

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**ALTERNATIVA PARA UN PLAN NACIONAL
DE ELECTRIFICACION**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR:

Oscar Pacheco Cueva

Promoción 1978-I

LIMA-PERÚ

1987

A MIS PADRES :

Marcelina Lueva Alvarado

Leodosio Pacheco Cárdenas

A MIS HERMANOS Y SOBRINAS :

Emilio, Ernesto, Walter,

Ana y Karina

A JUANITA

AGRADECIMIENTOS

A la familia Chana Dominguez por el apoyo y estímulo recibidos

Al Ing. Iván Pacheco Aparicio, iniciador y conductor del Programa de Electrificación Rural a Nivel Nacional desde su concepción con el "Diagnóstico de Generación y Distribución a Nivel Nacional" hasta su ejecución en la ex-Gerencia de Electrificación, por permitirme colaborar con él en lo que fue el mayor esfuerzo nunca antes emprendido por impulsar el desarrollo de la Electrificación Rural en el País.

A mis amigos Ings. Adrián Jimenez, Víctor Quinto, Armando Flores, Julio Castillo con los que tuve la suerte de trabajar desde que ingrese a ELECTROPERU con el "Diagnostico" ya citado; por su espíritu de camaradería y colaboración desinteresada.

A la Oficina de Estudios Tarifarios por el apoyo y las facilidades brindadas para la elaboración del presente trabajo.

INDICE

INTRODUCCION

CAPITULO I : GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

1.2 Alcances

CAPITULO II : DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL

2.1 Introducción

2.2 Organización Actual

2.2.1 Objetivos

2.2.2 Estructura Orgánica

2.2.3 Funciones Principales

2.2.4 Principales Vínculos Internos y Externos

2.3 Tratamiento de la Información

2.3.1 Información Estadística de Generación y Facturación

2.3.2 Información Estadística de Población y Vivienda

2.3.3 Instalaciones Existentes

2.3.4 Recursos Hídricos

2.3.5 Información Socio-Económica

2.4 Formulación de Proyectos

2.4.1 Convenios Internacionales

2.4.1.1 Convenio con el Reino Unido

2.4.1.2 Convenio con la A.I.D.

2.4.1.3 Convenio R.F.A.

2.4.2 Convenios con Corporaciones de Desarrollo

2.4.3 Unidades de Proyectos de Electrificación

2.4.4 Empresas Regionales

2.4.5 Unidad de Planificación y Programación

2.5 Principales Metodologías

- 2.5.1 Proyección de la Demanda
- 2.5.2 Priorización de proyectos

CAPITULO III : SISTEMA PROPUESTO

- 3.1 Organización
- 3.2 Sistema de Información
- 3.3 Código Unico
 - 3.3.1 Necesidad del Código Unico
 - 3.3.2 Definición
 - 3.3.2.1 Estructura
 - 3.3.2.2 Implementación

CAPITULO IV : INFORMACION BASICA

- 4.1 Estadística de Operación de los Servicios Eléctricos Existentes
 - 4.1.1 Usuarios y Energía Facturada
 - 4.1.2 Energía Generada
 - 4.1.3 Centrales de Generación
- 4.2 Censos Nacionales de Población y Vivienda
- 4.3 Instalaciones Existentes
- 4.4 Información Socio-Económica

CAPITULO V : METODOLOGIAS Y PROCEDIMIENTOS REQUERIDOS

- 5.1 Pronóstico de la Demanda
 - 5.1.1 Introducción
 - 5.1.2 Consumo de Energía en el Sector Doméstico
 - 5.1.3 Consumo de Energía en el Sector Comercial
 - 5.1.4 Consumo de Energía en el Sector Industrial
 - 5.1.5 Consumo de Energía en el Sector Alumbrado Público
 - 5.1.6 Consumo de Energía en el Sector Uso General
 - 5.1.7 Consumo de Energía en Cargas Especiales

- 5.1.8 Energía Facturada
- 5.1.9 Energía a distribuir
- 5.1.10 Pérdidas
- 5.1.11 Energía Generada
- 5.1.12 Máxima Demanda de la Localidad
 - 5.1.12.1 Horas de Utilización
 - 5.1.12.2 Incremento de Horas de Utilización
 - 5.1.12.3 Máxima Demanda
- 5.2 Pequeños Sistemas Eléctricos
 - 5.2.1 Cálculo de Líneas de Subtransmisión
 - 5.2.2 Cálculo del costo por localidad
- 5.3 Priorización de Proyectos
 - 5.3.1 Indicadores para Priorización de Proyectos
 - 5.3.1.1 Demanda Eléctrica
 - 5.3.1.2 Utilización de Fuente de Energía
 - 5.3.1.3 Estado Actual del Proyecto
 - 5.3.1.4 Infraestructura Eléctrica
 - 5.3.1.5 Avance Físico
 - 5.3.1.6 Financiamiento
 - 5.3.1.7 Inversión Comprometida
 - 5.3.1.8 Inversión por Abonado
 - 5.3.1.9 Sustitución de Energía Térmica por Hidráulica
 - 5.3.1.10 Población Beneficiada
 - 5.3.1.11 Ubicación Geográfica
 - 5.3.1.12 Infraestructura Existente de Transportes y Servicios
 - 5.3.1.13 Tasa de Crecimiento Poblacional
 - 5.3.1.14 Prioridad Regional
 - 5.3.1.15 Nivel de Organizaciones Comunes

5.3.2 Determinación de La Prioridad Regional

5.3.2.1 Parámetros e Indicadores

5.3.2.2 Procedimiento de cálculo

CAPITULO VI : INVERSIONES

6.1 Fuentes de Financiamiento

6.1.1 Decreto Legislativo Num.163

6.1.2 Fondo de Ampliaciones

6.1.3 Corporaciones de Desarrollo

6.1.4 Banco de la Vivienda del Perú

6.1.5 Convenios Internacionales

6.1.5.1 Convenio A.I.D.

6.1.5.2 Convenio Reino Unido

6.1.5.3 Convenio R.F.A.

6.2 Programación de Inversiones

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

RELACION DE LAMINAS Y FIGURAS

RELACION DE CUADROS

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

El presente trabajo es una propuesta de implementación para la elaboración de un Plan Nacional de Electrificación Rural, incidiendo en el ordenamiento sistémico del mismo.

Este planteamiento es fruto de la experiencia y conocimientos adquiridos por el suscrito desde que en 1978 ELECTROPERU realizó el primer Diagnóstico de Generación y Distribución a Nivel Nacional; hasta la formulación del primer Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica en 1983 y su posterior actualización en 1985.

A modo de situar el contexto del tema se presentan los antecedentes con los sucesivos intentos de planificación de la electrificación rural en el País. A continuación se ha elaborado un Diagnóstico de la situación actual a fin de identificar los problemas existentes y visualizar sus posibles soluciones, para posteriormente plantear un Sistema de Información que a nuestro juicio responde a las necesidades expuestas y facilita futuras optimizaciones. Con él se presentan las metodologías y procedimientos más importantes y que en cierta medida se aplican actualmente. Finalmente, para completar el esquema planteado, se describe la secuencia a seguir en la determinación del Programa de Inversiones.

La presente Tesis consta de las siguientes partes :

- El Capítulo I presenta los antecedentes y alcances del Tema; así como el enfoque de sistemas del problema como una herramienta indispensable.

- El Capítulo II muestra a manera de diagnóstico, el análisis de la situación actual, incidiendo en el tratamiento de la información, la formulación de proyectos y las principales metodologías usadas.
 - El Capítulo III presenta el Sistema propuesto para el desarrollo del Plan con la Organización y la secuencia a seguir incluyendo los requerimientos informáticos y computacionales tanto en el procesamiento de la información, como en el desarrollo de las metodologías y procedimientos requeridos; los mismos que se presentan ampliamente en los capítulos siguientes.
 - El Capítulo IV contiene una descripción de la información básica a procesar y sus requerimientos computacionales, parte de los cuales ya se encuentran implementados.
 - El Capítulo V presenta las principales metodologías a usar, con una descripción de sus características más importantes.
 - El Capítulo VI muestra la secuencia para la determinación del Programa de Inversiones resultante.
- Por último se incluyen las conclusiones, recomendaciones y diagramas respectivos.

EXTRACTO DEL ESTUDIO

TITULO : ALTERNATIVA PARA UN PLAN NACIONAL DE
ELECTRIFICACION RURAL

AUTOR : OSCAR PACHECO CUEVA

GRADO : Para optar el título de competencia profesional
de Ingeniero Electricista
Programa Académico de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
de la Universidad Nacional de Ingeniería.
Lima, Abril de 1987

CONTENIDO

El presente trabajo plantea un ordenamiento sistémico para el desarrollo planificado de la Electrificación Rural en el País.

Para ello se ha elaborado un Diagnóstico de la Situación Actual a fin de identificar los problemas existentes, y plantear las posibles soluciones. Se ha hecho el análisis desde el punto de vista de la Organización y las vinculaciones del Organismo responsable de la planificación de la Electrificación Rural en el país, el tratamiento de la información; la secuencia en la formulación de proyectos y las metodologías usadas mas importantes.

En función al Diagnóstico se plantea el Sistema de Información y las principales metodologías y procedimientos requeridos, incidiéndose en la descripción del Código Unico requerido, la sistematización de la información, la metodología del Pronóstico de la Demanda, el cálculo de equipamiento y

costos de los Pequeños Sistemas Eléctricos y la Priorización de Proyectos; para finalmente describir la secuencia para la determinación del Programa de Inversiones a corto y mediano plazo.

Cabe anotar que dado que el sistema propuesto se encuentra parcialmente implementado, se presentan salidas del mismo que ilustran su viabilidad.

CAPITULO 1

GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

En 1978 ELECTROPERU elaboró el primer Diagnóstico de Generación y Distribución de Energía Eléctrica a Nivel Nacional, con el objeto de :

- a) Determinar las necesidades urgentes de generación para optimizar los centros de generación existentes.
- b) Determinar las necesidades de generación en aquellas localidades que aun no cuentan con servicio eléctrico.
- c) Elaborar una relación de líneas de sub-transmisión y Distribución Primaria y Secundaria con el objeto de instalar nuevos servicios, mejorar el servicio existente ó ampliar el mismo.

Se debería estudiar también la posibilidad de contar con medianas Centrales Eléctricas ubicadas geográficamente de manera tal que permitan abastecer energía mediante líneas de Subtransmisión para lograr una mayor eficiencia y menor costo en el servicio.

De este diagnóstico se excluyó a las ciudades de Lima, Callao, Arequipa, Ica, Huancayo, Chimbote, Pativilca, Barranca, Supe, Piura, Sullana y Catacaos, a cargo de Empresas Concesionarias.

El estudio permitió conocer por primera vez y a Nivel Nacional, las necesidades de potencia y energía, el balance oferta-demanda, así como la inversión necesaria para el

mejoramiento o implementación de nuevos servicios de centros poblados con mas de 500 habitantes.

Posteriormente, en 1981, se actualizó el Diagnóstico incluyendo esta vez a centros poblados con mas de 300 habitantes.

En 1982 se promulga la Ley General de Electricidad N.23406, que entre otras disposiciones establece que el desarrollo eléctrico nacional debe implementarse planificadamente, y que para el caso de localidades aisladas y Pequeños Sistemas Eléctricos, se deberá elaborar un Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica, el cual debe constituir una actividad permanente destinada a priorizar la aplicación de los recursos disponibles para extender progresivamente a todo el País la prestación del Servicio Público de Electricidad. Establece también que la Dirección General de Electricidad deberá definir los criterios de priorización y aprobar el referido plan; ELECTROPERU es el encargado de formularlo, mantenerlo actualizado y controlar su ejecución.

Posteriormente el Reglamento de la referida Ley, entre otras disposiciones, establece que el Programa Anual de Electrificación Provincial Distrital y Rural, que es la etapa de corto plazo del plan, será definido y ejecutado directamente por ELECTROPERU o por delegación suya por las Empresas Regionales y aprobado por el Ministerio de Energía y Minas.

El reglamento también establece que a partir de 1984 deberá destinarse como mínimo el 50% de lo que ELECTROPERU capta por concepto del D.L.163 para implementar el Programa

Anual de Electrificación Provincial, Distrital y Rural.

El referido Decreto Legislativo N.163 y su modificación establece un tributo a los usuarios del 10% para consumos de hasta 150 kwh/mes y 25% para consumos mayores.

