacidad negociadora de contratos de tecnología a través de una búsqueda de orientaciones que permitan a los empresarios lograr mejores condiciones en los contratos de obtención de tecnología, patentes, procesos, etc.

Los resultados de la encuesta muestran que el sector industrial manufacturero presenta una serie de dificultades, entre ellas las siguientes: baja participación del producto bruto interno (14% en 1982); bajo valor agregado; alta dependencia del exterior en el abastecimiento de insumos y bienes de capital; gran dependencia de precios internacionales, a los que se añade aproximadamente 40% de sobrecosto al valor final de las instalaciones, por falta de acceso directo a puertos marítimos; mercado interno pequeño que no permite la aplicación de economías de escala, falta de mano de obra calificada y fuertes dificultades financieras. Las dificultades señaladas hacen que las condiciones en que se negocian contratos de tecnología sean muy desventajosas y además de no poder evitar restricciones, se tenga que pagar fuertes regalías; que en algunos casos es por doble partida; por el uso de la licencia y como porcentaje de ventas. De ahí que en el período 1980-1981 el monto remitido al exterior por concepto de pago a empresas proveedoras de tecnología fue de aproximadamente

5. VINCULOS CON OTRAS INDUSTRIAS DE BIENES DE CAPITAL

La industria manufacturera nacional es predominantemente de servicios y bienes de consumo, con porcentajes menores dedicados a los bienes de capital.

De acuerdo a datos del Instituto Nacional de Estadísticas, un 43% del valor agregado manufacturero corresponde a los productos alimenticios, bebidas y tabacos y 16.5% a los textiles, vestimenta y cuero. En cambio las industrias metálicas básicas y la fabricación de productos metálicos, maquinaria y equipos, que se consideran como un apoyo fundamental al posible desarrollo de la industria manufacturera de equipos eléctricos, sólo aportan con 7.7% y 4.6% respectivamente. La participación relativa del sector (Industria Manufacturera) en la generación del PIB alcanzó el mayor valor de la década del 70 en 1979 con el 16.2% (Banco Central de Bolivia - Memoria gestión 1979).

De manera similar, según Memoria Informe 1979-80 de la Cámara de Industrias, del total de inversiones del sector privado, aprobadas por el Instituto Nacional de Inversiones, 21.6% se destina al sector alimentos, bebidas y tabacos y 44% al sector de minerales no metálicos; destinándose sólo 14.4% al sector de maquinaria y equipos.

Las consideraciones anteriores muestran que es muy limitada la posibilidad de vinculación y apoyo que pueda destinarse a posibles industrias de bienes de capital del sector eléctrico.

a) Suministro de materias primas

En la producción de materias primas de origen mineral, el país cuenta con yacimientos de hierro, estaño, cobre, plata, antimonio, bismuto y otros. Sin embargo, como industrias básicas sólo existen fundiciones de estaño, plata, plomo y antimonio; en cambio no se cuenta con siderurgia, laminado de cobre y otras que permitirían desarrollar la industria manufacturera del sector eléctrico.

La industria metalúrgica contempla el proyecto siderúrgico de SIDERSA (Empresa Siderúrgica Boliviana S.A.) actualmente en etapa de diseño final.

La primera fase de implementación del proyecto sólo abarca la Unidad Industrial de Laminación con sus unidades auxiliares y administrativas y sistemas de servicios necesarios.

La Unidad de Laminación destinada a la producción de productos no planos, en el futuro integrará un complejo minero-siderúrgico compuesto de plantas de minería y beneficiamiento de mineral de hierro del yacimiento del Mutún, reducción directa de gas natural y acería eléctrica.

La capacidad instalada de producción de la primera fase de implementación será de 100.000 toneladas/año de productos laminados para aplicación en la industria de la construcción civil y mecánica, a partir de la utilización de palanquillas continuamente coladas o laminadas provenientes de terceros, hasta la implantación de las unidades de minería y metalurgia.

El programa de producción de laminación prevé la fabricación de alambro, hierro para construcción civil, barras redondas, cuadradas y chatas, y perfiles angulares de acero.

La potencia requerida por el proyecto en su primera fase es de 8 MW, con un nivel de voltaje de 69 KV, la demanda prevista para la fase final alcanza a 37 MVA.

Con respecto al aluminio, tan importante en la industria eléctrica, no se cuenta con yacimientos ni existen industrias básicas, de tal modo que la fábrica de cables y las carpinterías de aluminio, dependen totalmente de la importación, para la provisión de su materia prima.

40 millones de dólares americanos.

Entre otras limitaciones propias del país, no puede dejar de mencionarse la inestabilidad política y social, que a través de frecuentes cambios de gobierno, paros y huelgas, impiden la continuidad y seguimiento en políticas o intentos de industrialización, además de influir negativamente en posibles inversionistas.

A su vez esta falta de industrialización traducida en carencia de fuentes estables de trabajo y desarrollo para el trabajador, estimula el malestar social y se traduce en una desvirtuada actividad política encaminada a la obtención de cargos públicos.

Demoras en obtención de divisas y trámites de importación, agravadas con la falta de una adecuada infraestructura de transportes, obliga a mantener grandes reservas de materia prima elevando costos financieros.

Un buen porcentaje de los problemas señalados tienen su origen y también solución en políticas de gobierno con intenciones y acciones no siempre coordinadas como se analiza en acápite siguientes.

6. POLITICAS Y ESTRATEGIAS

a) Política energética e industrial

La política energética del Gobierno de Bolivia postula el incremento del consumo específico de energía de la población y la sustitución de los hidrocarburos líquidos y la leña (en el occidente del país), como fuentes de energía primaria más importantes de la oferta total, por fuentes alternativas, principalmente gas natural, hidroelectricidad y geotermia, tendiendo a la racionalización del uso de los recursos energéticos del país.

Esta política está respaldada por transferencias de capital del sector de hidrocarburos al sector eléctrico destinados a la expansión de las redes de transmisión y subtransmisión, con el fin de sustituir el consumo de diesel en centros aislados y, por otra parte, posibilitar la disponibilidad de recursos financieros para la inversión de centrales hidroeléctricas, intensivas en capital. Los aportes de capital de YPFB a ENDE se enmarcan dentro de esta política.

La política tarifaria en el sector eléctrico, sin embargo, se opone a estos postulados, en vista del tratamiento diferencial para el sector productivo (minería e industria con tarifas altas) y el sector no-productivo (doméstico, general con tarifas bajas), desincentivando el consumo en el primer caso e incentivándolo en el segundo, con un resultado negativo para la generación de recursos financieros del sector, que permita la realización de planes de ampliación de la capacidad de generación y expansión de la "frontera eléctrica" en el territorio nacional.

Igualmente, los precios de venta de carburantes, que tradicionalmente responden a criterios socio-políticos, no coinciden con el propósito de sustitución y ahorro de hidrocarburos líquidos, creando condiciones favorables para el despilfarro.

El objetivo de la sustitución de hidrocarburos líquidos por gas natural, encuentra su mayor respaldo en la ampliación de la infraestructura de transporte y distribución de gas natural para uso industrial.

La política industrial del gobierno de Bolivia (en general), encuentra su principal expresión en la Ley de Inversiones, la política de comercio exterior (política cambiaria, arancelaria, para-arancelaria) y política crediticia.

- Ley de Inversiones: establece las siguientes ventajas para nuevas unidades de producción, ampliaciones, diversificación y modernización industrial e integración vertical: (1) liberación de derechos arancelarios para importación de maquinaria, equipo y materias primas; (2) opción a depreciación acelerada; (3) liberación de impuestos cuando las inversiones están situadas en zonas deprimidas; (4) opción a solicitud de revisión de arancel de productos importados competitivos.
- Política de comercio exterior: La política cambiaria no ha sido un instrumento de orientación del desarrollo industrial. Los problemas de balanza de pagos condujeron a devaluaciones que ocasionaron fuertes procesos inflacionarios, sin aumentos evidentes de exportaciones y una incidencia negativa en el costo de las importaciones (que en 80% están destinados al sector productivo).
- La política arancelaria que muestra un nivel arancelario promedio nominal de 25% y máximo 88% (Ministerio de Finanzas "Comisión del Arancel Externo Común" 1978,) es principalmente instrumento de recaudación fiscal (los impuestos de importación constituyeron en 1977 el 28% de los ingresos del gobierno central). La tasa de protección efectiva a la industria nacional fluctúa entre 22% y 157%, Ministerio de Finanzas "Comisión del Arancel Externo Común" 1978.

La política para-arancelaria que incluye exoneraciones, liberaciones, exenciones, etc., además de la importancia relativa del contrabando

(1981: 37% de importaciones legales), reduce el arancel efectivamente pagado a 5% (1979). Además de subsidios a la exportación, bajo el principio de no exportar impuestos, hasta un 32% (Ley de Promoción de exportación) existen incentivos indirectos que actúan sobre los costos de producción.

Estas medidas consideradas en forma conjunta con la política cambiaria, no expresan una clara y constante política arancelaria y para-arancelaria en beneficio de la industria nacional.

Las adquisiciones del sector público están regidas por una ley que establece procedimientos de comparación de precios para productos nacionales y de importación en base a la aplicación de la tasa de cambio oficial para los precios en moneda extranjera, concediendo a la producción nacional un margen de preferencia sobre el precio de los productos importados (20%). En el período 1981-84, en el que prevalece un tipo de cambio irreal de la moneda extranjera con respecto al peso boliviano (sub-valoración del dólar), el margen de preferencia y la protección arancelaria a la industria nacional son totalmente desvirtuados por el efecto contundente del tipo de cambio en la valoración comparativa de los costos de producción locales (v.gr. la comparación del costo de mano de obra local, al tipo de cambio oficial del dólar, resulta en febrero 1984, 50% superior al costo de la mano de obra en el Brasil, siendo en términos reales la situación inversa).

La política crediticia en el sector industrial, por el bajo índice de utilización de la capacidad instalada (1980: 61% y 1982: 47%), está destinada principalmente al financiamiento de componentes externos de capital de trabajo y activos fijos para empresas existentes cuya producción ha disminuido como consecuencia de la escasez de divisas.

Estos aspectos de la política industrial del gobierno, si bien están dirigidos al sector en su totalidad, debido a que Bolivia se halla en las primeras etapas de su desarrollo industrial (que ha hecho por ejemplo que el Pacto Andino acuerde a Bolivia preferencias arancelarias al sector industrial), actúan principalmente sobre las industrias de bienes

de consumo (alimentos, vestimenta, muebles o industrias básicas), no habiendo políticas explícitas con relación a la industria de bienes de capital.

En el campo de la política crediticia se consigna como de segunda prioridad, entre otros, la industria de productos de vidrio, productos metálicos, construcción de máquinas y equipos, construcción de aparatos y suministros eléctricos, etc.

En la planificación del sector eléctrico están definidas globalmente las necesidades de equipo eléctrico y la magnitud de los costos para períodos apreciables (15 a 20 años), sin embargo, no existen planes de inversión correspondientes en la industria de bienes de capital, de origen privado ni público, suponiéndose suministros de equipo y material íntegramente extranjero.

b) El rol del Gobierno

Resulta evidente que el rol del gobierno para la formación de unidades productivas de bienes de capital en el sector eléctrico es relativamente difícil, dado el estado incipiente de la industria nacional. El manejo de los incentivos fiscales presenta dificultades propias de la organización de los mecanismos de aplicación.