ELECTROPERU, a fin de adecuarse a los requerimientos planteados en materia de electrificación rural, crea la Gerencia de Electrificación Provincial Distrital y Rural encargada principalmente de administrar los recursos provenientes del D.L.163 formulando y ejecutando el Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica.

La Gerencia de Electrificación elabora su Programa Anual de Inversiones 1981-1982 en base a los resultados del Diagnóstico de Generación y Distribución ya mencionado, e implementa Unidades de Proyectos de Electrificación (UPE's) cuya área de influencia comprende regiones en todos los Departamentos a Nivel Nacional. Las UPE's dependen operativa y administrativamente en forma directa de la Gerencia de Electrificación en Lima, con la consiguiente fluidéz operativa y rapidéz en la toma de decisiones.

En 1983 se elabora el primer Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica que, dada la estrechez del tiempo asignado, sólo fué la presentación de los proyectos que en esos momentos se conocían es decir, constituía un planteamiento de necesidades.

En 1985, ya con la experiencia de la versión inicial, se incluye una proyección de los recursos provenientes del D.L.163, Convenios Internacionales, Corporaciones de Desarrollo, etc.; lo cual junto con la aplicación de la

necesaria metodología de priorización permitió establecer un Programa de Inversiones y con éllo de la ejecución de los proyectos presentados.

Sin embargo, existen vacíos, omisiones y un cierto desorden que el presente trabajo trata de subsanar planteando las acciones necesarias, principalmente para continuar con el ordenamiento "sistémico" que si tuvo el Diagnóstico de 1981.

1.2 Alcances

El presente trabajo abarca la formulación, evaluación, priorización y programación de proyectos en el marco de un Plan Nacional de Electrificación Rural; incidiendo en el ordenamiento sistémico del mismo.

No se consideran las capitales de Departamento ni las grandes cargas incluidas ya en el Plan Maestro de Electricidad y que implican niveles de tensión a partir de 60 KV.

1.3 Enfoque Sistémico

Al respecto debemos citar lo expuesto en el II Encuentro Nacional de Sistemas Computación e Informática organizado por el Capítulo de Ingenieros Industriales del Colegio de Ingenieros del Perú, así como otras conferencias sobre el tema.

El enfoque de sistemas permite visualizar los elementos que conforman las partes en estudio, la forma como éstas interactúan y el efecto o comportamiento total que generan. Como se puede observar, se supera el método común de análisis parcial o individual.

Cabe precisar tres aspectos fundamentales y que usaremos constantemente; nos referimos a los conceptos de Computación, Informática y Sistemas.

Computación: es el estudio del equipamiento ("hardware") y la programación ("software") de computadoras; es decir el estudio de los componentes físicos y de aquellas instrucciones que controlan a dichos componentes en un computador. Que ha generado, con el desarrollo habido en los últimos años lo que se denomina las Ciencias de la Computación.

Informática: se ocupa del estudio y tratamiento de la información entendiéndose por tal a lo que es el dato más su significado. Es decir se ocupa de como ésta es manipulada, transmitida, clasificada, almacenada y mostrada a través de procedimientos manuales o mediante el uso de computadoras.

En este sentido se ha desarrollado lo que se conoce como Teoría de la Información, los llamados Sistemas de Ayuda a la Toma de Decisiones (Decision Support Systems), etc.

Sistemas: es una perspectiva que nos propone la observación a través de totalidades considerando las interrelaciones existentes entre los componentes de dichas totalidades y su relación con lo exterior a las mismas.

Es probable que el enfoque de sistemas haya sido empleado desde mucho tiempo atrás en forma intuitiva, pero miembros connotados de esta revolución intelectual sindicaron al biólogo Ludwing Von Bertalanffy como el padre e iniciador; quien preocupado en su tiempo por el enfoque reduccionista-

mecanicista de la ciencia para explicar los fenómenos biológicos, planteó ver las cosas como totalidades no cerradas en sí mismas sino como entes en estrecha relación con su entorno; presentando el todo propiedades que las partes no poseen, aspecto en que la ciencia no había reparado y que viene a ser la distinción principal entre ambos enfoques.

Bertalanffy escribió su obra "La Teoría General de Sistemas" la que reúne una serie de artículos que propugnan por una teoría transparente y aplicable a todos los campos del saber del hombre. Actualmente se puede afirmar que la perspectiva de sistemas es aplicable a todas y cada una de las disciplinas que el hombre ha creado y diseñado con fines de estudio y comprensión del mundo real. Este trabajo es una aplicación en el campo de la Ingeniería Eléctrica.

CAPITULO II

DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL

2.1 Introducción

Como mencionáramos anteriormente, han pasado casi diez años desde que en ELECTROPERU se planteara en forma organizada y a Nivel Nacional la idea de planificar el desarrollo de la electrificación rural en el País; para luego con la creación de la Gerencia de Electrificación Provincial Distrital y Rural y los recursos económicos financieros asignados, evidenciar, el mayor esfuerzo histórico por impulsar su desarrollo.

Actualmente lo que fue la Gerencia de Electrificación ha devenido en lo que es hoy la Sub-Gerencia de Electrificación, órgano dependiente de la Gerencia de Obras, es decir un ente de menor jerarquía; así mismo las Unidades de Proyectos de Electrificación se están anexando gradualmente a las respectivas Empresas Regionales (Empresas concesionarias a cargo del servicio público de electricidad, organizadas como ELECTROPERU S.A. en la idea de "descentralizar"); en lo que constituye a nuestro juicio un retroceso y una pérdida lamentable de tiempo y recursos siempre escasos para una actividad no rentable económicamente, pero sí satisfactoria socialmente al mejorar las condiciones de vida de nuestras poblaciones rurales y propiciar su desarrollo.

El estudio se ha dividido en cuatro aspectos :

- La organización y vinculaciones del Órgano responsable de la planificación de la electrificación rural en el

País

- El tratamiento actual de la información.
- La secuencia de formulación de proyectos y;
- Las características metodológicas más importantes tales como la de Estudios de Demanda y la de Priorización de proyectos.

2.2 Organización Actual

Partiremos desde la organización global del Subsector que incluye principalmente a la Dirección General de Electricidad, ELECTROPERU, y las Empresas Regionales; para lo cual nos referiremos a la Ley General de Electricidad que en su Título III, De la Estructura del Subsector Electricidad dice :

"Artículo 18 .- La Dirección General de Electricidad es el órgano técnico normativo del Ministerio de Energía y Minas, encargado de: normar y fiscalizar las actividades relativas a la generación, transmisión, interconexión, distribución, comercialización y utilización de la energía eléctrica

Artículo 20 .- La Empresa Electricidad del Perú -ELECTROPERU- es la entidad responsable, en representación del Estado, de la actividad empresarial para el servicio público de electricidad. Para tal fin, como empresa matriz, ejercerá la supervisión y coordinación de sus empresas, realizará directamente el planeamiento eléctrico a nivel nacional; la gestión financiera global para el servicio público de electricidad; la promoción de investigación tecnológica aplicable; la normalización sobre el uso de equipos y materiales para sus actividades y la coordinación con la

industria manufacturera nacional. Así mismo realizará, directamente o mediante sus empresas subsidiarias o filiales, la ejecución de los proyectos de carácter multiregional, la generación, transmisión y la comercialización de energía en bloque y la operación de los sistemas de interconexión que vinculen sistemas regionales. Todas las actividades del servicio público de electricidad de ámbito regional las realizará a través de sus empresas regionales filiales.

Artículo 22.- Las empresas regionales del servicio público de electricidad están encargadas de todas las actividades destinadas a la prestación del servicio público de electricidad, dentro del área de responsabilidad que le sea asignada por el Ministerio de Energía y Minas, incluyendo la ejecución de proyectos eléctricos de generación destinados a ser utilizados principalmente dentro de su propia área de responsabilidad. En estas empresas el Estado a través de sus empresas y las Corporaciones de Desarrollo que así lo acordaran, tendrán por lo menos 90% del capital social y ELECTROPERU una mayoría absoluta."

Los gráficos N.1 y N.1-A muestran la organización actual de ELECTROPERU, su Gerencia de Obras y la Subgerencia de Electrificación. A modo de comparación el gráfico N.1-B muestra el Organigrama General de ELECTROPERU cuando existía la Gerencia de Electrificación en Setiembre de 1982.

2.2.1.- Objetivos

La Sub-Gerencia de Electrificación es el órgano ejecutivo de la empresa, encargada de dirigir, planificar, promover, programar y controlar la ejecución de estudios y obras sobre sistemas de generación, subtransmisión y distribución, para implementar el Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica.

2.2.2 Estructura Orgánica

La Subgerencia de Electrificación depende jerárquicamente de la Gerencia de Obras y cuenta con los siguientes órganos:

De Dirección:

- Sub-Gerencia

De Asesoramiento:

- Asesoría y Coordinación
- Oficina de Informática

De Apoyo:

- Secretaría
- Oficina de Suministros
- Oficina de Apoyo Administrativo
- Unidad de Control y Evaluación de Gestión

Operativos:

- Unidad de Planificación y Programación
- Unidad de Proyectos Especiales y Convenios

2.2.3 Funciones Principales

- Ejecutar el planeamiento y priorización de estudios y obras de electrificación rural, la formulación del Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica y la

- ejecución del Programa Anual de Electrificación Provincial Distrital y Rural, de acuerdo a los planes y programas de desarrollo microrregional y rural que formule el Gobierno Central. Asegurar la necesaria articulación con el Plan Maestro de electricidad y los planes de desarrollo eléctrico de las Empresas Regionales de Servicio Público de Electricidad.
- Participar en las gestiones de financiamiento de los proyectos de responsabilidad de la Subgerencia.
 - Conducir el sistema de programación, evaluación y control de gestión concerniente al Programa Anual de Electrificación; conducir la formulación del presupuesto anual de proyectos de inversión y gastos administrativos de la Subgerencia y gestionar su aprobación.
 - Administrar Convenios de cooperación y ejecutar proyectos especiales que por su naturaleza constituyen responsabilidad de la Subgerencia.
 - Controlar y supervisar la implementación del Programa Anual de Electrificación, de acuerdo a Ordenes Internas y dispositivos legales vigentes.
 - Proponer al Comité de Normalización, Proyectos de Normas Técnicas y procedimientos sobre elaboración de estudios, diseños, ejecución de obras y estandarización de materiales y equipos electromecánicos, destinados a proyectos de electrificación rural; asegurar la difusión de normas y controlar su aplicación.
 - Formular y ejecutar estudios hidrológicos para el

desarrollo de las pequeñas centrales hidroeléctricas y la elaboración de diseños típicos normalizados aplicables a la electrificación rural.

- Gestionar la adquisición de materiales y equipos electromecánicos destinados a obras del programa de electrificación; ejecutar el control de calidad correspondiente; coordinar y asegurar la entrega oportuna de los mismos en el lugar de ejecución de la obra.
- Asesorar y apoyar a las Empresas Regionales del Servicio Público de Electricidad en la promoción de proyectos de electrificación con fines mayoritariamente productivos y en la promoción de la participación de los beneficiarios-usuarios en el financiamiento de estudios y obras de redes secundarias, dentro del marco del Programa de Electrificación.
- Organizar, implementar y conducir el sistema de información computarizado de la Subgerencia y el Análisis Organizacional de la misma.

2.2.4 Principales Vínculos Internos y Externos

Para el desarrollo de las funciones encomendadas, la Subgerencia mantiene vínculos principalmente con las siguientes áreas de la Empresa :

- Gerencia de Finanzas : en lo que se refiere a la utilización de las partidas presupuestales asignadas.
- Gerencia de Planeamiento : por la evolución del Sistema Interconectado Nacional y la ejecución de grandes

proyectos planteados en el Plan Maestro de Electricidad.

- Gerencia de Operaciones : en lo que se refiere a la factibilidad técnica de la integración de determinados proyectos al sistema eléctrico existente. Para la elaboración de normas técnicas sobre materiales y características de diseño; así como para el traslado de información relacionada a la operación de los servicios existentes.