La eventual aplicación de incentivos, encuentra dificultades adicionales en relación con el origen de los recursos financieros para la realización de obras en el sector eléctrico, que condicionan las adquisiciones de los equipos, a las normas de utilización de capitales de crédito.

La importancia relativa de la legislación, debido al recurso de las liberaciones o exención de "excepción", que reducen en la actualidad y redujeron en el pasado el nivel real de los aranceles, permite cuestionar una eficiencia sistemática de este recurso de protección de la industria nacional.

Sin embargo, una formulación explícita de objetivos nacionales en la creación de industrias de bienes de capital, a mediano y largo plazo, permitiría establecer los requisitos de orden jurídico e institucional, que permitan al Estado cumplir un rol eficiente en la formación de este tipo de industrias en el país.

La formación de recursos humanos para la industrialización tiene lugar en el país en forma espontánea, sin programas directamente articulados con la realidad o el futuro de la industria de bienes de capital en el sector eléctrico.

El Estado es el principal comprador de equipos eléctricos de generación, transmisión y distribución, a través de empresas eléctricas descentralizadas; la consideración conjunta de la magnitud de las compras con las posibilidades de instalación de industrias en el país, ofrece perspectivas favorables aún no exploradas suficientemente.

c) Experiencia pasada, presente y oportunidades futuras de cooperación con otros países en desarrollo en base bilateral y/o multilateral

- Marco institucional técnico y económico: En relación con Bolivia, no existen instituciones técnicas de cooperación bilateral y multilateral entre países en desarrollo para el sector de producción de bienes de capitales eléctricos. En el campo económico Bolivia participa en el Acuerdo de Cartagena, con su instrumento de fomento, que es la Corporación Andina de Fomento (CAF), organismo de financiamiento de proyectos de desarrollo e integración andina.
- Compra-venta de equipo en términos favorables: En el marco del Acuerdo de Cartagena, Bolivia cuenta con un tratamiento preferencial para la exportación de productos nacionales y la protección arancelaria de la industria nacional, como país de menor desarrollo relativo entre los países miembros.

Existen igualmente acuerdos de cooperación y complementación industrial y comercial con Argentina y Brasil, que tienen su mayor expresión en la otorgación de facilidades a la exportación de esos países hacia Bolivia.

- Exportación e importación de tecnología: Bolivia no exporta tecnología. La importación de tecnología de países en desarrollo no es relevante en la incipiente industria de bienes de capital del sector eléctrico y proviene (aunque no en última instancia) de Chile, Perú, Brasil y Argentina.
- Asistencia técnica: No existe asistencia técnica de otros países en desarrollo hacia Bolivia en este campo.
- Intercambio de información técnica y comercial: A través de CIER y OLADE existe un intercambio útil y creciente de información técnica y comercial entre las empresas eléctricas que adquieren bienes de capital en la región, que permite la adquisición de equipos de tecnologías no probadas en el país, en base a la experiencia de otros países miembros de CIER y OLADE.
- Proyectos conjuntos: No existen proyectos conjuntos con otros países en desarrollo en el campo de la fabricación de bienes de capital para el sector eléctrico.

La realización de este tipo de proyectos en el futuro con países del área, permitirá la reducción de las limitaciones de mercado en el país.

7. MEDIDAS A ADOPTAR PARA INCREMENTAR LA PRODUCCION NACIONAL DE EQUIPO ELECTRICO Y MEJORAR LA VINCULACION CON OTRAS INDUSTRIAS DE BIENES DE CAPITAL

La necesidad de adoptar medidas para el incremento de la producción nacional de bienes de capital para el sector eléctrico, se evidencia en el alto grado de dependencia externa para el desarrollo del sector eléctrico en las condiciones actuales de la industria nacional pertinente. Las exigencias futuras de crecimiento del sector eléctrico (particularmente en generación hidráulica y geotérmica, transmisión y distribución), serán las más fuertes dentro del sector energético, debido a la política de sustitución de hidrocarburos líquidos.

Las medidas de política económica necesarias para incrementar la producción de bienes, en cuanto a las industrias existentes, deberá tender a la eliminación de los obstáculos que impiden la utilización plena de la capacidad instalada.

Estas medidas incluyen principalmente:

- La reformulación de los niveles arancelarios de protección.
- La asignación de divisas para la adquisición de materias primas y su gradual sustitución.
- La adopción de normas de adquisición del sector público que garanticen en condiciones de competitividad, la participación de las empresas nacionales existentes.
- La fijación de tasas reales de cambio de divisas y la asignación de créditos selectivos de reactivación de la producción.

Para permitir el desarrollo de la producción de bienes de capital del sector eléctrico y su relación con otras industrias, se deberá identificar y fomentar la implementación de nuevas líneas de producción a corto plazo, en base a:

- Considerable valor agregado, preferentemente en base a utilización de materia prima local.
- Inversiones viables en cuanto a su magnitud, tratando de ampliar utilización de equipos, maquinarias o procesos existentes.
- Utilización de tecnologías ya adquiridas, o alternativamente de fácil accesibilidad en las condiciones actuales del desarrollo industrial y previsible en un futuro próximo.

La nueva implementación industrial deberá además permitir el desarrollo y la utilización de la industria básica existente. Una condición fundamental, sin embargo, será la adecuada magnitud del mercado interno y/o condiciones favorables para la exportación a países vecinos.

Entre los equipos o componentes preliminarmente identificados con las características señaladas y que podrían tener por tanto una pronta fabricación en Bolivia, se puede citar como ejemplo: aisladores de vidrio; ferretería de línea y seccionadores; turbinas hidráulicas y otros componentes para micro y mini centrales. Debiendo efectuarse estudios ya específicos para cada caso.

Como referencia a este último punto, se adjunta en Anexo Nº 7a - 1 un resumen del número de micro y mini centrales antiguas existentes. Estas plantas se encuentran paradas o funcionando con sólo parte de sus equipos y la difícil situación financiera que vive el país, con probable postergación de inversiones fuertes, sugiere la posibilidad de algunas rehabilitaciones y/o ampliaciones que podrían ser ya parte de un estudio o experiencia encaminada a la industrialización de este campo.

En las condiciones de economía mixta que dominan las actividades productivas del país, el sector público tradicionalmente abarca los rubros estratégicos y/o de menor rentabilidad relativa, dejando para el sector privado los rubros que naturalmente atraen su interés, debido a las ventajas que puedan retribuir adecuadamente el costo de capital

y los riesgos de las inversiones. Las industrias básicas, como la siderurgia y la de metales no ferrosos, corresponderán al sector público, mientras las fases de elaboración, en la medida de su rentabilidad, serán atendidas por el sector privado.

La consideración de industrialización mediata a niveles de mayor trascendencia de los señalados entre las posibilidades a corto plazo, dependerá en gran manera de la implementación de las citadas industrias básicas, debiendo asignarse la prioridad correspondiente por parte de las instituciones pertinentes a los proyectos siderúrgicos y de industrialización de yacimientos de cobre.

Merece especial mención el fomento y desarrollo de la tracción eléctrica para transporte urbano y de larga distancia (ferrocarril), indispensable para la realización de la política energética de sustitución, y que generará mercados más amplios de bienes de capital en el sector eléctrico. El Estado deberá asumir el rol más importante en este aspecto.

Como simple marco de referencia, sin entrar a complejas consideraciones socio-económicas, los datos del capítulo 2 muestran que una sustitución del 15% de la energía primaria actualmente destinada al transporte en base a petróleo y derivados, significaría duplicar la producción de energía hidroeléctrica de 1983, es decir alcanzando niveles de generación hidroeléctrica proyectados para dentro de 10 años.

Para una eficaz implementación de todas las medidas citadas y la identificación y formulación de otras, será indispensable contar con el apoyo bilateral, multilateral y de los organismos internacionales a fin de permitir un avance cualitativo, no solamente en el enfoque de los grandes problemas estructurales de la economía en su globalidad, sino en los problemas particulares de tipo tecnológico, organizativo y financiero.

8. OTRAS TECNOLOGIAS EN EL CAMPO DE LA ENERGIA

a) Producción doméstica de equipo diferente al de potencia eléctrica

i. Uso directo de la energía solar

Las condiciones de radiación solar en Bolivia, en especial en la zona del Altiplano, son particularmente atractivas para aplicaciones energéticas. Aprovechando esas condiciones, se han hecho algunos esfuerzos en el uso de la energía solar, para el secado de productos agropecuarios y la producción industrial de calentadores de agua con capacidades aproximadas de 130 lts. sin partes móviles y expectativa de duración de 10 años para unidades familiares en especial de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz.

INER y otros organismos están experimentando equipos para la utilización de la energía solar en sistemas domésticos de cocción. Otra aplicación está orientada al uso masivo de energía solar para el calentamiento de casas en proyectos de urbanización de bajo costo en la ciudad de La Paz.

Finalmente dentro de los usos más conocidos, el Instituto de Investigación Física ha construido en el Altiplano viveros solares que han resultado ser rentables en especial en el caso de la floricultura.

ii. Uso indirecto de energía solar

La energía eólica como un uso indirecto de la energía solar, se aprovecha en aeromotores para bombeo de agua a nivel doméstico y agrícola, provisión de energía mecánica en especial en molinos y en forma mínima en generación de energía eléctrica para fines domésticos. La construcción de este tipo de equipos tiene lugar en la ciudad de Santa Cruz en el Comité Central Menonita y en Cochabamba en CIFEMA (Centro de Investigación, Formación, Extensión en maquinaria agrícola.

iii. Potencia del agua

Este es un método usado desde antes de la colonia en molienda de granos y elevadores de agua en base a la construcción de máquinas rústicas.

iv. Potencia de vapor

Se utiliza la energía proveniente del vapor de agua en transportes fluviales y en calderos para agroindustria casera construídos en talleres artesanales especialmente del oriente boliviano.

v. Conversión microbiológica

Se están realizando algunos ensayos para convertir materia vegetal en combustible líquido, pero no se produce ningún tipo de maquinaria.

vi. Energía geotermal

Además de los estudios realizados por expertos italianos en coordinación con ENDE, la Universidad de Potosí está realizando investigaciones y pruebas con equipos importados.

vii. Biomasa

Existen experimentos para la producción de gas metano en pequeña cantidad (4 a 8 metros cúbicos por día), con equipos de investigación desarrollados en Cochabamba y Oruro.

La dependencia de las industrias de conductores de cobre es también total, debiendo importar toda su materia prima, pese a que Bolivia cuenta con varios yacimientos de este mineral, aunque sin haber logrado su explotación industrial. Por ejemplo la fábrica de cables y conductores CABLEBOL, posee sus propios yacimientos de óxido de cobre e incluso estudios de factibilidad para la eventual instalación de una planta destinada a la obtención de cobre electrolítico.

b) Disponibilidad de infraestructura de servicios básicos

Actualmente en el país está funcionando la Fundición del Ingenio Catavi de la Corporación Minera de Bolivia COMIBOL, que produce piezas de repuesto, requeridas por la Planta de Volatilización de Estaño Catavi, como por ejemplo conos y llantas de molinos, muelas de chancadoras, llantas y zapatas de carros D. cauville, turbinas y cajas para bombas.

Asimismo, está funcionando la planta "Aceros Tesa" con una producción de piezas de repuesto para ingenios mineros de empresas privadas. Las piezas producidas son del mismo tipo que las mencionadas para la Fundición del Ingenio Catavi, además de bolas de molino.

Estas dos plantas, así como otras varias de menor significación en actual producción, utilizan palanquillas provenientes de terceros y chatarra en general.

En general en el país existe capacidad instalada pequeña de forja y algo mayor de fundición, dedicada principalmente a la producción de piezas automotrices y de motores estacionarios, en base a la fundición de chatarra con fuel oil o gas licuado de petróleo, contando con procesos completos de maquinado.

Esta capacidad, sin embargo, no es plenamente utilizada, existiendo margen para una diversificación de la producción, en una fase inicial. Para una diversificación más extensiva, será necesario incurrir en nuevas inversiones.

c) Experiencia de producción multipropósito y posibilidades futuras

No existen experiencias de producción con propósito múltiple en relación con la producción de bienes de capital para el sector eléctrico de potencia.

Las principales posibilidades futuras en este campo, se refieren a la producción de aisladores, ferretería de línea, estructuras metálicas, tableros, perfiles de acero estructural y máquinas y accesorios hidráulicos para pequeñas centrales hidroeléctricas.

Las condiciones que harían posible este tipo de producción multipropósito, se refieren al dominio existente de la tecnología necesaria y al carácter masivo (o extenso) constante y creciente de la demanda.

En el marco de referencia de mínima participación industrial, citado previamente, existen algunas experiencias de diversificación particularmente en el sector de metal-mecánica, por las limitaciones de mercado que exigen la producción de una variedad de productos con procesos afines.

La utilización de la capacidad instalada actual de producción de bienes de capital del sector eléctrico, para la producción de otro tipo de bienes de capital (y viceversa), por su magnitud reducida, resulta de muy poca significación y debe ser considerada únicamente dentro del contexto de otras medidas colaterales, y por su significación cualitativa en el marco de una política general de industrialización con miras a una progresiva reducción de las importaciones.

TABLAS

TABLA Nº 1

PRODUCCION NACIONAL DE ENERGIA PRIMARIA (en Terajulios - TJ)

| Fuente de energía Año | Carbón | | Otros combustibles ** | | Petróleo | | Gas natural | | Hidroelectricidad | | Total | |
|--------------------------|--------|------|-----------------------|-------|----------|-------|-------------|-------|-------------------|------|---------|-----|
| | TJ | % | TJ | % | TJ | % | TJ | % | TJ | % | TJ | % |
| 1972 | 144 | 0.06 | 13 570 | 5.45 | 92 373 | 37.10 | 140 332 | 56.36 | 2 556 | 1.03 | 248 975 | 100 |
| 1973 | 178 | 0.06 | 14 225 | 4.86 | 99 865 | 34.15 | 175 536 | 60.09 | 2 607 | 0.89 | 292 411 | 100 |
| 1974 | 169 | 0.06 | 14 769 | 5.25 | 96 053 | 34.18 | 167 321 | 59.53 | 2 750 | 0.98 | 281 062 | 100 |
| 1975 | 163 | 0.06 | 16 213 | 6.06 | 85 233 | 31.88 | 162 906 | 60.92 | 2 879 | 1.08 | 267 394 | 100 |
| 1976 | 225 | 0.08 | 18 165 | 6.27 | 85 951 | 29.66 | 182 437 | 62.95 | 3 011 | 1.04 | 289 789 | 100 |
| 1977 | 316 | 0.12 | 18 894 | 6.93 | 73 338 | 26.92 | 176 613 | 64.83 | 3 270 | 1.20 | 272 431 | 100 |
| 1978 | 407 | 0.15 | 18 594 | 6.79 | 68 526 | 25.04 | 182 659 | 66.75 | 3 472 | 1.27 | 273 658 | 100 |
| 1979 | 376 | 0.14 | 19 514 | 7.30 | 58 863 | 21.90 | 185 650 | 69.25 | 3 648 | 1.36 | 268 051 | 100 |
| 1980 | 567 | 0.20 | 38 849 | 13.41 | 50 358 | 17.39 | 195 929 | 67.66 | 3 891 | 1.34 | 289 594 | 100 |
| 1981 | 626 | 0.21 | 39 488 | 13.34 | 46 811 | 15.82 | 204 819 | 69.22 | 4 158 | 1.41 | 295 902 | 100 |
| 1982 | 692 | 0.22 | 37 762 | 12.09 | 51 596 | 16.51 | 218 050 | 69.79 | 4 341 | 1.34 | 312 441 | 100 |
| 1983 | 713* | 0.24 | 38 594* | 12.99 | 46 858 | 15.77 | 206 655 | 69.56 | 4 287 | 1.44 | 297 107 | 100 |

* Estimado (1) Equivalencias. Leña: 14.6538 TJ/Tm Gas natural: 1.1606 TJ/MMp³
 ** Leña y bagazo Bagazo: 7.5362 TJ/Tm Petróleo: 5.7856 TJ/MB
 Carbón vegetal: 31.3173 TJ/Tm Poder calorífico: 21.000 BTU/lb

MB₃ = miles de barriles
 MMp₃ = millones de pies métricos

PRODUCCION Y CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA

TABLA Nº 2-A

| | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 |
|-------------------------------------|-----------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| CAPACIDAD INSTALADA | | | | | | | | | | | | |
| | MW (Megavatios) | | | | | | | | | | | |
| Servicio Público y Autoprodutores | 272.2 | 311.9 | 350.5 | 376.2 | 399.0 | 405.6 | 427.8 | 421.3 | 489.0 | 507.5 | 516.6 | 539.4 |
| Hidro | 178.5 | 214.6 | 241.5 | 241.5 | 241.5 | 241.5 | 241.5 | 238.4 | 264.8 | 282.8 | 282.8 | 282.8 |
| Térmica Convencional | 93.7 | 97.3 | 109.0 | 134.7 | 157.5 | 164.1 | 186.3 | 182.9 | 224.2 | 224.7 | 233.8 | 256.6 |
| Nuclear | | | | | | | | | | | | |
| Geotérmica | | | | | | | | | | | | |
| Servicio Público Total | 286.4 | 223.7 | 260.8 | 285.1 | 305.8 | 306.8 | 327.2 | 327.3 | 380.7 | 409.1 | 426.2 | 449.0 |
| Hidro | 151.1 | 187.1 | 214.1 | 214.1 | 214.1 | 214.1 | 214.1 | 214.1 | 241.1 | 259.1 | 259.1 | 259.1 |
| Térmica Convencional | 35.3 | 36.6 | 46.7 | 71.0 | 91.7 | 92.7 | 113.1 | 113.2 | 149.6 | 150.0 | 167.1 | 189.9 |
| Nuclear | | | | | | | | | | | | |
| Geotérmica | | | | | | | | | | | | |
| PRODUCCION | | | | | | | | | | | | |
| | GWh (Gigavatios-hora) | | | | | | | | | | | |
| Servicio Público y Autoprodutores | 891.0 | 918.0 | 993.2 | 1057.0 | 1132.0 | 1259.7 | 1353.8 | 1432.7 | 1564.8 | 1677.3 | 1677.7 | 1659.1 |
| Hidro | 710.1 | 724.1 | 764.0 | 799.7 | 836.5 | 908.3 | 964.5 | 1013.2 | 1080.7 | 1154.9 | 1205.8 | 1190.8 |
| Térmica Convencional | 180.8 | 193.9 | 229.2 | 257.3 | 295.5 | 351.4 | 389.3 | 419.5 | 480.1 | 522.4 | 471.9 | 504.3 |
| Nuclear | | | | | | | | | | | | |
| Geotérmica | | | | | | | | | | | | |
| Servicio Público Total | 615.0 | 638.8 | 706.7 | 770.0 | 849.5 | 971.1 | 1051.3 | 1126.3 | 1260.2 | 1375.0 | 1382.1 | 397.9 |
| Hidro | 552.5 | 565.8 | 606.1 | 642.1 | 684.6 | 765.6 | 810.1 | 860.1 | 936.4 | 1015.1 | 1063.5 | 048.6 |
| Térmica Convencional | 62.5 | 73.0 | 100.6 | 127.9 | 164.9 | 205.5 | 241.2 | 266.2 | 323.8 | 359.9 | 318.6 | 349.3 |
| Nuclear | | | | | | | | | | | | |
| Geotérmica | | | | | | | | | | | | |
| Producción Neta | 887.0 | 913.2 | 987.2 | 1052.0 | 1127.0 | 1254.0 | 1134.9 | 1423.4 | 1554.7 | 1666.2 | 1669.0 | 685.1 |
| Pérdidas de Transmisión y Distrib. | 88.8 | 101.8 | 120.2 | 129.0 | 116.7 | 131.9 | 141.1 | 141.2 | 154.7 | 162.9 | 182.0 | 182.0 |
| Importaciones | | | | | | | | 2.0 | 2.3 | 3.1 | 3.3 | 3.5 |
| Exportaciones | | | | | | | | | | | | |
| CONSUMO | | | | | | | | | | | | |
| | GWh (Gigavatios-hora) | | | | | | | | | | | |
| Consumo neto | 798.2 | 811.4 | 867.0 | 923.0 | 1010.3 | 1122.1 | 1207.9 | 1282.2 | 1400.0 | 1503.3 | 1487.0 | 503.0 |
| Industria y Construcción | 512.4 | 520.1 | 549.7 | 581.1 | 633.4 | 724.9 | 762.5 | 780.0 | 851.1 | 899.9 | 875.3 | 870.0 |
| Transporte | | | | | | | | | | | | |
| Consumo doméstico y otros Consumid. | 285.8 | 291.3 | 317.3 | 342.9 | 376.9 | 397.2 | 445.4 | 502.2 | 548.9 | 603.4 | 611.7 | 633.0 |
| GENERACION POR CAPACIDAD INSTALADA | | | | | | | | | | | | |
| | 2.93 | 2.60 | 2.47 | 2.45 | 2.53 | 2.77 | 2.82 | 3.04 | 2.86 | 2.96 | 2.88 | 3.14 |

TABLA Nº 2-B

PRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA (PROYECCIONES)

| | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1995 | 2000 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| MW (Megavatios) | | | | | | | | | | | |
| CAPACIDAD INSTALADA | | | | | | | | | | | |
| Total | 560 | 564 | 567 | 567 | 577 | 627 | 776 | 786 | 797 | 1 025 | 1 253 |
| Hidro | 310 | 310 | 303 | 303 | 303 | 313 | 457 | 467 | 467 | 666 | 786 |
| Térmica Convencional | 259 | 263 | 264 | 264 | 274 | 314 | 319 | 319 | 330 | 359 | 447 |
| Nuclear | | | | | | | | | | | |
| Geotérmica | | | | | | | | | | | |
| No-convencional | | | | | | | | | | | |
| GWh (Gigavatios-hora) | | | | | | | | | | | |
| PRODUCCION | | | | | | | | | | | |
| Total (bruto) | 1 746 | 833 | 1 961 | 2 098 | 2 245 | 2 402 | 2 570 | 2 750 | 2 943 | 3 605 | 5 057 |
| Hidro | 1 228 | 1 289 | 1 379 | 1 569 | 1 736 | 1 885 | 2 100 | 2 298 | 2 459 | 3 012 | 4 225 |
| Térmica Convencional | 518 | 544 | 582 | 529 | 509 | 517 | 470 | 452 | 484 | 593 | 832 |
| Nuclear | | | | | | | | | | | |
| Geotérmica | | | | | | | | | | | |
| No-convencional | | | | | | | | | | | |
| Importaciones | 3.7 | 3.7 | 3.8 | 2.4 | 2.3 | 2.5 | 3.0 | 3.1 | | | |
| Exportaciones | | | | | | | | | | | |