Así mismo, se mantienen vínculos con otros organismos fuera de la empresa tales como :

- Ministerio de Energía y Minas : para la aprobación del Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica y el Programa Anual de Electrificación Provincial Distrital y Rural; para la aplicación de los criterios de priorización definidos por la Dirección General de Electricidad y para la aprobación de Normas Técnicas.
- El Instituto Nacional de Planificación : para la aprobación de proyectos que por su magnitud y condiciones de financiamiento requieren guardar concordancia con los planes de desarrollo del gobierno central.
- Las Corporaciones de Desarrollo : a fin de coordinar la ejecución de proyectos en armonía con el correspondiente plan de desarrollo de la zona.
- Las Empresas Regionales : coordinando los proyectos a incluir en el Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica, así como la recepción y posterior operación por parte de las Empresas Regionales de los proyectos

ejecutados por las Unidades de Proyectos de Electrificación.

2.3 Tratamiento de la Información

En general, tanto la información de base como aquella mas elaborada carece de sistematización.

Sin embargo, se usa parte de la información que presentamos a continuación.

2.3.1 Información Estadística de Generación y Facturación

ELECTROPERU cuenta con una Oficina de Estadística encargada de recepcionar y procesar información de los servicios eléctricos a nivel nacional.

Se recepciona principalmente información de :

- **Centrales Eléctricas** : con datos de altitud, horas de servicio, grupos instalados, estado de operación, Potencia Nominal y Efectiva, Máxima Demanda, Energía generada, Factor de Carga, Consumo de Combustibles y Lubrificantes, etc.
- **Servicios Eléctricos** : con datos del número de Abonados Residenciales, Comerciales, Uso General, etc.; Energía Facturada también por sectores : Residencial, Comercial, Uso General, Alumbrado Público, Industrial, etc.
- **Sistemas Eléctricos** : con datos sobre servicios atendidos y características de los sistemas en conjunto.

Esta oficina está en proceso de mecanización, de allí que toda la información mencionada aún no es utilizada debidamente; de modo que aunque es imprescindible principalmente para la

elaboración de los estudios de Mercado Eléctrico y sus proyecciones, la información estadística de Generación y Facturación no ha sido convenientemente considerada, limitándose ocasionalmente a requerir la información más reciente de abonados, máxima demanda y grupos instalados.

Cabe notar que desde la elaboración del Diagnóstico de Generación y Distribución se cuenta con los archivos computacionales de la serie histórica de datos de Facturación y Número de Abonados de 1975-1976-1977-1978 a nivel nacional sin que hasta la fecha se hayan retomado para su actualización.

2.3.2 Información Estadística de Población y Vivienda

Se cuenta con los volúmenes de los Censos Nacionales de Población y Vivienda de 1981 y 1972; así como los resúmenes a nivel distrital de los censos correspondientes a 1961.

Asimismo, se cuenta con las proyecciones de población publicadas por el Instituto Nacional de Estadística hasta 1990, aunque sólo a nivel distrital.

Dada la poca colaboración del I.N.E. al poner objeciones al traslado de información en cinta magnética, en la actualidad se está procediendo a la digitación de los datos censales de 1981, para su procesamiento automático.

Análogamente al caso anterior, existen los archivos computacionales con la información de los censos de 1972 y 1961 que no son utilizados.

2.3.3 Instalaciones Existentes

En 1976 ELECTROPERU elaboró el "Informe de Situación Actual de los Servicios Eléctricos", en volúmenes

departamentales a nivel nacional. Con ellos se pretendía conocer el estado y las características de los servicios eléctricos existentes que sirviera de base a un posterior programa de equipamiento.

Este estudio considera principalmente información sobre:

- Centrales Eléctricas y Características de los grupos instalados.
- Características de la casa de fuerza.
- SS.EE. Elevadoras y Reductoras
- SS.EE. de Distribución
- Características y Estado de Redes de Distribución.
- Observaciones del Servicio.

Como se comprenderá, a la fecha este estudio ya está desactualizado; y aunque en cierta medida se cuenta con información proveniente de las UFE's, ésta no es suficiente.

Actualmente se ha emprendido la actualización de los mencionados volúmenes; sin embargo, aunque esto es beneficioso, es criticable la ausencia de sistematización en la recopilación y tratamiento de la información requerida; se ha optado simplemente por repartir casi los mismos formatos que se usaron en 1976 y como en aquella época no se ha establecido cómo es que dicha información deberá mantenerse actualizada.

2.3.4 Recursos Hídricos

Actualmente se está organizando el padrón de los estudios realizados en ELECTROPERU o por encargo de éste a terceros de Recursos Hídricos para pequeñas y medianas centrales; aunque no se ha definido aun la forma en que este padrón será utilizado.

2.3.5 Información Socio-económica

Para efectos de determinar la Prioridad Regional de las provincias a nivel nacional y de los proyectos ubicados en tzo de ellas se utilizó la siguiente información :

DE NIVEL DE VIDA :

- Viviendas con agua potable Provincia
- Total Viviendas Provincia
- Viviendas con alumbrado eléctrico Provincia
- Población Urbana 5-14 años con nivel educativo Provincia
- Total Población Urbana 5-14 años Provincia
- Población Rural 5-14 años con nivel educativo Provincia
- Total Población Rural 5-14 años Provincia
- Población Alfabeta Urbana (más de 5 años) Provincia
- Total Población Urbana (más de 5 años) Provincia
- Población Alfabeta Rural (más de 5 años) Provincia
- Total Población Rural (más de 5 años) Provincia
- Número de defunciones Provincia
- Total Población Provincia

DE POTENCIAL ECONOMICO :

- Reservas de Cobre Provincia
- Total de Reservas Cobre Sierra
- Reservas de Plomo Provincia
- Total de Reservas Plomo Sierra
- Reservas de Zinc Provincia
- Total de Reservas Zinc Sierra
- Reservas de Plata Provincia
- Total de Reservas Plata Sierra

- Reservas de Oro Provincia
- Total de Reservas Oro Sierra
- Población con Acceso a Vías de Transporte Provincia
- Potencia Instalada en KWS Provincia
- Tierras Aptas Cultivo en Limpio y Permanentes Provincia
- Total Tierras Aptas Cultivo en Limpio y Permanentes
Costa-Sierra-Selva
- Tierras aptas para Pastos Provincia
- Total tierras aptas para Pastos en Costa-Sierra-Selva
- Tierras de protección forestal provincia
- Total de tierras de protección forestal en Costa-
Sierra-Selva
- Total población rural provincia

DE ACTIVIDAD ECONOMICA :

- Producción TM de cebada provincia
- Total Has. Cultivadas con cebada provincia
- Producción TM de maíz provincia
- Total Has. Cultivadas con maíz provincia
- Producción TM de trigo provincia
- Total Has. Cultivadas con trigo provincia
- Producción TM de maíz choclo provincia
- Total Has. Cultivadas con maíz choclo provincia
- Producción TM de frijol seco provincia
- Total Has. Cultivadas con frijol seco provincia
- Producción TM de papa provincia
- Total Has. Cultivadas con papa provincia
- Tierras en cultivo Provincia
- Total Tierras en Cultivo Costa-Sierra-Selva

- Tierras con pastos naturales Provincia
- Total tierras con pastos naturales Costa-Sierra-Selva
- Colocación de Recursos Financieros Provincia
- Total Colocación Recursos Financieros en Costa-Sierra-Selva
- Inversión Pública 1968 -1980 Provincia
- Total Población Provincia 1980

La información pertinente a las provincias en Sierra se ha tomado del estudio "Clasificación de Provincias de la Sierra según Niveles de Vida, Potencial y Actividad Económica", elaborado en 1,982 por la Oficina del Primer Ministro, hoy Ministerio de La Presidencia. La correspondiente a las provincias en Costa y Selva se ha recopilado de los distintos Sectores.

Esta información se usó en la priorización de proyectos del Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica 1,985.

2.4 Formulación de Proyectos

Los proyectos para la elaboración del Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica provienen principalmente de :

Convenios Internacionales

Corporaciones de Desarrollo

Unidades de Proyectos de Electrificación

Empresas Regionales

Unidad de Planificación y Programación

2.4.1 Convenios Internacionales

Quienes generalmente y a través de sus respectivas oficinas desarrollan proyectos a partir de la delimitación y ubicación proporcionada por la Unidad de Planificación y Programación; éstos a su vez deben informar de las características, cronogramas de inversión y avance físico de los proyectos a su cargo. Los principales convenios internacionales son los siguientes :

2.4.1.1 Convenio con el Reino Unido

Suscrito el 15.03.82 para la dotación de Servicios y Suministros financiado por el Reino Unido; para el desarrollo de un Programa de construcción de Pequeñas y Medianas Centrales Hidroeléctricas y Sistemas de Subtransmisión asociados. El monto financiado asciende a 25.6 Mio. de Libras Esterlinas y se prevee que la contraparte nacional ascienda a 67 Mio. de Dólares U.S.A. Actualmente se han planteado 23 PP.SS.EE. que se irán implementando hasta 1990.

2.4.1.2 Convenio con la A.I.D.

Firmado el 24.11.80 con el Gobierno de los Estados Unidos de N.A. por intermedio de la Agencia para el Desarrollo Internacional, para el "Desarrollo de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas de menos de 1000 kw", en los departamentos de Junín, Cajamarca y San Martín; cuyo plazo de ejecución ha sido ampliado hasta mayo de 1987. El financiamiento total asciende a 14.4 Mio. de Dólares U.S.A. y comprende la ejecución de alrededor de 10 proyectos de pequeñas centrales hidroeléctricas y obras de electrificación asociadas.

2.4.1.3 Convenio R.F.A.

Suscrito el 09.07.81 con el Gobierno de la República Federal de Alemania para el "Desarrollo de Fuentes Energéticas no agotables y Pequeños Recursos de Energía Hidráulica para Electrificación Rural". El Convenio establece una donación de 2 Mio. de Marcos Alemanes en equipos, materiales y asistencia técnica.

2.4.2 Convenios con Corporaciones de Desarrollo

Los cuales consideran la ejecución de obras de electrificación a través de sendos Convenios que establecen el financiamiento por parte de las Corporaciones de Desarrollo Departamentales y la ejecución por ELECTROPERU mediante sus Unidades de Proyectos de Electrificación. Cabe notar que se han suscrito convenios con la mayoría de las Corporaciones de Desarrollo de la República.

2.4.3 Unidades de Proyectos de Electrificación

Dada su ubicación geográfica y la naturaleza de las funciones asignadas, las UPE's deberían ser la principal fuente de información para la elaboración del Plan Nacional de Electrificación Rural. Sin embargo, la falta de una coordinación más estrecha principalmente en lo que requiere a las metodologías a usar, así como la indefinición de la forma contenido y periodicidad en el flujo de la información requerida atentan contra un mayor aporte de éstas.

Por otro lado, en la mayoría de los casos las UPE's solo ven el corto plazo, es decir los proyectos a incluir en el Programa Anual; sin embargo mas tarde estos mismos proyectos

tendrán que incluirse en el Plan de Expansión, originando el camino inverso, ya que el Programa Anual debe desprenderse del Plan y no al revés.

2.4.4 Empresas Regionales

Según lo dispone la Ley General de Electricidad "las Empresas Regionales del Servicio Público de Electricidad deben presentar a ELECTROPERU sus propuestas de inversión de expansión de la frontera eléctrica dentro de su área de responsabilidad para ser priorizadas teniendo en cuenta los recursos disponibles a nivel nacional"; sin embargo solo algunas empresas cumplen con esta disposición, pues están en fase de implementación y como es lógico su principal atención reside en la operación de los servicios existentes que en la mayoría de los casos son deficitarios, es decir los costos de operación superan a los ingresos por concepto de tarifas.

2.4.5 Unidad de Planificación y Programación

La Oficina de Planificación es la encargada de formular el Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica, como tal recepciona, recopila, propone y/o completa los proyectos a incluir en el informe anual respectivo. Es decir debe formular proyectos en las regiones que carecen de ellos y coordinar los proyectos presentados por los Convenios internacionales, Corporaciones de Desarrollo, Unidades de Proyectos de Electrificación, Empresas Regionales, etc.

Los proyectos que formula esta Unidad son básicamente Pequeños Sistemas Eléctricos. Estos se bosquejan en cartas del Instituto Geográfico Nacional y con los datos del estudio de

mercado correspondiente así como de la posible fuente de alimentación (recurso hídrico, central existente, subestación de interconexión, etc.), se define la configuración a proponer sus posibles etapas de implementación y principales características de diseño. Con los datos estimados de costos y fuentes de financiamiento posibles se plantea el cronograma de inversiones respectivo, el mismo que junto con los de los demás proyectos presentados conforman los requerimientos de inversiones del Plan.