EQUIPO DE ENERGIA ELECTRICA EXISTENTE
(Unicamente equipo instalado a partir de 1970)

I. Plantas generadoras

| Año de puesta en servicio (identificación) | Tamaño de la planta (MW) | Equipamiento | Componen- te local % | Proveedor extranjero |
|--|--------------------------|--|----------------------|---|
| <u>HIDROELECTRICAS</u> | | | | |
| 1973 (Sta. Isabel 1-2) | 36.0 | Partes fabricadas Turbina (2 unidades) Generador (2 unidades) Subestación Control e instrumen- tación | - - - - | Voith Mitsubichi Varios Brown Boveri |
| 1980 (Corani 3-4) | 34.0 | Partes fabricadas Turbina (2 unidades) Generador (2 unidades) Subestación Control e instrumen- tación | - - - - | Voith General E. Varios General E. |
| 1981 (Sta. Isabel 3) | 18.0 | Partes fabricadas Turbina Generador Subestación Control e instrumen- tación | - - - - | Voith General E. ASEA Brown Boveri |
| <u>TERMICAS (Turbina a Gas)</u> | | | | |
| 1975 (Huaracachi 1) | 25.6 | Compresor - Turbina Generador Subestación Control e instrumen- tación | - - - - | AEG - GE AEG Hitachi Hitachi |
| 1976 (Huaracachi 2) | 25.6 | Compresor - Turbina Generador Subestación Control e instrumen- tación | - - - - | AEG - GE AEG Hitachi Hitachi |
| 1978 (Huaracachi 3) | 22.14 | Compresor - Turbina Generador Subestación Control e instrumen- tación | - - - - | Hitachi-GE Hitachi Hitachi Hitachi |

EQUIPO DE ENERGIA ELECTRICA EXISTENTE
(Unicamente equipo instalado a partir de 1970)

I. Plantas generadoras

| Año de puesta en servicio (identificación) | Tamaño de la planta (MW) | Equipamiento | Componen- te local % | Proveedor extranjero |
|--|--------------------------|---|----------------------|---|
| TERMICAS (Turbina a Gas) | | | | |
| 1980 (Huaracachi 4) | 22.14 | Compresor - Turbina Generador Subestación Control e instrumen- tación | - - - - | Hitachi-GE Hitachi Hitachi Hitachi |
| 1982 (Karachipampa) | 16.5 | Compresor - Turbina Generador Subestación Control e instrumen- tación | - - - - | Rolls Royce Rolls Royce ASEA ASEA |
| 1983 (Huaracachi 5) | 22.14 | Compresor - Turbina Generador Subestación Control e instrumen- tación | - - - - | Hitachi-GE Hitachi Hitachi Hitachi |
| TERMICAS (Motor dual gas - diesel) | | | | |
| 1974 (Aranjuez 1-2-3) | 9.0 | Motor - Turbina Generador (3 unidades) Subestación Control e instrumen- tación | - - - - | Nordberg Portec Inc. Varios General E. |
| 1977 (Aranjuez 4-5) | 6.6 | Motor - Turbina (2 unid) Generador (2 unidades) Subestación Control e instrumen- tación | - - - - | Worthington General E. Varios Varios |
| 1978 (Aranjuez 6-7) | 6.6 | Motor-Turbina (2 unid.) Generador (2 unidades) Subestación Control e instrumen- tación | - - - - | Worthington General E. Varios Varios |
| 1981 (Villamontes 1-2) | 2.24 | Motor-Turbina (2 unid.) Generador (2 unidades) Subestación Control e instrumen- tación | - - - - | Fuji Taiyo Varios Varios |

EQUIPO DE ENERGIA ELECTRICA EXISTENTE
(Unicamente equipo instalado a partir de 1970)

II. Transmisión

| Año de puesta en servicio (identificación) | Voltaje (KV) | Potencia (MW) | Equipamiento | Componente Local % |
|--|-----------------|------------------|--|--------------------------|
| SUBESTACIONES | | | | |
| 1973 (Sta. Isabel) | 10/115 | 30.0 | Transformador (2 unid.) Equipo de patio Medida y control | 0 2 0 |
| 1974 (Aranjuez) | 10/66 | 13.0 | Transformador (2 unid.) Equipo de patio Medida y control | 0 2 2 |
| 1976 (Viloco) | 69/10 | 5.0 | Transformador Equipo de patio Medida y control | 0 2 5 |
| 1976 (Montero) | 69/25 | 5.0 | Transformador Equipo de patio Medida y control | 0 2 0 |
| 1976 (Huaracachi) | 10/69 | 25.0 | Transformador Equipo de patio Medida y control | 0 2 0 |
| 1978 (Catavi) | 115/69 | 25.0 | Transformador Equipo de patio Medida y control | 0 0 0 |
| 1978 (Cochabamba) | 115/25 | 15.0 | Transformador Equipo de patio Medida y control | 0 0 0 |
| 1978 (Huaracachi) | 10/69 | 25.0 | Transformador Equipo de patio Medida y control | 0 0 0 |
| 1979 (Warnes) | 69/25 | 10.0 | Transformador Equipo de patio Medida y control | 0 0 0 |
| 1979 (B.Vista) | 69/25 | 5.0 | Transformador Equipo de patio Medida y control | 0 0 0 |
| 1980 (Vinto) | 115/69 | 25.0 | Transformador Equipo de patio Medida y control | 0 0 0 |

EQUIPO DE ENERGIA ELECTRICA EXISTENTE
(Unicamente equipo instalado a partir de 1970)

II. Transmisión

| Año de puesta en servicio (identificación) | Voltaje (KV) | Potencia (MW) | Equipamiento | Componente Local % |
|--|-----------------|------------------|--|--------------------------|
| <u>SUBESTACIONES</u> | | | | |
| 1980 (Valle Hermoso) | 115/10 | 15.0 | Transformador Equipo de patio Medida y control | 0 0 0 |
| 1980 (Agua Dulce) | 115/69 | 25.0 | Transformador Equipo de patio Medida y control | 0 0 0 |
| 1980 (Corani) | 10.5/115 | 30 | Transformador (2 unid.) Equipo de patio Medida y control | 0 0 0 |
| 1981 (Sta. Isabel) | 10.5/115 | 15 | Transformador Equipo de patio Medida y control | 0 0 0 |
| 1981 (Purutuma) | 115/25 | 6.0 | Transformador Equipo de patio Medida y control | 0 0 0 |
| 1981 (Vinto) | 115 | - | Transformador Equipo de patio Medida y control | 0 0 0 |
| 1981 (Kenko) | 115/69 | 90 | Transformador (3 unid.) Equipo de patio Medida y control | 0 2 2 |
| 1981 (Chuquiaguillo) | 115 | - | Transformador Equipo de patio Medida y control | 0 2 2 |
| 1981 (Chojlla) | 115/25 | 6.0 | Transformador Equipo de patio Medida y control | 0 10 5 |
| 1982 (Urbana Norte) | 69/25 | 6.0 | Transformador Equipo de patio Medida y control | 0 2 5 |

EQUIPO DE ENERGIA ELECTRICA EXISTENTE

(Unicamente equipo instalado a partir de 1970)

II. Transmisión

| Año de puesta en servicio (identificación) | Voltaje (KV) | Cantidad | Unidad de Medida | Equipamiento | Componente Local % |
|--|-----------------|----------|------------------------|-------------------|--------------------------|
| <u>LÍNEAS DE TRANSMISIÓN</u> | | | | | |
| 1972 (Catavi-Avicaya- Totoral) | 69 | 213 | Unid. | Torres (madera) | 0 |
| | | 30.0 | Tm | Conductor | 0 |
| | | 4400 | Unid. | Aisladores | 0 |
| | | 4.6 | Tm | Ferretería | 0 |
| 1973 (Sta. Isabel- Corani) | 115 | 37.8 | Tm | Torres | 0 |
| | | 15.0 | Tm | Conductores | 0 |
| | | 1070 | Unid. | Aisladores | 0 |
| | | 0.67 | Tm | Ferretería | 0 |
| 1974 (Sucre-Potosí) | 66 | 391 | Unid. | Torres (madera) | 0 |
| | | 165 | Tm | Conductor | 0 |
| | | 1056 | Unid. | Aisladores | 0 |
| | | 11.0 | Tm | Ferretería | 0 |
| 1975 (Varios) | 25 | 92 | Unid. | Torres (madera) | 0 |
| | | 16.5 | Tm | Conductores | 0 |
| | | 840 | Unid. | Aisladores | 0 |
| | | 2.6 | Tm | Ferretería | 0 |
| 1975 (Varios) | 115 | 132.2 | Tm | Torres | 0 |
| | | 17.1 | Tm | Conductores | 0 |
| | | 1250 | Unid. | Aisladores | 0 |
| | | 0.8 | Tm | Ferretería | 0 |
| 1976 (Varios) | 25 | 135 | Unid. | Torres (madera) | 0 |
| | | 38.7 | Tm | Conductor | 0 |
| | | 1250 | Unid. | Aisladores | 0 |
| | | 3.3 | Tm | Ferretería | 0 |
| 1976 (Varios) | 69 | 152 | Unid. | Torres (madera) | 0 |
| | | 48.0 | Tm | Conductor | 0 |
| | | 3960 | Unid. | Aisladores | 0 |
| | | 4.1 | Tm | Ferretería | 0 |
| 1976 (Sta. Isabel- Arocagua) | 115 | 750 | Tm | Torres | 0 |
| | | 114.0 | Tm | Conductor | 0 |
| | | 8200 | Unid. | Aisladores | 0 |
| | | 5.1 | Tm | Ferretería | 0 |
| 1976 (Warnes-Montero) | 69 | 80 | Unid. | Torres (concreto) | 80 |
| | | 54 | Tm | Conductor | 0 |
| | | 2350 | Unid. | Aisladores | 0 |
| | | 2.5 | Tm | Ferretería | 0 |

EQUIPO DE ENERGIA ELECTRICA EXISTENTE
(Únicamente equipo instalado a partir de 1970)

II. Transmisión

| Año de puesta en servicio (identificación) | Voltaje (KV) | Cantidad | Unidad de Medida | Equipamiento | Componente Local % |
|--|-----------------|---------------------------------|----------------------------|--|--------------------------|
| LINEAS DE TRANSMISION | | | | | |
| 1977 (Varios) | 25 | 114 28.2 1050 2.4 | Unid. Tm Unid. Tm | Torres (madera) Conductor Aisladores Ferretería | 0 0 0 0 |
| 1977 (Varios) | 25 | 191 11.0 1769 2.8 | Unid. Tm Unid. Tm | Torres (madera) Conductor Aisladores Ferretería | 0 0 0 0 |
| 1978 (Montero- B.Vista) | 69/115 | 217 126.0 7400 5.76 | Unid. Tm Unid. Tm | Torres (concreto) Conductor Aisladores Ferretería | 80 0 0 0 |
| 1978 (D. Diego-Colavi) | 25 | 170 31.0 1630 2.6 | Unid. Tm Unid. Tm | Torres (madera) Conductor Aisladores Ferretería | 0 0 0 0 |
| 1979 (Varios) | 69/115 | 103 42 2940 1.8 | Unid. Tm Unid. Tm | Torres (madera) Conductor Aisladores Ferretería | 0 0 0 0 |
| 1980 (Arocagua-V.H. Vinto) | 115 | 2890 372.0 27200 17.0 | Tm Tm Unid. Tm | Torres Conductor Aisladores Ferretería | 0 0 0 0 |
| 1980 (Catavi-Potosí) | 115 | 4814 627.0 45217 28.19 | Tm Tm Unid. Tm | Torres Conductor Aisladores Ferretería | 0 0 0 0 |
| 1981 (Potosí-Tela- mayu) | 115/69 | 3390 432 31820 20.0 | Tm Tm Unid. Tm | Torres Conductor Aisladores Ferretería | 0 0 0 0 |
| 1981 (Vinto-Kenko) | 115/230 | 4165 1110.0 34650 65.0 | Tm Tm Unid. Tm | Torres Conductor Aisladores Ferretería | 0 0 0 0 |

EQUIPO DE ENERGIA ELECTRICA EXISTENTE
(Unicamente equipo instalado a partir de 1970)

II. Transmisión

| Año de puesta en servicio (identificación) | Voltaje (KV) | Cantidad | Unidad de Medida | Equipamiento | Componente Local % |
|--|-----------------|----------|------------------------|--------------|--------------------------|
| LINEAS DE TRANSMISION | | | | | |
| 1981 (Chuquiago- Chojlla) | 115 | 1000 | Tm | Torres | 0 |
| | | 128.7 | Tm | Conductor | 0 |
| | | 9450 | Unid. | Aisladores | 0 |
| | | 6.0 | Tm | Ferretería | 0 |
| 1985 (Sta. Isabel- Huaracachi) | 230 | 6800 | Tm | Torres | 0 |
| | | 1810.0 | Tm | Conductor | 0 |
| | | 56600 | Unid. | Aisladores | 0 |
| + | | 106 | Tm | Ferretería | 0 |

+ Material ya adquirido

EQUIPO DE ENERGIA ELECTRICA EXISTENTE

(Unicamente equipo instalado a partir de 1970)

III. Distribución

| Año de puesta en servicio (identificación) | Voltaje (KV) | Cantidad | Unidades | Equipamiento | Componente Local % |
|--|--------------|---|---|--|--------------------------------|
| LINEAS DE DISTRIBUCION | | | | | |
| 1977 ELFEC 494 Km. | 24.9 | 5950 295 14850 210 5380 | Pzas. Tm. Pzas Tm. KVA 333 | Postes (madera) Conductor (ACSR) Aisladores Ferretería Transformadores | 100 5 0 0 0 |
| 1977 SETAR 9 Km. | 33 | 265 50 990 10 | Pzas. Tm. Pzas. Tm. | Postes (madera) Conductor (ACSR) Aisladores Ferretería | 0 0 0 0 |
| 1978 CRE 666 Km. | 24.9 | 6000 750 560 23820 215 12570 | Pzas. Pzas. Tm. Pzas. Tm. KVA 333 | Postes(hormigón) Postes (madera) Conductor (ACSR) Aisladores Ferretería Transformadores | 100 100 5 0 5 0 |
| 1978 CRE 128 Km. | 10.0 | 2050 172 7200 75 5390 | Pzas. Tm. Pzas. Tm. KVA 333 | Postes(hormigón) Conductor (ACSR) Aisladores Ferretería Transformadores | 100 5 0 5 0 |
| 1978 SEPSA 238 Km. | 24.9* | 2650 40 12495 95 1975 | Pzas. Tm. Pzas. Tm. KVA 333 | Postes (madera) Conductor (ACSR) Aisladores Ferretería Transformadores | 40 0 0 2 0 |
| 1979 CESSA 278 Km. | 24.9 | 3060 80 14200 110 1285 | Pzas. Tm. Pzas. Tm. KVA 333 | Postes (madera) Conductor (ACSR) Aisladores Ferretería Transformadores | 40 0 0 2 0 |
| 1979 SETAR 273 Km. | 24.9 | 3000 130 1290 105 4455 | Pzas. Tm. Pzas. Tm. KVA 333 | Postes (madera) Conductor (ACSR) Aisladores Ferretería Transformadores | 40 0 0 0 0 |

EQUIPO DE ENERGIA ELECTRICA EXISTENTE

(Unicamente equipo instalado a partir de 1970)

III. Distribución

| Año de puesta en servicio (identificación) | Voltaje (KV) | Cantidad | Unidades | Equipamiento | Componente Local % |
|--|-------------------|----------|-------------------|-------------------------|--------------------------|
| LINEAS DE DISTRIBUCION | | | | | |
| 1980 CORELPAZ 444 Km. | 24.9 [‡] | 3555 | Pzas. | Postes (madera) | 70 |
| | | 320 | Tm. | Conductor (ACSR) | 5 |
| | | 17350 | Pzas. | Aisladores [‡] | 0 |
| | | 125 | Tm. | Ferretería | 0 |
| | | 4425 | KVA ^{‡‡} | Transformadores | 0 |
| 1981 CEY 84 Km. | 24.9 | 1050 | Pzas. | Postes (madera) | 80 |
| | | 60 | Tm. | Conductor (ACSR) | 5 |
| | | 4550 | Pzas. | Aisladores | 0 |
| | | 40 | Tm. | Ferretería | 0 |
| | | 975 | KVA ^{‡‡} | Transformadores | 0 |

[‡] Sistemas aislados a 34.5 KV por corrección de altura (más de 2.500 m.s.n.m.)

^{‡‡} Se refiere a transformadores monofásicos de distribución, de capacidades standarizadas de 10, 15, 25 y 37.5 KVA, donde la capacidad de 15 KVA supone el 70% del total.

EQUIPO DE ENERGIA ELECTRICA EXISTENTE
(Únicamente equipo instalado a partir de 1970)

III. Distribución

| Año de puesta en servicio (identificación) | Voltaje (KV) | Potencia (MW) | Equipamiento | Componente Local % |
|--|-----------------|------------------|--|--------------------------|
| SUBESTACIONES | | | | |
| 1972 ENDE Coboce | 115/6 | 4.5 | Transformador Equipo de patio Medida y control | 0 0 0 |
| 1973 ENDE Cerro Grande | 115/10 | 1.0 | Transformador Equipo de patio Medida y control | 0 5 2 |
| 1974 ELFEC YFPB | 115/10 | 3.0 | Transformador Equipo de patio Medida y control | 0 2 0 |
| 1979 CRE Buena Vista | 69/24.9 | 5.0 | Transformador Equipo de patio Medida y control | 0 2 0 |
| 1979 CRE Guaracachi | 10/24.9 | 5.0 | Transformador Equipo de patio Medida y control | 0 0 0 |
| 1979 CRE Santa Cruz - Norte | 69/10 | 5.0 | Transformador Equipo de patio Medida y control | 0 2 0 |
| 1980 CRE Santa Cruz - Oeste | 69/10 | 5.0 | Transformador Equipo de patio Medida y control | 0 2 0 |

EQUIPO DE ENERGIA ELECTRICA EXISTENTE

(Únicamente equipo instalado a partir de 1970)

III. Distribución

| Año de puesta en servicio (identificación) | Voltaje (KV) | Potencia (MW) | Equipamiento | Componente Local % |
|--|-----------------|------------------|---|--------------------------|
| SUBESTACIONES | | | | |
| 1977 (San Isidro) | 33/24.9 | 2.5 | Transformador Patio de maniobras Medida y control | 0 2 0 |
| 1977 (Valle Hermoso) | 115/24.9 | 5.0 | Transformador Patio de maniobras Medida y control | 0 2 0 |
| 1979 (Achacachi) | 69/24.9 | 2.5 | Transformador Equipo de patio Medida y control | 0 5 0 |
| 1979 (Viacha) | 69/24.9 | 2.5 | Transformador Patio de maniobras Medida y control | 0 5 0 |
| 1979 (Aranjuez) | 69/24.9 | 3.0 | Transformador Patio de maniobras Medida y control | 0 2 0 |
| 1979 (CESSA) | 69/24.9 | 3.0 | Transformador Patio de maniobras Medida y control | 0 2 0 |
| 1980 (Tecoja) | 69/24.9 | 1.0 | Transformador Patio de maniobras Medida y control | 0 2 0 |
| 1980 (Villa Abaroa) | 6.6/24.9 | 5.0 | Transformador Patio de maniobras Medida y control | 0 2 0 |

TABLA NO.4

PRODUCCION DOMESTICA DE EQUIPAMIENTO ELECTRICO DE POTENCIA

| Tipo de Equipamiento | Especificación | Producción Anual | | | | | | | | | | Componente Local % + | Fabricante Local | Fuente de Tecnología |
|----------------------|---|------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------|----------------------|------------------|----------------------|
| | | 1972 | 73-76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | Cantidad | | | |
| Transformadores | De distribución, trifásicos y monofásicos de 50 a 1000 KVA, voltajes nominales de hasta 25 KV | - | - | 13 | 44 | 75 | 39 | 59 | 40 | (1) | No.de Unid. | 66 | PATRA | Sindelen (Chile) |
| Transformadores | De distribución, trifásicos y monofásicos de 10 a 800 KVA, voltajes nominales de hasta 25 KV | (1) | (1) | (1) | 57 | 68 | 72 | 54 | 51 | (1) | No.de Unid. | | Electromatic | Experiencia Propia |
| Cables | De aluminio y aleaciones para distribución No.8 a 4/0 AWG | - | (2) | (2) | (2) | (2) | 50 | 150 | 150 | 150 | Tm. | 30 | Cablebol | South Wire (U.S.A.) |
| Cables | De aluminio con alma de acero ACSR para distribución No.8 a 4/0 AWG | - | (2) | (2) | (2) | (2) | 25 | 75 | 75 | 75 | Tm. | 30 | Cablebol | South Wire (U.S.A.) |
| Cables | De cobre aislados para distribución No.8 AWG a 600 MCM | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | 180 | 180 | 180 | 180 | Tm. | 45 | Plasmar | Thyssen (Alemania) |
| Cables | De cobre desnudo para distribución No.8 AWG a 600 MCM | (1) | (1) | (1) | (1) | (1) | 200 | 200 | 200 | 200 | Tm. | 35 | Plasmar | Sincro (Italia) |
| Cables | De aluminio con alma de acero para distribución No.4 AWG a 366.8 MCM | (1) | (1) | (1) | (1) | (1) | 60 | 60 | 60 | 60 | Tm. | 35 | Plasmar | Plasmar (Bolivia) |
| Postes | De madera tratada con CCA - clases 4 a 7 | - | - | 12 | 5 | 7 | 6 | 8 | 6 | 4 | Miles Unid. | 70 | MATRA S.A. | Koppers (U.S.A.) |
| Postes | De hormigón centrifugado clases 5 a 9 | 1 | 1 | 6 | 6 | 4 | (1) | (1) | (1) | (1) | Miles Unid. | 75 | S.C.A.C.++ | Pfeiffer (Alemania) |
| Postes | De hormigón vibrado | - | - | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 0.4 | - | - | - | Miles Unid. | 75 | Privat | (1) |

(1) Información no disponible

(2) Producción para instalaciones en baja tensión

+ Porcentaje del precio de venta
++ 1969-76 ICE, 1977-80. SCAC.