2.5 Principales Metodologías

2.5.1 Proyecciones de Demanda

Aunque anteriormente se utilizó otra metodología para elaborar las proyecciones de demanda eléctrica en los proyectos de electrificación rural, en este capítulo presentaremos a grandes rasgos la secuencia de la metodología usada actualmente para la elaboración del Plan de Expansión de la Frontera Eléctrica para más adelante presentar una alternativa que creemos supera las deficiencias que anotaremos.

La metodología se basa en el crecimiento poblacional estableciendo una relación funcional creciente entre el número de abonados y el consumo de energía por abonado doméstico; considerando que la expansión urbana a consecuencia del crecimiento poblacional esta vinculada con el desarrollo de actividades productivas, la mejora de los niveles de ingreso y con ello del crecimiento per cápita del consumo de energía eléctrica.

Las proyecciones se efectúan utilizando un programa

computacional con un horizonte de 20 años y con la siguiente secuencia :

- Proyección del número de habitantes
- Número de habitantes por familia del último censo
- Determinación del número de abonados domésticos, mediante el denominado Coeficiente de Electrificación (ABONADOS/VIVIENDAS), que se halla de un nomograma con el que se obtiene una curva cuyos valores final e inicial y de mayor o menor incremento en los primeros años se dan como datos.
- Obtención del consumo de energía del Sector Doméstico haciendo uso de curvas de consumo unitario predeterminadas.
- Cálculo del Consumo de Energía del Sector Comercial, como un porcentaje de la del Sector Doméstico.
- Cálculo del consumo de energía en pequeñas industrias también como un porcentaje de la del Sector Doméstico.
- Cálculo del consumo de energía en el Sector Uso General como un porcentaje de la del Sector Doméstico.
- Determinación del Consumo de Energía en Alumbrado Público, asumiendo un consumo unitario de 60 a 120 kwh/año/familia según la localidad.
- Consumo por Cargas Especiales en los casos en que se disponga de información.
- Cálculo de la energía vendida, es decir la sumatoria de energía de los sectores mencionados.
- Energía distribuida, que viene a ser la energía vendida más las pérdidas estimadas en un 6% de la misma.

- Maxima Demanda Neta, que se obtiene a partir del consumo por sectores y sus respectivas horas de utilización.
- Maxima Demanda Bruta, que resulta de adicionar a la Demanda Neta las pérdidas de potencia en la distribución.

Cabe mencionar las siguientes observaciones:

- . Las curvas de consumo, que son la base del pronóstico de demanda son "recalculadas" a fin de dar valores iniciales y finales de consumo "aceptables" según el criterio de quien efectúe el estudio.
- . Los valores finales del Coeficiente de Electrificación son establecidos a priori. Esto acompañado de el "acondicionamiento" de las curvas de consumo subordinan las proyecciones obtenidas.
- . Los sectores comercial y de pequeñas industrias son un porcentaje constante del consumo del sector doméstico, cuando se ha encontrado estadísticamente que esto no necesariamente es así.
- . Finalmente el carácter puntual de los estudios de mercado no permite validar los parámetros usados ni los resultados obtenidos por la metodología de proyección de demanda, mas aún si cada resultado se "acomoda" según el criterio de los usuarios que no siempre poseen la experiencia necesaria.

2.5.2 Metodología para Priorización de Proyectos

Considera la utilización de indicadores basados en los criterios aprobados por la Dirección General de Electricidad, a

los cuales se les asigna un determinado puntaje; los que sumados indicaran su mayor o menor prioridad.

Dado que más adelante desarrollaremos con más amplitud los indicadores usados, aquí solo los enumeraremos e indicaremos sus puntajes máximos :

- Estado actual del estudio (5)
- Infraestructura Eléctrica (5)
- Demanda Eléctrica (6)
- Utilización de fuentes de energía (8)
- Avance físico del proyecto (10)
- Características y Estado del financiamiento (10)
- Inversión comprometida (10)
- Inversión por abonado (18)
- Sustitución de energía térmica por hidráulica (7)
- Población a servir (9)
- Ubicación geográfica (3)
- Infraestructura vial y otros servicios (6)
- Tasa de crecimiento poblacional (5)
- Prioridad microregional
- Nivel de Organizaciones comunales (3)

Se han agrupado los primeros 5 indicadores como Indicadores Técnicos (IT), los siguientes 4 como Indicadores Económicos (IE) y los restantes como Indicadores Socio-Políticos (ISP).

El cuadro Num. 1 muestra una ficha usada para ubicar el puntaje de los proyectos en la UPE Piura y en el cuadro Num.2 la relación ordenada de los 135 PP.SS.EE. planteados en ocasión del Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica 1985.

CAPITULO III

SISTEMA PROPUESTO

3.1 Organización

No es tema de la presente tesis plantear la organización óptima del organismo responsable de la ejecución del Plan propuesto, sin embargo creemos que la ejecución de un Plan Nacional de Electrificación debe estar a cargo de una organización estructurada para dichos fines; es decir una organización centralizada que dirija, planifique, promueva, programe y controle la ejecución de proyectos a nivel nacional en función de las políticas de desarrollo del Gobierno Central.

En este sentido, pensamos que es un grave error transferir las Unidades de Proyectos de Electrificación a las Empresas Regionales como se ha dispuesto actualmente aunque se sostenga que la administración económica se mantendrá en ELECTROPERU matriz. Los hechos han demostrado que es necesario separar las oficinas ejecutivas de la organización operativa por las siguientes razones:

- La función principal de las Empresas Regionales es mantener operativos los servicios existentes y éstos en la mayoría de los casos son deficitarios; la atención de nuevos servicios no consistiría una actividad prioritaria, como si lo es para una UPE y su órgano de control en la Sede.
- Las Empresas Regionales se han constituido sobre la base de las Regionales y Zonales de operación de ELECTROPERU, creándose organizaciones similares a

ELECTROPERU; y ya se han experimentado las demoras y descoordinaciones que ocurren cuando se integra al sistema administrativo y logístico de una Zonal de Operación el manejo de varios proyectos de electrificación de la envergadura de los que se vienen desarrollando.

La alternativa sería que las UPE's, transferidas mantengan su independencia dentro de la Empresa Regional como una Gerencia similar a la anterior G. de Electrificación, que a su vez deberá ser supervisada por su correspondiente en la Sede puesto que por Ley, ELECTROPERU debe administrar los fondos del DL.163 y controlar la ejecución del Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica; con lo que la transferencia ocasionaría mayores trabas burocráticas.

Finalmente, creemos que en proyectos de rápida maduración como los de electrificación rural la planificación y ejecución están muy ligados y cercanos en el tiempo, por lo que la planificación, programación y evaluación deben constituir un órgano con la misma jefatura que de unidad de criterios y dirección.

El gráfico Num.2 muestra la organización propuesta.

3.2 Sistema de Información

El gráfico Num. 3 muestra el diagrama de bloques de la secuencia de implementación del Plan propuesto.

Los gráficos Num. 4,5,6,7 y 8 muestran en mayor detalle las partes mas importantes del Sistema propuesto en el que se

considera la información pertinente a ser captada desde la G. de Operaciones, Unidades de Proyectos de Electrificación, ONERN, Ministerio de Agricultura, G. de Planeamiento; así como la que debe administrar la oficina encargada de elaborar el Plan de Electrificación: Recursos Hidricos Aprovechables, Ubicación de proyectos, Padrón de Proyectos ejecutados, Modelos de equipamiento, Costos históricos y proyectados de equipos y materiales.

El sistema está parcialmente implementado bajo ambiente CMS en una computadora IBM 4341; el lenguaje utilizado principalmente es el FORTRAN, con algunos programas en PL/I para el traslado de información desde otras áreas de la Empresa.

Se utilizan archivos computacionales de acceso directo cuya organización se muestra en el gráfico Num.9.

El ingreso de datos se efectúa por diskette, terminal o desde otros archivos computacionales.

El diagrama muestra tres partes bien diferenciadas: la información requerida, los procedimientos y/o metodologías a usar y los resultados o salidas. En los capítulos posteriores desarrollaremos las partes mas importantes del sistema propuesto el cual es susceptible de desarrollar en forma gradual.

3.3 Código Unico

La utilización de un código único que sirva para interrelacionar las distintas fases del sistema es fundamental.

El código que se presenta es la alternativa propuesta por

un grupo de trabajo con la participación del suscrito y que creemos es la alternativa mas adecuada por las características de las actividades involucradas.

3.3.1 Necesidad del Código Unico

En la actualidad la Sub-Gerencia de Electrificación cuenta con varias aplicaciones computacionales, las que se utilizan en la gestión de la misma como son: Presupuesto de Inversiones, Evaluación de la Ejecución Económica, Contabilidad, Valorizaciones de ejecución de obra, Licitaciones, etc. Estas aplicaciones usan los siguientes tipos de codificación:

a) De Ubicación Geográfica.- Corresponde al estudio del Diagnóstico de Generación y Distribución. Está orientado a identificar localidades de acuerdo al censo de 1972 y es la que se continúa usando en la elaboración del Plan de Expansión y en el Presupuesto de inversiones.

b) De Proyectos de electrificación.- Está orientada al manejo de proyectos considerando su centro de responsabilidad presupuestal (CRP), el órgano encargado de su ejecución (Sede, UPE, Convenio, etc.), fuente de financiamiento (DL163, Convenios, BANVIP, CORDES, etc.), sub-proyectos (Generación, Líneas, R.P., R.S., etc.) y actividad (Estudios, Maquinaria y Equipo, Transporte, etc.).

El código único debe conciliar las necesidades actuales y futuras, a fin de que éste sea usado por todas las áreas en la Sub-Gerencia.

3.3.2.- Definición del Código Único

3.3.2.1.- Estructura del Código Único

Tendrá la forma : XXXXX.X

Donde :

El primer campo XXXXX

Es un número correlativo de 5 dígitos que identifica el centro poblado electrificable en el que se realiza el proyecto. Es el código de ubicación geográfica propiamente dicho . En el caso de PP.SS.EE. se considera el código del centro poblado mas importante.

El segundo campo X

Es un dígito que se usa en caso de que se haya implementado otro proyecto para la localidad identificada con el primer campo o se esté implementando por etapas. Si se trata del primer proyecto, el dígito será "0", para sucesivos proyectos se usará un dígito correlativo del 1 al 8. Si se trata de un P.S.E. el dígito será "9".

3.3.2.2 Implementación

El código descrito requiere para su implementación del uso de una tabla de relación (archivo pequeño con información) que incluya todos los requerimientos de información en la gestión de la Sub-gerencia y los relacione con el código único como se muestra en el esquema :

	/	SUBPROYECTO
	/	ACTIVIDAD
	/	CRP
	/	ORGANO EJECUTOR
	/	CODIGO DE LOCALIDAD BENEFICIADA
CODIGO DE PROYECTO	/	% A SERVIR DE LA MISMA
	\	LOCALID DE SALIDA (PARA L.S.T)
	\	PROYECTO QUE LO CONTIENE
	\	NUMERO DE LOCALID BENEFICIADAS
	\	CODIGO DE LAS MISMAS
	\	OTROS

CAPITULO IV

INFORMACION BASICA

4.1 Estadística de Operación de los Servicios Eléctricos Existentes

Según la Unidad de Estadística de la Gerencia de Operaciones de ELECTROPERU existen 305 centrales eléctricas a nivel nacional y 464 servicios a Diciembre de 1985, excluyendo las centrales y servicios a cargo de Concejos Municipales y Autoproductores.

La gran mayoría de las centrales reciben un mantenimiento deficiente, consecuentemente, los instrumentos de medición o no funcionan correctamente o no son leídos en la forma requerida y la información que se remite no es confiable. Además, las limitaciones de los servicios tales como generación insuficiente, obsolescencia de los sistemas de distribución y mal mantenimiento de los mismos, muestra una imagen distorsionada de su real evolución en condiciones normales.

Sin embargo, se pueden identificar los casos en que la información si es confiable y a partir de ellos actualizar principalmente los parámetros y valores iniciales usados para estudios de mercado eléctrico.