TABLA No.5
(1 de 3)

ORGANIZACION DE LA PRODUCCION

I. Fabricación de Transformadores

| | | | |
|-----|------------------------------|---|--|
| I | Nombre | Fábrica de Transformadores y Equipos Eléctricos - Fatra | Industrias Electromatic |
| | Dirección | Av. Circunvalación y Av.D'Orbigny, Casilla No. 3262, Cochabamba, Bolivia Telex: 6268-FEMCO BV | Av. 26 de febrero 1010, Casilla No. 886, Santa Cruz, Bolivia Telex: 4343 TRAFBOL BV |
| | Fecha de Fundación | 1976 | 1968 |
| II | Capacidad | 24000 KVA/año (20 x 100 KVA/mes) | 27000 KVA/año |
| | Personal (No. de personas) | 25 | 25 |
| III | Formación de Capital | Nacional - Privado | Nacional - Privado |
| IV | Tecnología | Originaria de Allis Chalmers de USA y English Electric de Gran Bretaña, transmitida por Sindelen de Chile. (Vínculos pendientes con ACEC Bélgica) | Propia (con aplicación de normas CEI) |
| V | Producto Principal | Transformadores de distribución, hasta 1000 KVA de potencia; tensiones hasta 25 KV | Transformadores de distribución hasta 800 KVA de potencia, tensión hasta 25 KV. |
| VI | Políticas de Subcontratación | Fabricación de cubas y núcleo con una empresa asociada, sin problemas | Carece de subcontratistas |
| VII | Diversificación | Se fabrica también equipo estático de soldadura por arco; rango: 130 a 300 amperios; y reactancias para tubos fluorescentes | * |

ORGANIZACION DE LA PRODUCCION

II. Fabricación de Cables Conductores

| | | | |
|-----|------------------------------|---|--|
| I | Nombre | Cablebol S.A. | Plasmar S.A. |
| | Dirección | Av. América 2500 Cochabamba, Bolivia Telex: 6280 - CABLEBO BV | Av. 6 de Agosto 2845 Casilla No. 481F La Paz, Bolivia Telex: 2458 BV |
| | Fecha de Fundación | 1977 | 1964 |
| II | Capacidad | 950 toneladas | Conductores cobre: 4200 Tm/año Conductores aluminio: 1400Tm/año Conductores aislados (cobre): 1600 Tm/año |
| | Personal (No. de personas) | 37 | 96 |
| III | Formación de Capital | Nacional - Privado | Capital mixto |
| IV | Tecnología | South Wire Co. Carrlton, Georgia, USA | Storberg y Thyssen (Alemania) Sincro (Italia) - Trefilado Plasmar - Envoltura aislante PVC |
| V | Producto Principal | Conductores de aluminio para líneas aéreas (tipo ACSR) y aisladores para interiores | Conductores de cobre y aluminio para líneas aéreas y para interiores |
| VI | Políticas de Subcontratación | Dificultades por incumplimiento en plazos de entrega y pobre control de calidad | Carece de subcontratistas |
| VII | Diversificación | Cables de acero de alta resistencia Tubería plástica | Tubería plástica Cables para control y telefonía Cables multiconductores |

TABLA No. 5

(3 de 3)

ORGANIZACION DE LA PRODUCCION

III. Fabricación de Postes

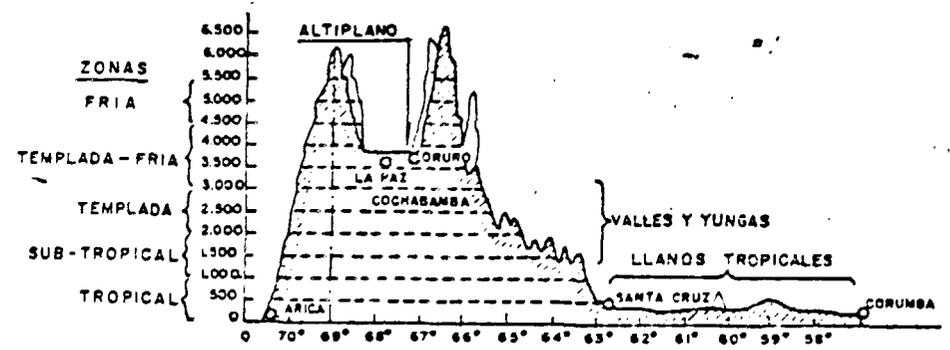
| | | | | |
|-----|------------------------------|--|---|--|
| I | Nombre | Matra S.A. | ICE - S.C.A.C. (Societat Privat Cemento Armatu Centrifugado) | Privat |
| | Dirección | Av. América 2500 Cochabamba, Bolivia | Km. 2.5 Carretera a Cochabamba-Santa Cruz, Bolivia | * |
| | Fecha de Fundación | 1973 | 1969 | 1977 |
| II | Capacidad | * | 50 postes diarios | * |
| | Personal (No. de personas) | 10 | 15 | 10 |
| III | Formación de Capital | Nacional - Privado | Capital nacional 1969-76 Capitales argentinos 1976-83 | Sociedad entre capitales nacionales y peruanos |
| IV | Tecnología | Koppers Co., USA | Pfeiffer Mashinenfabrik Ettlingen - Alemania | * |
| V | Producto Principal | Postes de madera tratada | Postes de concreto centrifugado | Postes de concreto |
| VI | Políticas de Subcontratación | Dificultades por incumplimiento de entregas y pobre control de calidad | ** | ** |
| VII | Diversificación | Crucetas de madera Estructuras de madera Muebles | ** | ** |

*Información no disponible.

**No opera en la fecha.

ANEXOS

PERFIL GEOGRAFICO DE BOLIVIA



DATOS DE POBLACION 1983

| <u>Departamento</u> | <u>Población</u> | <u>Departamento</u> | <u>Población</u> |
|------------------------------|------------------|---------------------|------------------|
| La Paz | 1.913.184 | Santa Cruz | 953.901 |
| Cochabamba | 908.674 | Tarija | 246.691 |
| Chuquisaca | 435.406 | Pando | 42.594 |
| Oruro | 385.171 | Beni | 217.703 |
| Potosí | 823.485 | | |
| <u>TOTAL PAIS: 5.926.809</u> | | | |

PLANTAS HIDROELECTRICAS EXISTENTES (SNI)

| NOMBRE Y EMPRESA | POTENCIA (MW) | | ENERGIA (GWh) | | AÑO DE PUESTA EN OPERACION |
|----------------------------------|---------------|--------------|----------------|----------------|-------------------------------|
| | INSTALADA | FIRME | MEDIA | FIRME | |
| 1. Corani + Santa Isabel ENDE | 108.0 | 105.2 | 463.8 | 394.4 | 1966 - 1973* |
| 2. Cascada del Zongo COBEE | 113.5 | 90.0 | 565.7 | 538.0 | 1929 - 1964 |
| 3. Río Miguillas COBEE | 22.5 | 19.1 | 120.0 | 118.0 | 1931 - 1955 |
| 4. Río Yura COMIBOL | 10.7 | 9.8 | 70.0 | 70.0 | 1937 - 1963 |
| 5. Pequeñas Oruro COMIBOL | 7.5 | 4.8 | 35.0 | 35.0 | 1920 - 1957 |
| 6. Pequeñas Cochabamba ELFEC | 5.8 | 2.0 | 9.0 | 9.0 | 1920 - 1958 |
| 7. Achachicala (La Paz) COBEE | 4.5 | 3.5 | 9.0 | 9.0 | 1919 |
| TOTAL | 272.5 | 234.3 | 1 272.5 | 1 151.4 | |

* Ampliaciones en 1980 y 1981

ANEXO 2b - 2

PRINCIPALES PLANTAS TERMoeLECTRICAS EXISTENTES

| Nombre | No.Unidades | Potencia Instalada (MW) | Potencia Efectiva (MW) | Año de puesta en servicio |
|----------------------------|-------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Huaracachi (Santa Cruz) | 5 | 114.0 | 87.5 | 1975-1983 |
| Aranjuez (Sucre) | 3 | 9.0 | 7.8 | 1974- |
| Aranjuez (Sucre) | 4 | 13.2 | 11.2 | 1977-1978 ⁺ |
| Karachipampa (Potosí) | 1 | 30.0 | 16.0 | 1982 |
| | Total | 166.2 | 122.9 | |

⁺Trasladadas de Huaracachi (Santa Cruz)

ESTRUCTURA DEL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA

| TIPO DE CONSUMIDOR | PARTICIPACION PORCENTUAL DEL CONSUMO PUBLICO | | | | 1978 - 82 |
|----------------------------|---|------|------|------|-----------|
| | 1973 | 1976 | 1979 | 1982 | |
| Alumbrado Público | 2.2 | 2.4 | 3.0 | 3.1 | 3 |
| Doméstico o Residencial | 28.6 | 28.4 | 29.1 | 30.5 | 29 |
| General* | 11.2 | 12.3 | 12.0 | 12.8 | 12 |
| Industria | 16.8 | 21.1 | 25.4 | 24.6 | 25 |
| Minería | 41.2 | 35.8 | 30.5 | 29.0 | 31 |

* Incluye pequeña industria.

ESTADISTICAS 1982 - DISTRIBUCION

| Empresa | Región | Compras Brutas (MWH) | Generación Propia (MWH) | Demanda Máxima (MW) | Vinculada al Sistema: |
|---------------|------------|-------------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------|
| BPC | La Paz | 9 168 | 515 580 | 114 | BPC - SNI |
| ELFEC | Cochabamba | 165 068 | 9 779 | 40 | ENDE - SNI |
| CRE | Santa Cruz | 244 778 | - | 52 | ENDE - SO |
| ELFEC | Oruro | 49 632 | - | 13 | BPC - SNI |
| SETAR | Tarija | 14 837 | - | 4.2 | ENDE - SST |
| CESSA | Chuquisaca | 43 144 | 1 841 | 10 | ENDE - SNI |
| SEPSA | Potosí | 19 439 | - | + | ENDE - SNI |
| COSERELEC (1) | Trinidad | 6 867 | - | 1.8 | ENDE - SSTD |
| CORELPAZ | Altiplano | 3 364 | - | 1.6 | BPC - SNI |
| CEY | Yungas | 1 326 | - | 0.5 | BPC - SNI |
| CORDEPANDO | Cobija | - | 1 207 | 0.4 | Aislado |

⁺Sin información

(1)Hoy Servicios Eléctricos de Trinidad, S.A.M. (SELTISAM)

PROYECTOS HIDROELECTRICOS IDENTIFICADOS

| <u>NOMBRE</u> | <u>RIO</u> | <u>TIPO</u> ^{1/} | <u>POTENCIA</u> (Hw) | <u>ENERGIA</u> (Gwh) | <u>ESTADO</u> ^{2/} ACTUAL |
|------------------------|------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| 1. San Jacinto | Tolomosa | E/I | 7 | 21 | D |
| 2. Sakhahuaya | Unduavi/Taquesi | E | 72 | 362 | D |
| 3. Icla | Pilcomayo | E/I | 90 | 365 | D |
| 4. Misicuni | Misicuni | E/I | 104 | 460 | D |
| 5. Rositas | Rio Grande | E/I | 400 | 2 060 | F |
| 6. Aguas Calientes I | Pilaya | E | 90 | 579 | F |
| 7. San José | Paracti | E | 150 | 840 | PF |
| 8. Palillada | Miguillas | E | 110 | 632 | PF |
| 9. Tirata | La Paz | E | 94 | 409 | P |
| 10. Lloja | La Paz | E | 130 | 583 | P |
| 11. Huara | La Paz | E | 100 | 380 | P |
| 12. Santa Rosa | Tamampaya | E | 23 | 105 | P |
| 13. Umabamba | Tamampaya | E | 37.5 | 160 | P |
| 14. Ilumaya | Tamampaya | E | 54 | 235 | P |
| 15. Imamblaya | Tamampaya | E | 80.8 | 455 | P |
| 16. Siete Lomas | Tamampaya | E | 242 | 1 039 | P |
| 17. Condor Cala | Miguillas | E | 75 | 350 | P |
| 18. Tangara | Miguillas | E | 108 | 725 | P |
| 19. Tiquimani | Coroico | E | 50 | 340 | P |
| 20. Pabellonani | Coroico | E | 50 | 337 | P |
| 21. Huancane | Coroico | E | 110 | 760 | P |
| 22. Challa | Coroico | E | 35 | 235 | P |
| 23. Choro | Coroico | E | 100 | 740 | P |
| 24. Sala | Beni | E | 1 508 | 10 600 | P |
| 25. Cachuela Esperanza | Beni | E | 10 | 40 | P |
| 26. Huaji | Zongo | E | 26 | 125 | P |
| 27. Pachalaca | Zongo | E | 14 | 67 | P |
| 28. Panda Azul | Paracti | E | 114 | 635 | P |
| 29. La Viña | Rio Grande | E | 70 | 247 | P |
| 30. Molineros | Rio Grande | E | 130 | 569 | P |
| 31. Pucara | Rio Grande | E | 182 | 797 | P |
| 32. Caine | Rio Grande | E | 162 | 1 254 | P |
| 33. Puente Arce | Rio Grande | E | 180 | 550 | P |
| 34. Charobamba | Rio Grande | E | 214 | 550 | P |
| 35. Seripona | Rio Grande | E | 420 | 1 700 | P |
| 36. Canahuecal | Rio Grande | E | 500 | 2 000 | P |
| 37. Las Juntas | Rio Grande | E | 172 | 1 350 | P |
| 38. La Higuera | Rio Grande | E | 320 | 1 340 | P |
| 39. Peña Blanca | Rio Grande | E | 520 | 2 490 | P |
| 40. La Pesca | Rio Grande | E | 740 | 3 030 | P |
| 41. Turuchipa | Pilcomayo | E | 66 | 286 | P |
| 42. San José | Pilcomayo | E | 280 | 1 226 | P |
| 43. Esperanza | Pilcomayo | E | 123 | 539 | P |
| 44. Santa Elena | Pilcomayo | E | 341 | 1 494 | P |
| 45. Machigua | Pilcomayo/Pilaya | E | 202 | 885 | P |
| 46. Yaquirenda | Pilcomayo | E | 255 | 1 116 | P |
| 47. Chorro | Pilcomayo | E | 244 | 1 070 | P |
| 48. Paichu | Pilcomayo | E | 204 | 1 019 | P |
| 49. Aguas Calientes II | Pilaya | E | 181 | 764 | P |
| 50. Arenales | Pilaya | E | 94 | 412 | P |
| 51. El Pescado | Pilaya | E | 202 | 885 | P |
| 52. Incahausi | Pilaya | E | 24 | | P |
| 53. Las Pay s | Bermejo | E, BN | 147/2 | 400/2 | PF |
| 54. Arrazayal | Bermejo | E, BN | 166/2 | 521/2 | P |
| 55. Desecno Chico | Bermejo | E, BN | 36/2 | 78/2 | P |
| 56. Cambari | Tarija | E | 136 | 613 | P |
| 57. Astilleros | Tarija | E, BN | 106/2 | 504/2 | P |
| 58. San Telmo | Tarija | E, BN | 68.5/2 | 275/2 | P |
| 59. Polvareda | Tarija | E, BN | 27/2 | 60/2 | P |
| 60. Juntas San Antonio | Bermejo-Tarija | E, BN | 43/2 | 165/2 | P |

1/ Tipo de Proyecto E = Energía; E/I = Energía e Irrigación; BN = Binacional

2/ Estado Actual del Proyecto; D = Diseño final; F = Factibilidad concluida; PF = Prefactibilidad concluida; P = Solo estudio Preliminar

PROYECTOS DE PLANTAS HIDROELECTRICAS

| PROYECTO | EMPRESA | CAPACIDAD (Mw) | ESTADO DEL PROYECTO | AÑO DE DIS- POSICION |
|----------------------------|------------------------|-------------------|------------------------------|-------------------------|
| Ampliación Santa Isabel | ENDE | 18 | Construcción | 1984 |
| Sakhahuaya | ENDE | 114 | Dis. Fin. | 1990 |
| Palillada | ENDE | 110 | Prefactibilidad concluida | 1993 |
| Molineros | ENDE | 79 | Prefactibilidad concluida | 1995 |
| San José 1a. etapa | ENDE | 80 | Factibilidad en curso | 1997 |
| San José 2a. etapa | ENDE | 40 | Factibilidad | 1999 |
| Cachuela Espe- ranza | ENDE | 20 | Factibilidad concluida | 1991 |
| Misicuni | Asociación Múltiple | 101.2 | Dis.Fin. | * |
| ICLA | Asociación Múltiple | 104.1 | Diseño de Licitación | * |

* Proyectos alternativos a ser implementados en función a decisiones de Gobierno y entidades de financiamiento.

PROYECTOS DE PLANTAS TERMoeLECTRICAS

| Proyecto | Empresa | Capacidad (MW) | Estado del Proyecto | Año de Disposición |
|---------------------------------------|-----------|-------------------|---------------------|--------------------|
| Varios + | Varias | 7.4 [*] | Variable | 1984-1988 |
| El Puente | F.Cemento | 10.0 | Dis. Fin. | 1988 |
| Turbinas para ciclo combinado (vapor) | ENDE | 40.0 | Dis. Fin. | 1989 |
| Varios ++ | Varias | 40.0 [*] | Identificación | 1989-1995 |

+ Incluye los proyectos de Amp.Villamontes (dual gas-diesel) y Trinidad (diesel) de ENDE con 5.5 MW totales.

++ Incluye el proyecto de Cobija (vapor) de ENDE con 2.0 MW.

* Son plantas generadoras gas-diesel o diesel de potencias instaladas menores a 5 MW.

PROYECTOS DE LINEAS DE TRANSMISION

| AÑO DE PUESTA EN SERVICIO | DENOMINACION | TENSION (KV) | LONGITUD (KM) | CONDUCTOR (ACSR) |
|------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------|---------------------|
| 1985 | Viacha - Corocoro | 69 | 60 | Partridge |
| 1985 | Villamontes-Sachapara | 69 | 47 | Penguin |
| 1986 | Telamayu-Chilcobija | 69 | 59 | Partridge |
| 1987 | Sta. Isabel-San José | 115 | 9 | Ibis |
| 1987 | San José-Huaracachi | 230 | 333 | Rail |
| 1990 | Chuquiaguillo-Senkata | 115 | 29 | Ibis |
| 1991 | Cachuela Esperanza-Riberalta | 69 | 115 | Partridge |
| 1993 | Catavi-Sevaruyo | 69 | 126 | Partridge |
| 1994 | Molineros-Vinto | 230 | 60 | Rail |
| | ICLA-Ocuro | 230 | 130* | Rail |
| | Misicuni-Valle Hermoso | 115 | 30* | Ibis |

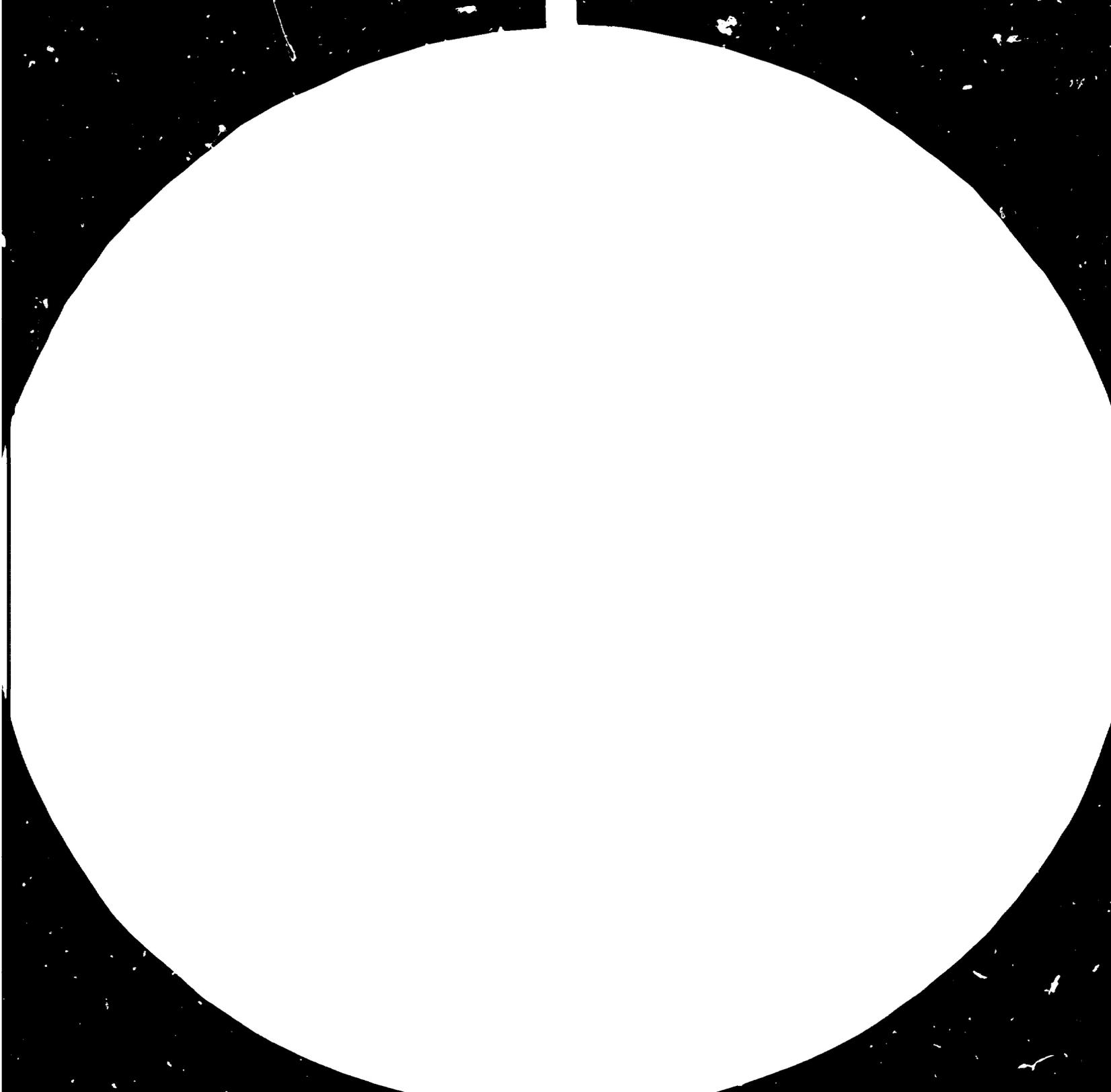
x
proyectos alternativos

PROYECTOS DE SUBESTACIONES
(Generación y Transmisión)