La información disponible se puede agrupar en :

- Usuarios y Energía Facturada
- Energía Generada
- Centrales de Generación

4.1.1 Usuarios y Energía Facturada

Con la siguiente información :

- Usuarios por tipo de tarifa :

Residencial a Pensión Fija

Residencial a Medidor Tarifa 20

Residencial a Medidor Tarifa 21

Residencial a Medidor Tarifa 23

Comercial Menor Tarifa 41

Comercial Menor Tarifa 40

Comercial Mayor

Industrial Menor

Industrial Mayor Tarifa 31, 32, 33, 34, 35 y 36

Uso General

Electrobombas

El gráfico Num. 10 muestra el diagrama de flujo del programa utilizado; el cuadro Num.3 muestra una salida demostrativa. Cabe señalar que el mismo permite obtener resultados a nivel Departamental, por Empresas Regionales y a Nivel Nacional.

- Energía Facturada desagregada en :

Alumbrado Público

Residencial a Pensión Fija

Residencial a Medidor

Comercial

Uso General

Industrial Menor

Industrial Mayor

Debido a una serie de cambios experimentados en el Sub-Sector, la remisión de este tipo de información ha sido momentáneamente suspendida, aunque existe la disposición para reestablecerla. Esto ha originado que por el momento no podamos mostrar ningún programa al respecto; sin embargo existen programas elaborados con ocasión del Diagnóstico de Generación ya citado, que fácilmente podrán adecuarse al Sistema propuesto.

4.1.2 Energía Generada

Con la siguiente información :

Energía Hidráulica generada

Energía Térmica generada

Máxima Demanda

Horas de servicio mensual

Factor de Carga

Consumo de Petróleo

Consumo de Lubricantes

Consumo propio de la central

El gráfico Num. 11 muestra el diagrama de flujo del programa utilizado, mientras que el cuadro Num. 4 muestra una salida típica. Se elaboran resúmenes trimestrales y anuales a nivel de central, Departamento, Empresa Regional y a Nivel Nacional.

4.1.3 Centrales de Generación

Se procesa información de :

- . Denominación de la Central
- . Horas de Servicio Diario

- . Altura en m.s.n.m.
- . Máxima Demanda
- . Potencia Nominal
- . Potencia Efectiva
- . Sistema al que pertenece la central.

Por cada grupo instalado:

- . Marca
- . Tipo (Hidráulico, Térmico, etc.)
- . Número de serie
- . Potencia Nominal
- . Potencia Efectiva
- . Estado de Operación
- . Fecha de instalación

El gráfico Num.12 muestra el diagrama de flujo del programa utilizado; el cuadro Num.5 muestra una salida típica. Análogamente a los casos anteriores, se pueden obtener los resúmenes anotados.

Finalmente cabe mencionar que se ha coordinado la actualización permanente de los archivos mencionados mediante nuestra Unidad de Estadística.

4.2 Censos Nacionales de Población y vivienda

Se cuenta con los archivos computacionales de los censos 1961-1972 con la siguiente información:

- . Denominación de la localidad
- . Distrito, Provincia y Departamento
- . Calificación (ciudad, caserío, pueblo, etc.)
- . Población Urbana por distritos de 1961

- . Población Rural por distritos de 1961
- . Población Urbana por distritos de 1972
- . Población Rural por distritos de 1972
- . Población Urbana por localidad en 1972
- . Población Rural por localidad en 1972
- . Viviendas urbanas de la localidad
- . Viviendas rurales de la localidad
- . Viviendas urbanas y rurales del distrito

Adicionalmente se estan ingresando de los Censos de 1981

lo siguiente:

- . Nombre del Centro Poblado
- . Distrito, Provincia y Departamento al que pertenece
- . Categoría del Centro Poblado
- . Tipo (Rural) ó Urbano)
- . Num. de Hogares
- . Num. de Viviendas Particulares
- . Número de Habitantes

Posteriormente se debe proceder a relacionar la información de los tres censos 1961-1972-1981, para su posterior utilización.

4.3 Instalaciones Existentes

Como ya lo mencionáramos, se están actualizando los Volúmenes Departamentales de "Situación Actual de los Servicios Existentes", a Nivel Nacional. Dicha información para ser sistematizada deberá trasladarse a los formatos que se muestran en el cuadro Num. 6, los mismos que se ingresarán directamente desde un terminal.

Los programas están en proceso de elaboración, la información aún se está recopilando. La misma deberá mantenerse actualizada por las UPE's ó su similar en las Empresas Regionales mediante el envío periódico de información.

4.4 Información Socio-Económica

Se toma básicamente la información mencionada en el Cap. 2.2.5 . Aunque se ha coordinado con los Sectores involucrados (Ministerio de Energía y Minas, I.N.F., Ministerio de Agricultura, etc.), aún no se han establecido los vínculos que permitan establecer un flujo constante de información. Sin embargo, los programas se podrán adecuar fácilmente cuando élllo suceda.

Esta información es usada actualmente sólo para fines de priorización. No obstante, se estudia la posibilidad de captarla a un mayor nivel de desagregación a fin de utilizarla con mayor propiedad en los estudios de mercado eléctrico.

CAPITULO V

METODOLOGIAS Y PROCEDIMIENTOS REQUERIDOS

El proceso de formulación de proyectos consiste básicamente en plantear la formación de Pequeños Sistemas Eléctricos ó en su defecto la electrificación de Localidades Aisladas.

Dado que en ámbos casos se requiere información sobre la Fuente de Energía, Instalaciones Existentes, Proyección de la Demanda, Configuración Optima, Módulos de Equipamiento y Costos; desarrollaremos el caso de los PP.SS.EE. como el más genérico y en base a éello, las distintas metodologías y procedimientos requeridos.

5.1 Pronóstico de la Demanda

5.1.1 Introducción

Esta metodología con algunas modificaciones se utilizó en la elaboración del "Diagnóstico de Generación y Distribución" ya mencionado.

La metodología en sí se basa principalmente en el pronóstico del número de habitantes, el consumo de energía por abonado doméstico y el número de abonados estimados para cada año; se considera asimismo que el desarrollo urbano está íntimamente relacionado con el crecimiento del consumo de energía eléctrica per cápita.

Se plantea la división de la demanda eléctrica de la localidad en sectores como el doméstico, comercial, uso

general, alumbrado público, industrial menor y cargas especiales.

En el desarrollo de la metodología se considera de la mejor manera posible la interrelación de los sectores comercial, uso general, industrial menor y alumbrado público con el sector doméstico y su evolución con el tiempo.

Se debe mencionar que la presente metodología es susceptible de desarrollar a dos niveles: Un primer nivel de desarrollo del pronóstico en gabinete, con información censal, índices de consumo de energía, aproximación a localidades semejantes (en ubicación geográfica, población, potencial de desarrollo, etc.) y un nivel más detallado con trabajos de campo, básicamente para el reconocimiento de cargas especiales que no se pueden conocer en el trabajo de gabinete, verificación de datos asumidos, conocimiento más real de las características socio-económicas de la zona (potencial de desarrollo, nivel de vida, etc.) y proyectos de desarrollo en la zona a cargo de instituciones públicas.

A continuación, se describe secuencialmente los pasos a seguir para el desarrollo de la presente metodología.

5.1.2 Consumo de Energía en el Sector Doméstico

- a) Población .- Se efectúa la proyección del número de habitantes año a año con los siguientes casos:
- . Para localidades pequeñas: usando la fórmula

$$P_x = P_o (1+tinc)^n$$

Donde :

P_x = Población al año "x"

P_o = Población del último Censo

$$T_{inc} = (P_o/P_x)^{1/D} - 1$$

Donde :

P_a = Población del penúltimo censo

D = Diferencia de años entre los últimos censos

n = Diferencia de años del año "x" al último censo

. Para localidades medianas : si se dispone de información de los tres últimos censos, se usa el método de "Diferencias Finitas":

$$P_n = P_{61} + D_1(T_n - T_o) + D_2(T_n - T_o)(T_n - T_1)$$

Donde :

$$D_1 = \frac{P_{72} - P_{61}}{T_1 - T_o} \quad ; \quad D_2 = \frac{(P_{81} - P_{61}) - (T_2 - T_o)D_1}{(T_2 - T_o)(T_2 - T_1)}$$

P_n : Población al año "n"

T_n : año a proyectar

T_o : 1961

T_1 : 1972

T_2 : 1981

En todos los casos, se fija como límite máximo para la tasa de incremento el 4% y como mínimo el 0.5%.

b.) Número de Familias.- En base a los resultados del último censo poblacional, se determina el número promedio de habitantes por familia; este índice conocido como densidad

familiar se mantiene constante durante todo el periodo de la proyección.

c.) Número de Abonados Domésticos.- Se hace uso del llamado Coeficiente de Electrificación (C.E.), el cual se define por la siguiente relación:

$$C.E. = \frac{\text{No. de Abonados Domésticos}}{\text{No. de Viviendas}}$$

En su aplicación se distinguen los siguientes casos:

a. Localidades con Servicio

El valor de este parámetro se obtiene de datos históricos existentes; su evolución se asume de acuerdo a las siguientes consideraciones :

- Se ha notado que los bajos coeficientes de electrificación ocurren en localidades con mal servicio, mientras que los más altos coeficientes corresponden a localidades menores con buen servicio. Se supone que la electrificación de las localidades medianas mal servidas y localidades menores será integral, y el crecimiento de los abonados hasta la remodelación del servicio será mínimo mientras que con las nuevas redes eléctricas la afluencia de abonados será mayor, correspondiendo en las curvas de coeficientes de electrificación a un tramo con mayor pendiente, se estima que esto ocurrirá por espacio de dos años; finalmente, el crecimiento llegará a cierta normalidad, correspondiendo a un crecimiento

de menor pendiente, manteniéndose constante en los últimos años.

- En localidades donde existen redes en regular o buen estado, el crecimiento se deberá a ampliaciones paulatinas sin renovación completa de redes, resultando que el crecimiento del C.E. tendrá menor pendiente.
- Finalmente, aquellas localidades con C.E. alto (igual o más de 0.75), suponemos que han llegado a un límite de su crecimiento a partir del cual el incremento de abonados será prácticamente vegetativo, permaneciendo su C.E. constante o de incremento mínimo.

b. Localidades sin Servicio

Se considera, como viene ocurriendo, que la electrificación será integral, ya sea mediante préstamos con el Banco de la Vivienda, financiamiento de Organismos Públicos o aporte directo de la población. Se ha detectado ciertos casos en que, si bien las gestiones de financiamiento de Redes de Distribución de la localidad son integrales, finalmente el proyecto no lo es, abarcando solamente un porcentaje de la población que puede fluctuar entre el 40 y 60%.

Posteriormente, el número de abonados evolucionará de acuerdo a ampliaciones paulatinas de la red, resultando un crecimiento del coeficiente de electrificación de menor pendiente.

c. Consumo Unitario Doméstico

Es el consumo promedio de energía doméstica por usuario en un año. Su evolución se obtiene aproximándola a una curva del tipo :

$$Y = A X^B$$

donde :

Y = consumo doméstico anual por abonado

X = número de abonados domésticos

A y B = parámetros que dependen de la localidad

Estas curvas han sido elaboradas con datos históricos seleccionados, agrupados para localidades con características de consumo semejante, geográficamente cercanas y/o con similares condiciones climatológicas y socio-económicas.

Se han definido siete zonas a nivel nacional, en ellas se han obtenido dos curvas, una curva alta que corresponde a las poblaciones con mayores ingresos, índices altos de consumo de energía eléctrica y mayores posibilidades de incrementar el consumo del mismo.

Una curva baja que corresponde a las poblaciones de menores ingresos y de menores posibilidades de un mayor consumo de energía eléctrica.

Adicionalmente, se han obtenido curvas individuales para localidades importantes, con el propósito de

establecer en forma más aproximada la demanda eléctrica de estas localidades consideradas polos de desarrollo.

El consumo de energía de la localidad, en el Sector Doméstico se obtiene del producto del No. de abonados y el Consumo Unitario por abonado hallado de la curva correspondiente.

5.1.3 Consumo de Energía en el Sector Comercial

a.) Número de Abonados.-

Para determinar el número de abonados comerciales, se hace uso del factor K_1 que relaciona el número de abonados usuarios del Sector Comercial con el número de abonados del Sector Doméstico, este factor se considera constante durante todo el periodo del estudio.