| AÑO DE PUESTA EN SERVICIO | SUBESTACION | LOCALIZACION | VOLTAJE (KV) | POTENCIA (MVA) |
|------------------------------|------------------------|----------------|-----------------|-------------------|
| 1984 | Y.P.F.B. | Cochabamba | 115 | 15 |
| 1984 | Viacha | La Paz | 69 | - |
| 1984 | Corocoro | La Paz | 69 | 5 |
| 1986 | Vinto | Oruro | 115 | 25 |
| 1986 | Alalay | Cochabamba | 115 | 25 |
| 1986 | Urbano Sur | Santa Cruz | 69 | 25 |
| 1986 | Telamayu | Potosí | 115 | - |
| 1986 | Potosí | Potosí | 115 | - |
| 1986 | Tatasi y Chilcobija | Potosí | 69 | 12 |
| 1987 | San José | Cochabamba | 230 | 75 |
| 1987 | Santa Isabel | Cochabamba | 115 | - |
| 1987 | Huaracachi | Santa Cruz | 230 | 75 |
| 1989 | Huaracachi | Santa Cruz | 69 | 40 |
| 1990 | Sakahuaya | La Paz | 115 | 90 |
| 1990 | Senkata | La Paz | 115 | - |
| 1991 | Varios | La Paz | 69 | 25 |
| 1992 | Varios | Potosí y Sucre | 115 -69 | 25 |
| 1993 | Palillada | La Paz | 115 | 120 |
| 1993 | Vinto | Oruro | 230 | 80 |
| 1993 | Senkata | La Paz | 230 | 80 |
| 1994 | Urbana I | Santa Cruz | 69 | 25 |
| 1995 | Molineros | Oruro | 115 | 100 |
| 1997 | San José I | Cochabamba | 115 | 80 |
| 1999 | San José II | Cochabamba | 115 | 40 |
| | Misicuni | Cochabamba | 115 | 125* |
| | ICLA | Sucre | 230 | 125* |

* Proyectos alternativos

84.08.23
7500





1.8

2.5

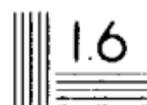
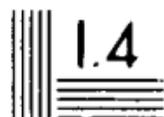
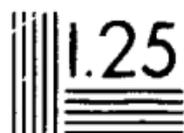
2.8

2.2

3.2



4.0



Resolution test charts are available from the following sources:

1. National Bureau of Standards, NBS 1963-10, 4800
Lees Ferry Road, Gaithersburg, MD 20878

2. National Bureau of Standards, NBS 1963-10, 4800
Lees Ferry Road, Gaithersburg, MD 20878

3. National Bureau of Standards, NBS 1963-10, 4800
Lees Ferry Road, Gaithersburg, MD 20878

ANEXO 2d - 5

(1 de 2)

PROYECTOS DE SUBESTACIONES FUTURAS

DISTRIBUCION

| Año de puesta en servicio | Empresa | Localización | Voltajes (KV) | Potencia (MVA) |
|------------------------------|----------|--------------|------------------|-------------------|
| 1985 | COBEE | La Paz | 69/6.9 | 10 |
| 1987 | COBEE | La Paz | 69/13.8 | 15 |
| 1987 | ELFEC | Cochabamba | 115/24.9 | 15 |
| 1987 | ENDE | Sachapera | 69/24.9 | 10 |
| 1987 | ENDE | Villamontes | 2.5/69 | 5 |
| 1987 | ENDE | Cobija | 0.4/24.9 | 2 |
| 1990 | COBEE | La Paz | 69/6.9 | 10 |
| 1990 | CRE | Santa Cruz | 69/10 | 15 |
| 1990 | ELFEC | Paracaya | 69/24.9 | 15 |
| 1990 | CORELPAZ | Achacachi | 69/24.9 | 2.5 |
| 1991 | ENDE | Riberalta | 69/24.9 | 10 |
| 1991 | ENDE | C.Esperanza | 2.5/69 | 20 |
| 1992 | COBEE | La Paz | 69/13.8 | 25 |
| 1992 | CRE | Santa Cruz | 69/24.9 | 15 |
| 1992 | CEY | Caranavi | 69/24.9 | 15 |
| 1992 | ENDE | Guayarameril | 69/24.9 | 10 |

ANEXO 2a - 5
(2 de 2)

PROYECTOS DE LINEAS DE DISTRIBUCION

| AÑO DE PUESTA EN SERVICIO | EMPRESA | LOCALIZACION | VOLTAJE (KV) | LONGITUD (KM) | CONDUCTOR (ACSR) |
|------------------------------|------------|-----------------|-----------------|------------------|---------------------|
| 1985 | COBEE | La Paz | 6.9 | 40 | Penguin |
| 1985 | ELFEC | Cochabamba | 10.0 | 3 | Partridge |
| 1986 | ENDE | Tatasi-Tupiza | 24.9 | 60 | Penguin |
| 1986 | COBEE | La Paz | 6.9 | 60 | Penguin |
| 1987 | ENDE | Trinidad | 24.9 | 12 | Partridge |
| 1987 | CRE | Santa Cruz | 10.0 | 8 | Partridge |
| 1987 | COBEE | La Paz | 13.8 | 20 | Partridge |
| 1987 | Varias | Rural Elec. | 24.9 | 332 | Raven |
| 1988 | Cordepando | Cobija-Forvenir | 24.9 | 35 | Quail |
| 1988 | ELFEC | Chapare | 34.5 | 120 | Penguin |
| 1989 | Varias | Rural Elec. | 24.9 | 511 | Raven |
| 1990 | COBEE | La Paz | 6.9 | 60 | Merlin |
| 1990 | COBEE | La Paz | 13.8 | 60 | Partridge |
| 1990 | CRE | Santa Cruz | 10.0 | 5 | Merlin |
| 1991 | Varias | Rural Elec. | 24.9 | 769 | Raven |
| 1991 | ELFEC | Cochabamba | 24.9 | 12 | Partridge |

CRECIMIENTO DEL CONSUMO DE ELECTRICIDAD EN BOLIVIA

CRECIMIENTO TOTAL

| | | | |
|---------|-----------|---|-------------------------|
| Periodo | 1950-1966 | : | 4.2 % anual acumulativo |
| Periodo | 1966-1982 | : | 7.0 % anual acumulativo |

CONSUMO PER CAPITA

(kwh por habitante y por año)

| <u>1950</u> | <u>1960</u> | <u>1970</u> | <u>1982</u> |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 87 | 115 | 159 | 252 |

CRECIMIENTO DEL CONSUMO DE ELECTRICIDAD 1970-1982

(Tasa de crecimiento promedio anual %)

| | <u>Consumo</u> | <u>Nº de Abonados</u> |
|------------------|----------------|-----------------------|
| CRE-Santa Cruz | 27.7 | 16.2 |
| ELFEC-Cochabamba | 11.2 | 10.0 |
| CESSA-Sucre | 13.1 | 8.2 |
| SETAR-Tarija | 12.6 | 9.4 |
| SEPSA-Potosí | 7.2 | 7.6 |
| ELFEO-Oruro | 5.1 | 4.5 |
| COBEE-La Paz | 4.0 | 4.7 |

NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS REGISTRADOS EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION POR DEPARTAMENTOS
(1978)

| DEPARTAMENTOS | ESTABLECIMIENTOS REGISTRADOS | ESTABLECIMIENTOS QUE INFORMARON AL INE | | ESTABLECIMIENTOS QUE CERRARON ACTIVIDADES | ESTABLECIMIENTOS CERRADOS |
|-----------------|---------------------------------|---|---------------|---|------------------------------|
| | | CON ACTIVIDAD | SIN ACTIVIDAD | | |
| TOTAL REPUBLICA | <u>657</u> | <u>191</u> | <u>37</u> | <u>11</u> | <u>418</u> |
| La Paz | 342 | 109 | 30 | 11 | 192 |
| Santa Cruz | 136 | 20 | -- | -- | 116 |
| Cochabamba | 99 | 24 | 3 | -- | 72 |
| Oruro | 35 | 15 | -- | -- | 20 |
| Potosí | 12 | 4 | 1 | -- | 7 |
| Chuquisaca | 10 | 8 | -- | -- | 2 |
| Tarija | 12 | 6 | 3 | -- | 3 |
| Beni | 9 | 3 | -- | -- | 6 |
| Pando | 2 | 2 | -- | -- | -- |

=====

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA

CLASIFICACION DE LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS POR DEPARTAMENTOS, SEGUN CATEGORIAS (1978)

1/

(MILES DE \$)M

| DEPARTAMENTOS | ESTABLECI- MIENTOS IN FORMANTES | TOTAL CAPITAL | 10 CATEGORIA 2.000.001 y más | | 20 CATEGORIA 1.000.001 - 2.000.000 | | 30 CATEGORIA 500.001 - 1.000.000 | | 40 CATEGORIA 0 - 500.000 | |
|-----------------|---------------------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------|---------------------------------------|---------------|---------------------------------------|---------------|---------------------------------------|--------------|
| | | | ESTABLECI- MIENTOS IN FORMANTES | CAPITAL | ESTABLECI- MIENTOS IN FORMANTES | CAPITAL | ESTABLECI- MIENTOS IN FORMANTES | CAPITAL | ESTABLECI- MIENTOS IN FORMANTES | CAPITAL |
| TOTAL REPUBLICA | <u>191</u> | <u>739.632</u> | <u>47</u> | <u>645.589</u> | <u>43</u> | <u>51.284</u> | <u>62</u> | <u>34.265</u> | <u>39</u> | <u>8.494</u> |
| La Paz | 109 | 647.109 | 30 | 598.724 | 19 | 23.500 | 38 | 19.504 | 22 | 5.381 |
| Santa Cruz | 20 | 33.288 | 9 | 27.913 | 1 | 1.154 | 7 | 3.787 | 3 | 428 |
| Cochabamba | 24 | 28.637 | 4 | 12.622 | 10 | 10.819 | 7 | 4.933 | 3 | 264 |
| Oruro | 15 | 15.351 | 1 | 2.185 | 8 | 10.113 | 5 | 2.841 | 1 | 213 |
| Potosí | 4 | 832 | 1 | n.d. | -- | -- | 1 | 746 | 2 | 86 |
| Chuquisaca | 8 | 5.402 | -- | -- | 3 | 3.544 | 2 | 1.359 | 3 | 500 |
| Tarija | 6 | 4.693 | 1 | 2.100 | 1 | 1.070 | 1 | 547 | 3 | 975 |
| Beni | 3 | 3.673 | 1 | 2.040 | 1 | 1.084 | 1 | 548 | -- | -- |
| Pando | 2 | 647 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 2 | 647 |

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA

1/ Clasificación de acuerdo al monto de capital

* Equivalencia a 1978 : 1 \$US = 20 \$.

PEQUEÑAS PLANTAS HIDROELECTRICAS
Clasificación Abreviada

| <u>Rango (KW)</u> | <u>Cantidad</u> | <u>Capacidad Promedio (KW)</u> | <u>Capacidad Total (KW)</u> |
|-----------------------|-----------------|--|-------------------------------------|
| 0 - 100 | 7 | 76 | 530 |
| 101 - 500 | 22 | 301 | 6620 |
| 501 - 1000 | 8 | 715 | 5720 |
| 1001 - 2000 | 13 | 1530 | 19890 |
| 2001 - 5000 | 15 | 1858 | 42870 |
| Total | 65 | 1164 | 75630 |

Fuente: Report on Bolivian Hydropower Winning in Small Hydroelectric Plants. ENDE, 1979.