Se asume el factor K_1 constante bajo el supuesto de que en la mayoría de los casos, la estructura comercial de la población es definitiva y que su crecimiento es proporcional a la incorporación de nuevos abonados del Sector Doméstico; el factor K_1 inicial se determina de datos estadísticos y se adopta según el número de habitantes entre 0.1 y 0.5.

b.) Consumo Unitario Comercial. (C.U.C.).-

Es el consumo promedio de energía en el sector comercial por usuario en el año.

Para determinar este valor del C.U.C., se hace uso del factor K2, que viene a ser la relación del consumo unitario comercial al consumo unitario doméstico; este factor se considera constante durante el período de estudio.

Al igual que el factor K1, el factor K2 se determina con la ayuda de datos estadísticos de años anteriores de la localidad o localidades similares. El valor inicial para localidades sin servicio fluctúa entre 1.1 y 3.5, de acuerdo al número de habitantes.

c.) Consumo de Energía en el Sector.-

La energía total consumida en el sector comercial se obtiene del producto del número de abonados y el consumo unitario comercial.

5.1.4 Consumo de Energía en el Sector Industrial Menor

Se considera en este sector a las actividades abastecedoras de productos y servicios para el mercado local, tales como locales artesanales, pequeños talleres de carpintería, cerrajería, etc.

Asumimos que el incremento de cargas y por ende del consumo de energía en este sector esta relacionado con el crecimiento de la población.

El consumo inicial de energía para localidades sin servicio, se adopta como un porcentaje del consumo en el Sector Doméstico que oscila entre el 5% y 10% y se incrementa de acuerdo al número de habitantes. Para localidades con servicio

restringido se compara el consumo actual con el de localidades semejantes con servicio confiable y se corrige si fuera necesario.

Finalmente, se considera que el consumo de energía en el Sector Industrial Menor, empieza a registrarse para localidades con 1,000 habitantes o más.

5.1.5 Consumo de Energía en Alumbrado Público

Se considera que el consumo de energía en este sector es función del número de viviendas y su incremento proporcional al incremento de los mismos.

Los datos estadísticos nos brindan información no confiable del real consumo de energía en alumbrado público, debido entre otros factores, al mal mantenimiento del servicio.

Como quiera que nuestro pronóstico de demanda debe considerar situaciones normales, no deficientes, se considera que el servicio de Alumbrado Público tendrá un mantenimiento adecuado y el consumo de energía será registrado convenientemente.

En promedio y dependiendo de un mayor conocimiento de la concentración de familias en la zona urbana, se adopta un consumo de 80 a 120 kWh por vivienda al año, valores a verificarse en el trabajo de campo, considerando longitud de calle y número de familias por manzana.

5.1.6 Consumo de Energía en el Sector Uso General

El Sector Uso General está constituido por establecimientos tales como edificios públicos, hospitales, iglesias, etc. cuyo uso es de carácter público. El número de cargas de este sector y por ende su consumo está ligado al tamaño e importancia de la localidad y con ello, al consumo de energía en el Sector Doméstico.

Del análisis de la información histórica y de los casos encontrados se puede asumir que inicialmente el consumo de energía en este sector es un porcentaje (10%) del Sector Doméstico y que su evolución será similar al de la población de la localidad.

5.1.7 Consumo de Energía en Cargas Especiales

Se consideran Cargas Especiales a aquellas cuya Demanda Eléctrica hace necesario su estudio individual, incluyendo la determinación de su diagrama de carga, a fin de establecer la demanda coincidente a la hora de punta y el factor de carga global de la localidad.

5.1.8 Energía Facturada

Es la sumatoria de la energía consumida en los distintos sectores: Doméstico, Comercial, Industrial Menor, Uso General, Alumbrado Público y Cargas Especiales.

5.1.9 Energía a Distribuir

Es la energía facturada más las pérdidas correspondientes a la distribución dentro de la localidad, la cual asumimos del

orden del 6% de la Energía Facturada.

5.1.10 Pérdidas en la Transmisión

Se considera un porcentaje en pérdidas de potencia del 1% al 8% de la Máxima Demanda distribuida, dependiendo de la longitud de la línea.

5.1.11 Energía Generada

Se obtiene de la suma de la Energía Facturada más las pérdidas en la distribución y la transmisión si existiera.

5.1.12 Máxima Demanda de la Localidad

5.1.12.1 Horas de Utilización.— Se definen como las horas que trabajará la central, suministrando una potencia igual a la Máxima Demanda de la localidad durante un año.

Excluyendo el Sector Cargas Especiales, las horas de utilización de la localidad se determinan de datos estadísticos, de no contarse con mayor información se determina en función del número de habitantes y de las características del servicio. De contarse con información de Cargas Especiales, se incluye su consumo de energía al consumo total de energía de la localidad, así como su contribución en demanda a la Máxima Demanda Global.

5.1.12.2 Incremento de Horas de Utilización.- Para localidades pequeñas con servicios eléctricos administrados por ELECTROPERU y con servicios a cargo de Concejos Municipales se considera que el incremento en Horas de Utilización es prácticamente nulo.

Para localidades medianas con mayores posibilidades de un mejor uso de la energía se asume que las Horas de Utilización del servicio sin considerar las Cargas Especiales, aumentarán en función al paulatino incremento del consumo fuera de la hora de punta.

Para facilidad de cálculo, se estima un incremento lineal de Horas Utilización, cuya magnitud varía entre 25 a 50 H.U. al año, en función a su tamaño e importancia.

5.1.12.3 Máxima Demanda.-Se obtiene dividiendo la energía proyectada total entre las Horas de Utilización para cada año.

El gráfico Num. 13 muestra el diagrama de flujo del programa elaborado para el caso.

El cuadro Num. 7 muestra una salida típica del pronóstico de la demanda para la localidad de Oyotún y el P.S.E. Niepos que alimentándose desde la C.H. Buenos Aires cerca a la localidad de La Florida incluye alrededor de 60 localidades.

5.2 Formación de Pequeños Sistemas Eléctricos

Se define como Pequeño Sistema Eléctrico (P.S.E.) a la agrupación de dos o más localidades unidas mediante líneas de sub-transmisión y generalmente con una sola fuente de energía.

La conformación de PP.SS.EE. obedece finalmente a desarrollar la mejor alternativa económica para brindar un suministro de energía eléctrica oportuno, permanente, suficiente y confiable, al mayor número de localidades. En este sentido, un P.S.E. conformado inicialmente de acuerdo a criterios técnico-económicos para abarcar geográficamente el mayor número de localidades debe ser optimizado en su conformación y definirse la mejor alternativa de equipamiento por etapas.

Para el efecto se ha desarrollado un programa computacional que en términos generales se usó en el Diagnóstico de Generación y Distribución de 1978 y 1981 y que describimos a continuación.

El programa ubica cada localidad en la configuración de acuerdo a indicadores de "niveles de ubicación" respecto del centro de generación como se muestra en el gráfico Num. 14.

Donde la Generación y S.E. Elevadora puede reemplazarse por un punto de alimentación desde un sistema mayor.

El programa determina el calibre de los conductores y el nivel de tensión requeridos en cada tramo del P.S.E. partiendo de un nivel de tensión dado, el mismo que también se utilizará para las Redes de Distribución Primaria de las localidades.

Donde se rebase la capacidad de transmisión permisible,

se incrementa el nivel de tensión de la línea, ubicándose además las SS.EE. Reductoras a partir de donde ya se pueda utilizar el nivel de tensión inicial.

Dimensiona la capacidad de las SS.EE. Reductoras requeridas, de la S.E. Elevadora y la capacidad de Generación necesaria.

Calcula el costo total por el equipamiento requerido y el que le corresponde a cada localidad como explicaremos más adelante.

Determina el costo por Kwh del sistema y para cada localidad.

Con el dato de que localidades se consideran por etapa de implementación del P.S.E., se calculan características tales como: población servida, número de abonados, energía a generar, máxima demanda y Factor de Carga por Etapa y en la configuración final. De igual modo, se calcula la capacidad requerida en generación, S.E. Elevadora y SS.EE. Reductoras que se necesiten.

A continuación describimos las características más importantes:

5.2.1 Cálculo de Líneas de Subtransmisión

Se han considerado Líneas de Sub-transmisión de 10, 13.2, 22.9 y 33 KV, con conductores de Cobre o Aleación de Aluminio de 10, 16, 25, 35, 50, 70, 95, y 120 mm² y postes de concreto ó madera.

Se calcula el calibre requerido para cada tramo desde la central (o S.E.) con la siguiente fórmula:

$$S_i = \frac{K \times \sum_{i=1}^n I_{ti} \times L_i \times \cos\phi_i}{\Delta V_t}$$

Donde :

S_i = Sección del conductor en mm^2

K = Constante que depende de los calibres usados en el P.S.E. (generalmente 0.031)

I_{ti} = Corriente total en el nodo "i"

L_i = Longitud del tramo desde el pto. "i" a la central

$\cos\phi_i$ = Factor de potencia promedio en el nodo "i"

ΔV_t = Caída de tensión máxima permisible

Podemos explicar la fórmula adoptada con el ejemplo esquematizado en el gráfico 15-A.

Se puede calcular la caída de tensión en cada tramo con la siguiente fórmula :

$$\Delta V_i = I_i * K_i * \cos\phi_i \left(1 + \frac{X_i * \tan\phi_i}{R_i} \right)$$

O lo que es lo mismo :

$$\Delta V_i = \frac{\rho}{R_i} \left(1 + \frac{X_i * \tan\phi_i}{R_i} \right) * \frac{I_i * L_i * \cos\phi_i}{S_i}$$

Donde :

ΔV_i = Caída de tensión en cada tramo

ρ = Resistividad del conductor en $\mu\text{-}mm^2/Km$

X_i = Reactancia de la línea en μ/Km

R_i = Resistencia por Km en μ/Km

$\cos\phi_i$ = Factor de potencia en el nodo "i"

I_i = Corriente a través del tramo "i" en Amp.

L_i = Longitud del tramo "i" en Km

S_i = calibre del conductor en el tramo "i" en mm²

En consecuencia, para cada tramo :

$$\Delta V_1 = \frac{\rho (1 + X_1 * \text{Tg}\phi_1)}{R_1} \frac{(I_1 + I_2 + I_3) L_1 * \text{Cos}\phi_1}{S_1}$$

$$\Delta V_2 = \frac{\rho (1 + X_2 * \text{Tg}\phi_2)}{R_2} \frac{(I_2 + I_3) L_2 * \text{Cos}\phi_2}{S_2}$$

$$\Delta V_3 = \frac{\rho (1 + X_3 * \text{Tg}\phi_3)}{R_3} \frac{I_3 * L_3 * \text{Cos}\phi_3}{S_3}$$

Si asumimos como primera aproximación que todos los calibres son iguales así como un mismo factor de potencia y sumamos :

$$\Delta V_t = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \Delta V_3$$

$$\Delta V_t = \frac{\rho (1 + (X/R) \text{Tg}\phi)}{S} \sum_{i=1}^3 I_i * L_i * \text{Cos}\phi$$

Donde :

ΔV_t = Caída de tensión total

I_i = Corriente total por tramo

S = calibre único asumido

Si establecemos ΔV_t y conocemos el resultado de la sumatoria de productos $I * L$, podemos hallar un calibre "S" simulado para todo el P.S.E., el que deberá coincidir al menos con el del primer tramo, de modo que :

$$S_1 = \frac{\rho(1 + (X/R) * \text{Tg}\phi)}{\Delta V_t} \sum_{i=1}^3 I_{ti} * L_i * \text{Cos}\phi_i$$

La caída de tensión real en el tramo será :

$$\Delta V_1 = \frac{\rho(1 + (X_1/R_1) * \text{Tg}\phi_1)}{S_1} L_1 \sum_{i=1}^3 I_i * \text{Cos}\phi_i$$

De manera que la nueva caída de tensión máxima para el resto del P.S.E. será :

$$\Delta V_r = \Delta V_t - \Delta V_1$$

$$S_2 = \frac{\rho(1 + (X/R) * \text{Tg}\phi)}{\Delta V_r} \sum_{i=2}^3 I_{ti} * L_i * \text{Cos}\phi_i$$

Así sucesivamente hasta el último tramo.

5.2.2 Cálculo del Costo por localidad

Cada localidad, en función a su máxima demanda (principal parámetro de diseño), hipotéticamente asumirá una fracción proporcional de los costos por el equipamiento compartido con otras cargas en el P.S.E.; como se muestra en el gráfico 15-B.

Para la carga C1 :

$$CLIN_1 = CL_1 + CL_2 * \frac{MDC_1}{MDC_1 + MDC_3 + MDC_2}$$

$$CSE_1 = CSE * \frac{MDC_1}{MDC_1 + MDC_2 + MDC_3}$$

$$CG1 = CG * \frac{MDC1}{MDC1+MDC2+MDC3+MDC4}$$

Donde :

CLIN1 = Costo por líneas imputable a la carga "1"

CSE1 = Costo de la S.E. Elevadora imputable a "1"

CG1 = Costo de la central imputable a "1"

CL1 = Costo total de la línea a la carga "1"

CL2 = Costo total de la línea a la carga "2"

CL3 = Costo total de la línea a la carga "3"

CSE = Costo total de la S.E. Elevadora

CG = Costo total de la Central

MDCi = Maxima Demanda de la carga "i"

Análogamente se calculan los costos para las demás cargas.

Sumados los costos de cada localidad y actualizados al año "0" (año actual) lo mismo que la energía demandada para un periodo de 20 años calculamos el parámetro "costo/Kwh" por localidad.

Asimismo, si sumamos todos los costos actualizados por la implementación del P.S.E. y lo dividimos entre la energía demandada tendremos el costo/Kwh de todo el P.S.E., con lo que podremos comparar la factibilidad económica del P.S.E..

El gráfico Num. 16 muestra el diagrama de flujo resumido del programa descrito.

Como un ejemplo de aplicación se ha tomado el P.S.E. Niepos cuyo esquema de ubicación se muestra en el gráfico Num. 17.

El cuadro Num. 8 es una salida típica del programa para

el P.S.E. mencionado.

5.3 Priorización de Proyectos

Priorizar es una necesidad que aparece cuando los recursos son limitados y las necesidades abundantes como es el caso de la electrificación rural en nuestro país.

El establecimiento de prioridades plantea atender una serie de factores como por ejemplo:

- Justificación de la alternativa técnica propuesta; y aunque finalmente contenga en la mayoría de los casos implicancias económicas, se deben favorecer proyectos que respondan a conceptos tecnológicos aceptados como los más favorables.
- Factibilidad Económica y/o financiera del proyecto, es decir proyectos en los que el uso de los recursos sea el más favorable en términos de indicadores tales como el Beneficio/Costo, Costo/Kwh ó mayor Valor Actual Neto; así como aquellos en los que existan compromisos de financiamiento ya concertados.
- Oportunidad del proyecto, es decir considerar la prioridad de concluir proyectos con cierto grado de avance, por que la alternativa es mantener inproductivas inversiones ya realizadas.
- Indicadores Socio-Políticos, entendiéndose éstos como aquellos que consideren la ubicación geográfica de las zonas a priorizar, la mayor población beneficiada y sobre todo las condiciones de Nivel de Vida, Actividad Económica y Potencial de Desarrollo; en armonía con los planes de desarrollo y lineamientos de política del

Estado.

Al adoptar una metodología de priorización en la Ex-Gerencia de Electrificación de ELECTROPERU, hemos querido incluir todos aquellos indicadores que a nuestro juicio reflejan los factores mencionados; asignando puntajes de modo que en su conjunto la importancia de los factores Técnicos, Económicos ó Socio-Políticos sea equilibrada y que por otro lado sirva objetivamente como un mismo patrón de evaluación para todos los proyectos a priorizar.

5.3.1 Indicadores para Priorización de Proyectos

5.3.1.1 Demanda Eléctrica

Permite favorecer a los proyectos que atienden una mayor demanda de energía eléctrica, con las ventajas inherentes de optimización de la implementación y una mayor cobertura de servicio.

5.3.1.2 Utilización de Fuente de Energía

Criterio que nos permite priorizar aquellos proyectos que hagan uso de sistemas interconectados existentes o planteen el uso de recursos hídricos.

5.3.1.3 Estado Actual del Estudio

Con el que se tiende a favorecer a los proyectos cuyos estudios están más desarrollados y por lo tanto son más factibles de ejecución.

5.3.1.4 Infraestructura Eléctrica

Criterio que prioriza aquellos proyectos que

utilizan infraestructura de generación de energía eléctrica existente ó aquella programada a instalarse principalmente en el marco del Plan Maestro de Electricidad.

5.3.1.5 Avance Físico

Que otorga mayor prioridad a los proyectos con mayor ejecución a fin de utilizar cuanto antes los proyectos mas avanzados.

5.3.1.6 Financiamiento

En el que se considera a los proyectos según el estado de sus gestiones de financiamiento y si éste es en condiciones favorables.

5.3.1.7 Inversión Comprometida

Criterio que considera prioritario concluir con los proyectos mas avanzados y utilizar cuanto antes la inversión efectuada.

5.3.1.8 Inversión por Abonado

Indicador que nos permite favorecer a aquellos proyectos en que se invierta menos por abonado a electrificar.

5.3.1.9 Sustitución de Energía Térmica por Hidráulica

Este criterio favorece a aquellos proyectos que sustituyan el consumo actual de petróleo para generar energía eléctrica, por el uso de energía hidráulica.

5.3.1.10 Población Beneficiada

Con el que se priorizan los proyectos que benefician a un mayor número de habitantes.

5.3.1.11 Ubicación Geográfica

Parámetro que favorece a aquellos proyectos ubicados en zonas de frontera.

5.3.1.12 Infraestructura de Transportes y Servicios

Criterio que considera la existencia de vías de comunicación y servicios básicos que propician un uso mas intensivo de la energía eléctrica y por lo tanto un mayor efecto multiplicador de ésta.

5.3.1.13 Tasa de Crecimiento Poblacional

Que considera prioritario atender proyectos que favorezcan a zonas con mayor crecimiento poblacional o zonas con gran capacidad de desarrollo.

5.3.1.14 Prioridad Regional

Considera la orientación de los proyectos de electrificación hacia provincias que a su vez presentan las mayores posibilidades de desarrollo y con ello la mejor alternativa para el efecto multiplicador de la energía eléctrica. Este indicador es el más importante y complejo, por lo que lo analizaremos con mayor detalle más adelante.

5.3.1.15 Nivel de Organizaciones Comunes

Con el que se favorece a aquellas localidades que ya cuentan con organizaciones comunales representativas y con las que por lo tanto las gestiones de financiamiento y apoyo comunal serán inmediatas y/o mas viables.

5.3.2 Determinación de la Prioridad Regional

Es evidente que todo proyecto de electrificación que pretenda elevar el nivel de vida de las poblaciones e impulsar su desarrollo debe estar enmarcado en un contexto socio-económico de desarrollo regional; es decir debe conjugarse con las acciones que implemente el Estado en la zona de acuerdo a sus políticas y estrategias de desarrollo.

En este sentido, diversos Organismos Públicos han tratado el problema a fin de orientar la atención del Estado identificando las zonas mas deprimidas y en mejor situación a Nivel Nacional; sin embargo, éstos no se han puesto de acuerdo en que indicadores usar para medir el grado de pobreza que es lo que finalmente se requiere. Existe consenso sí, en que es necesario medir el Nivel de Vida, la Actividad Económica y el Potencial de Recursos Económicos ó lo que otros llaman el Bienestar, la Prosperidad y la Oportunidad de los miembros de una comunidad.

Nosotros hemos querido tomar como base la información y los indicadores considerados en el documento elaborado por la Ex-Oficina del Primer Ministro "Clasificación de Provincias de la Sierra según Niveles de Vida, Potencial y Actividad

Económica de 1982 la misma que ha sido completada con información de las provincias de la Costa y Selva .

5.3.2.1 Parámetros e Indicadores

Como ya lo mencionáramos, se consideran los parámetros Nivel de Vida, Actividad Económica y Potencial Económico, con los siguientes indicadores :

INDICADORES DE NIVEL DE VIDA :

$$NV1 = \frac{\text{Viviendas con agua potable Provincia}}{\text{Total Viviendas Provincia}}$$

$$NV2 = \frac{\text{Viviendas con alumbrado eléctrico Provincia}}{\text{Total viviendas Provincia}}$$

$$NV3 = \frac{\text{Población Urbana 5-14 años con nivel educativo Provinc.}}{\text{Total Población Urbana 5-14 años Provincia}}$$

$$NV4 = \frac{\text{Población Rural 5-14 años con nivel educativo Provincia}}{\text{Total Población Rural 5-14 años Provincia}}$$

$$NV5 = \frac{\text{Población Alfabeta Urbana (más de 5 años) Provincia}}{\text{Total Población Urbana (más de 5 años) Provincia}}$$

$$NV6 = \frac{\text{Población Alfabeta Rural (más de 5 años) Provincia}}{\text{Total Población Rural (más de 5 años) Provincia}}$$

$$NV7 = \left(1 - \frac{\text{Número de defunciones Provincia}}{\text{Total Población Provincia}} \right) * 100$$

INDICADORES DE POTENCIAL ECONOMICO :

$$PE1 = \frac{\text{Reservas de Cobre Provincia}}{\text{Total de Reservas Cobre Sierra}}$$

$$PE2 = \frac{\text{Reservas de Plomo Provincia}}{\text{Total de Reservas Plomo Sierra}}$$

$$PE3 = \frac{\text{Reservas de Zinc Provincia}}{\text{Total de Reservas Zinc Sierra}}$$

$$PE4 = \frac{\text{Reservas de Plata Provincia}}{\text{Total de Reservas Plata Sierra}}$$

- PE5 = Reservas de Oro Provincia
Total de Reservas Oro Sierra
- PE6 = Población con Acceso a Vías de Transporte Provincia
Total Población Provincia
- PE7 = Potencia Instalada Kws Provincia
Total Población Provincia
- PE8 = Tierras Aptas Cultivo en Limpio y Permanentes Provincia
Total Tierras Aptas Cultivo en Limpio y Permanentes
Costa-Sierra-Selva
- PE9 = Tierras aptas para Pastos Provincia
Total tierras aptas para Pastos en Costa-Sierra-Selva
- PE10 = Tierras de protección forestal provincia
Total de tierras de protección forestal en
Costa-Sierra-Selva
- PE11=Tierras aptas p. cultivos en limpio y permanentes Prov.
Total población rural provincia

INDICADORES DE ACTIVIDAD ECONOMICA

- AE1 = Producción TM de cebada provincia
Total Has. Cultivadas con cebada provincia
- AE2 = Producción TM de maiz provincia
Total Has. Cultivadas con maiz provincia
- AE3 = Producción TM de trigo provincia
Total Has. Cultivadas con trigo provincia
- AE4 = Producción TM de maiz choclo provincia
Total Has. Cultivadas con maiz choclo provincia
- AE5 = Producción TM de frijol seco provincia
Total Has. Cultivadas con frijol seco provincia
- AE6 = Producción TM de papa provincia
Total Has. Cultivadas con papa provincia
- AE7 = Tierras en cultivo Provincia
Total Población Provincia
- AE8 = Tierras en cultivo Provincia
Total Tierras en Cultivo Sierra
- AE9 = Tierras con pastos naturales Provincia
Total tierras con pastos naturales Sierra

- AE10 = $\frac{\text{Producción kg. de Cebada Provincia}}{\text{Población Rural Provincia}}$
- AE11 = $\frac{\text{Producción kg. de Maiz Provincia}}{\text{Población Rural Provincia}}$
- AE12 = $\frac{\text{Producción kg. de Trigo Provincia}}{\text{Población Rural Provincia}}$
- AE13 = $\frac{\text{Producción kg. de Maiz Choclo Provincia}}{\text{Población Rural Provincia}}$
- AE14 = $\frac{\text{Producción kg. de Frijol Seco Provincia}}{\text{Población Rural Provincia}}$
- AE15 = $\frac{\text{Producción kg. de Papa Provincia}}{\text{Población Rural Provincia}}$
- AE16 = $\frac{\text{Colocación de Recursos Financieros Provincia}}{\text{Total Colocación Recursos Financieros en Costa-Sierra-Selva}}$
- AE17 = $\frac{\text{Inversión Pública 1968 -1980 Provincia}}{\text{Total Población Provincia 1980}} \times \frac{1}{1000}$
- AE18 = $\frac{\text{Producción TM de Arroz Provincia}}{\text{Total Ha's. Cultivadas con Arroz Provincia}}$
- AE19 = $\frac{\text{Producción TM de Yuca Provincia}}{\text{Total Ha's. Cultivadas con Yuca Provincia}}$
- AE20 = $\frac{\text{Producción TM de Azucar-Chancaca Provincia}}{\text{Total Ha's. Cultivadas con Azucar-Chancaca Provincia}}$
- AE21 = $\frac{\text{Producción Kg de Arroz Provincia}}{\text{Población Rural Provincia}}$
- AE22 = $\frac{\text{Producción Kg de Yuca Provincia}}{\text{Población Rural Provincia}}$
- AE23 = $\frac{\text{Producción Kg de Caña de Azucar Provincia}}{\text{Población Rural Provincia}}$

Los valores calculados para los distintos indicadores se muestran en el cuadro Num. 9.

5.3.2.2 Procedimiento de Cálculo

Como se puede observar los indicadores representan factores completamente distintos en su naturaleza y probablemente en su incidencia, por lo que no es posible

mezclarlos sin un tratamiento previo que los uniformize y si es posible los pondere. Dado que toda ponderación implica un juicio de valor hemos optado por esta primera versión, en la que queremos disminuir al máximo las subjetividades, sólo uniformizar los indicadores dejando las ponderaciones para futuras revisiones mas meditadas en el asunto.

El procedimiento seguido para cada indicador es el siguiente:

- Se ordenan los valores de menor a mayor
- Se ubican uniformemente 10 estratos
- Se asigna un puntaje a cada estrato segun su ubicacion es decir, 1 punto al estrato 1, 2 al segundo, 3 al tercero, etc.
- A cada provincia le corresponderá un puntaje en función a la ubicación del valor de su indicador en cada estrato.

Finalmente se suman los puntajes obtenidos en cada indicador y se ordenan las provincias de mayor a menor. Las provincias con menor puntaje son las que presentan los niveles mas bajos de bienestar, prosperidad y oportunidad de desarrollo.

Los resultados se muestran en el cuadro Num. 10.

CAPITULO VI

INVERSIONES

La implementación de los proyectos planteados implica la necesidad de destinar gran cantidad de recursos económicos, los cuales deben ser contrastados con los posibles recursos provenientes de las fuentes de financiamiento disponibles. Los proyectos formulados, evaluados y priorizados son de esta manera programados para su ejecución.

6.1 Fuentes de Financiamiento

Las principales actualmente son las siguientes:

6.1.1 Decreto Legislativo N.163

Que como ya se explicó es un tributo que graba los consumos de energía eléctrica para el financiamiento de nuevos proyectos de electrificación.

6.1.2 Fondo de Ampliaciones

Constituido por los aportes de los nuevos usuarios por la dotación o ampliación de suministros de energía eléctrica y por una cuota anual estimada por la Comisión de Tarifas Eléctricas no mayor al 10% del valor de las inversiones anuales en obras de los sistemas de Distribución. Este fondo debe ser usado para financiar instalaciones de Redes Primarias.

6.1.3 Corporaciones de Desarrollo

Que como ya mencionáramos coordinan la ejecución de sus proyectos con ELECTROPERU mediante convenios.

6.1.4 Banco de la Vivienda del Perú

Mediante convenios de operaciones el BANVIP presta los fondos para implementar la Red Primaria de obras de electrificación cuyas redes secundarias a su vez financia a los usuarios. Cabe señalar que de acuerdo a la Ley General de Electricidad corresponde a los futuros usuarios financiar sus Redes Secundarias.

6.1.5 Convenios Internacionales

6.1.5.1 Convenio AID

Por un monto de 14.4 Mfo. de Dólares USA., de los cuales 1.0 Mfo. corresponden a donación, 4.4 Mfo. a Contrapartida Nacional y 9.0 Mfo. a Crédito Externo bajo las siguientes condiciones:

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

6.1.5.2 Convenio Reino Unido

El contrato cubre un financiamiento por 25.6 Mfo. de Libras Esterlinas de los cuales 4.8 Mfo

constituyen donación y 20.8 Mfo. corresponden a préstamo destinado fundamentalmente al pago de servicios técnicos y suministros ingleses.

Las condiciones del crédito son :

- Periodo de gracia : 2.6 años
- Periodo de repago : 10 años
- Interés : 7.75% anual
- Cuotas : semestrales
- Comisión de negociación : 0.625% del total
- Comisión de compromiso : 0.25% anual sobre saldos.

6.1.5.3 Convenio R.F.A.

Como ya se mencionó constituye una donación de 2 Mfo. de Marcos Alemanes en equipos, materiales y asistencia técnica.

El cuadro Num. 11 muestra a modo de ilustración las previsiones de recursos a captarse en las distintas fuentes de financiamiento el período 1986-1990.

6.2 Programación de Inversiones

Los proyectos planteados, con sus cronogramas de ejecución propuestos, en los que se tiene en cuenta además los factores externos limitantes (como por ejem. la ejecución del Plan Maestro, la marcha de proyectos relacionados, etc.), las condiciones normales de equipamiento (normalmente los PP.SS.EE. se implementan por etapas, en función principalmente a las cargas mas importantes), la capacidad de ejecución (las UPE's manejan varios proyectos a la vez), etc.; junto con sus

respectivas fuentes de financiamiento, conforman el cuadro de necesidades anuales de inversión en el horizonte de planeamiento.

La programación de inversiones consiste en establecer que proyectos se podrán ejecutar año a año en función al carné priorizado de los mismos y las limitaciones tanto técnicas como de los recursos proyectados por cada fuente de financiamiento.

Como se comprenderá el apoyo computacional es imprescindible; por lo que se diseñaron las aplicaciones necesarias cuyas salidas son los cuadros que mostramos a continuación.

El cuadro Num. 12 muestra el carné de proyectos y cronograma de ejecución considerado en el Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica 1985 priorizado. Asimismo, se muestran los proyectos que se podrían ejecutar con cargo al D.L.163, y un resumen por actividades del mismo .

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.- Actualmente no existe un Sistema de Información en la Formulación del Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica, lo que atenta contra una reformulación más dinámica del mismo.

El Sistema propuesto presenta un ordenamiento global de las actividades necesarias a desarrollar en lo que constituye una alternativa sistémica viable dadas las condiciones expuestas.

2.- La ejecución de un Plan Nacional de Electrificación debe estar a cargo de un organismo centralizado, por el carácter global del mismo, por su implicancia social no siempre rentable y por que la experiencia ha demostrado que su actividad debe desligarse de los problemas de operación de los servicios existentes más aún si consideramos la arbitraria fijación de los niveles tarifarios actuales.

3.- La metodología de proyección de la demanda usada actualmente debe ser revisada, validando los resultados obtenidos y tendiendo a su sistematización.

4.- La formulación y estudio de los proyectos en el marco de un Plan Nacional de Electrificación es una actividad constante, implica el manejo de información confiable y actualizada. En consecuencia los parámetros y modelos adoptados deben ser sometidos a revisiones constantes y actualizaciones periódicas en función a los resultados obtenidos y/o innovaciones y experiencias de otros países.

5.- La metodología de priorización usada supone la adopción de un conjunto de puntajes para los indicadores propuestos, los mismos que indican su importancia. El resultado final debe ser congruente con la política del Estado en lo que se refiere a la electrificación de localidades rurales.

6.- El método de trabajo planteado de: sistematizar la información así como el planteamiento de proyectos, establecer modelos de equipamiento y por consiguiente estandarizar sus respectivos costos, priorizar los proyectos considerados en concordancia con las acciones de desarrollo del Estado y preveer los recursos económicos disponibles; nos permiten determinar los requerimientos de equipamiento e inversión a corto y mediano plazo que aseguren progresivamente a un mayor número de habitantes un suministro de energía eléctrica oportuno, suficiente y confiable.

7.- Un Plan así propuesto debe servir para fijar las futuras metas de la Empresa, planificando, organizando y controlando la ejecución de proyectos de acuerdo a las necesidades y prioridades del País. Se trata de crear la infraestructura energética que facilite la incorporación de la población marginada a un mejor medio de vida, hacer uso racional de la energía, incrementar la producción y multiplicar las fuentes de trabajo.

RELACION DE CUADROS

CUADRO NUM.

DESCRIPCION

1	Ficha de Priorización de Proyectos
2	Relacion de PP.SS.EE. priorizados
3	Reporte de Estadística del Num. de usuarios
4	Reporte de Estadística de Energía Generada
5	Reporte de Estadística de Centrales de Generación
6	Formato para el registro de instalaciones Existentes
7	Resultados de Pronóstico de Demanda
8	Resultados del procesamiento de Pequeños Sistemas Eléctricos
9	Datos de indicadores socio-económicos de las provincias
10	Relacion de Provincias ordenadas según indicadores socio-económicos
11	Previsiones de ingresos 1985-1990
12	Cronograma de Inversiones por proyectos y Resumen general.

RELACION DE GRAFICOS

<u>GRAFICO NUM.</u>	<u>DESCRIPCION</u>
1	ORGANIZACION ACTUAL DE ELECTROFERI
1-A	ORGANIZACION ACTUAL DE LA SUB-GERENCIA DE ELECTRIFICACION
1-B	ORGANIZACION DE ELECTROFERI EN 1982
2	ORGANIZACION PROPUESTA PARA LA GERENCIA DE ELECTRIFICACION
3	DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA PROPUESTO PARA EL PLAN NACIONAL DE ELECTRIFICACION
4	DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA DETERMINACION DE PARAMETROS PARA PRONOSTICOS DE MERCADO
5	DIAGRAMA DE BLOQUES PARA EL ANALISIS DE ALTERNATIVAS DE EQUIPAMIENTO
6	DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA DEFINICION DE CARACTERISTICAS TECNICAS DE EQUIPAMIENTO Y CRONOGRAMAS DE INVERSION
7	DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA PRIORIZACION DE PROYECTOS
8	DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA CONSOLIDACION DE PROYECTOS
9	ESQUEMA DE ORGANIZACION DE ARCHIVOS COMPUTACIONALES
10	DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL PROCESAMIENTO DE LA ESTADISTICA DEL NUM. DE USUARIOS
11	DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL PROCESAMIENTO DE LA ESTADISTICA DE LA ENERGIA GENERADA
12	DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL PROCESAMIENTO DE LA ESTADISTICA DE CENTRALES DE GENERACION.
13	DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL PRONOSTICO DE LA DEMANDA DE POTENCIA Y ENERGIA
14	ESQUEMA DE UBICACION DE CARGAS EN LA CONFIGURACION DEL P.B.E.
15-A	ESQUEMA PARA EL CALCULO DEL TALLIBRE DE LOS CONDUCTORES EN LA CONFIGURACION DEL P.B.

- 15-B Esquema para el Calculo del Costo por Localidad en el P.S.E.
- 16 Diagrama de Bloques para el Calculo de P.P.S.S.EE.
- 17 Configuración del P.S.E. de Niepos

BIBLIOGRAFIA

- "Procesamiento de Datos - Conceptos y sistemas",
Robert J. Verzello y John Keutter III
- "Principios y Aplicaciones de Administración",
Robert J. Thierauf, Robert L. Klekamp, Daniel W. Beeding
- "Diseno de Base de Datos". Gjo Wiederhold
- "Técnicas de Simulación en computadoras",
Naylor, Balintiv, Burdick, Kong Chu
- "La retroalimentación y el desarrollo organizacional",
David A. Nadler
- "Clasificación de las Provincias de la Sierra según Niveles de Vida, Potencial y Actividad Económica",
Oficina del Primer Ministro 1982
- "Diagnóstico de la Desigualdad y Pobreza de las Provincias de la Sierra del Perú",
Alvaro Ortiz - Universidad Agraria de La Molina
Seminario Nacional : "Hacia una Estrategia de Desarrollo para la Sierra del Perú" Cuzco 1985
- "Diagnóstico de Generación y Distribución a Nivel Nacional",
ELECTROPERU - G. de Explotación - VIII Conferencia Latinoamericana de Electrificación Rural
- "Los Pequeños Sistemas Eléctricos en el Perú, Desarrollo, Situación Actual y Metodología para su Formulación, Evaluación y Priorización",
Adrian Jimenez Villegas - Oscar Pacheco Lueva - Conferencia Latinoamericana de Electrificación Rural - Argentina
- "Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica 1983-1985"
ELECTROPERU - Gerencia de Electrificación
- "Electrical Transmission and Distribution Reference Book",
Westinghouse Electric Corporation
- "Ley General de Electricidad Num. 23406"
- "Código Eléctrico del Perú",
Ministerio de Energía y Minas