Distr.
RESTRINGIDA

LC/MEX/R.139/Rev.1
(CCE/SC.5/GRIE/XII/3/Rev.1)
2 de junio de 1989

ORIGINAL: ESPAÑOL

C E P A L

Comisión Económica para América Latina y el Caribe

Comité de Cooperación Económica del Istmo Centroamericano

Subcomité Centroamericano de Electrificación
y Recursos Hidráulicos

Decimosegunda Reunión del Grupo Regional de Interconexión
Eléctrica

Guatemala, Guatemala, 1 y 2 de marzo de 1989

TERMINOS DE REFERENCIA Y ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA EL PARSEICA

Documento elaborado por la Unidad de Energía de la Subsede de la CEPAL en México, en el marco del convenio de cooperación técnica celebrado entre la CEPAL y las seis empresas eléctricas nacionales del Istmo Centroamericano.

89-6-161

INDICE

	Página
Presentación	1
I. Normas para la coordinación y supervisión del PARSEICA que seguirán las empresas eléctricas	3
1. Coordinación y supervisión general	3
2. Coordinación y supervisión llevadas a cabo por las empresas eléctricas participantes	5
3. Currículos de los 24 profesionales designados a tiempo completo por las empresas eléctricas nacionales para la realización del PARSEICA	10
4. Organigramas de la parte operativa de las empresas eléctricas	35
II. Términos de referencia para la contratación del Director Técnico del PARSEICA	43
1. Resumen	43
2. Descripción del proyecto	44
3. Descripción de funciones para el Director Técnico	46
III. Adecuación y mejoras al simulador interactivo de sistemas de potencia (SISP)	48
1. Introducción	48
2. Descripción del PARSEICA	49
3. Trabajos de adecuación y mejoras al SISP	51
4. Organización y plazo de ejecución	55
IV. Servicios de consultoría para planeamiento operativo en el subsector eléctrico del Istmo Centroamericano	56
1. Introducción	56
2. Descripción del PARSEICA	57
3. Objetivos de los trabajos de consultoría sobre planeamiento operativo	60

4. Alcance de los trabajos de planeamiento operativo 60

5. Procedimientos administrativos 68

6. Organización y plazo de ejecución 78

7. Seminarios en Planeamiento Operativo 78

8. Descripción de las metodologías utilizadas actualmente en la planificación de la operación de los sistemas eléctricos del Istmo Centroamericano 80

V. Adquisición de equipos de cómputo para el PARSEICA 84

1. Resumen 84

2. Condiciones generales y requisitos 85

3. Condiciones especiales 85

4. Requerimientos 87

5. Adjudicación 88

6. Especificaciones técnicas 89

7. Especificaciones técnicas mínimas 89

8. Procedimiento de selección 91

VI. Determinación experimental de parámetros de unidades generadoras 93

1. Introducción 93

2. Antecedentes 94

3. Justificación 95

4. Objetivos de los trabajos 96

5. Alcance de los trabajos 97

6. Organización y plazo de ejecución 98

Anexo: Datos técnicos y algunas características de los sistemas eléctricos de América Central 101

PRESENTACION

El presente documento reúne los términos de referencia para las consultorías y las especificaciones técnicas para la adquisición de equipos requeridos para el Programa de Actividades Regionales en el Subsector Eléctrico (PARSEICA). Esta versión incluye las modificaciones definidas en la Decimosegunda Reunión del Grupo Regional de Interconexión Eléctrica (GRIE), celebrada en Guatemala, Guatemala, el 1 y 2 de marzo de 1989, y aprobadas por el Subcomité Centroamericano de Electrificación y Recursos Hidráulicos (SCERH), 1/ durante su Sexta Reunión, efectuada también en Guatemala, el 3 de marzo del mismo año.

Cada capítulo contiene la descripción del proyecto y los términos de referencia o especificaciones técnicas para los distintos trabajos. Se podrían entregar en forma independiente a los consultores o proveedores, según el tema de interés.

Salvo el plan de trabajo detallado para la realización del Programa, que se presenta por separado, 2/ los términos de referencia y especificaciones técnicas aquí reunidas, constituyen el informe inicial del PARSEICA, según se establece en el punto 2.11 (a) (i) del Convenio sobre cooperación técnica entre el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE).

1/ Resolución 27 (SC.5) del Subcomité Centroamericano de Electrificación y Recursos Hidráulicos, aprobada el 3 de marzo de 1989.

2/ Véase CEPAL, Informe de la Sexta Reunión del Subcomité Centroamericano de Electrificación y Recursos Hidráulicos (Guatemala, Guatemala, 3 de marzo de 1989) (Versión preliminar) (LC/MEX/R.141 (CCE/SC.5/VI/3)), 29 de marzo de 1989.

I. NORMAS PARA LA COORDINACION Y SUPERVISION DEL PARSEICA, QUE SEGUIRAN LAS EMPRESAS ELECTRICAS

Este capítulo tiene como propósito establecer las normas que habrán de seguir las seis empresas eléctricas nacionales de América Central para coordinar y supervisar los trabajos del Programa de Actividades Regionales en el Subsector Eléctrico del Istmo Centroamericano (PARSEICA). Forman parte integral de estas normas el convenio de cooperación técnica firmado entre el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), y el acuerdo de participación celebrado entre el ICE y cada una de las otras cinco empresas beneficiarias del Programa.

El Proyecto redundará, sin duda, en beneficios para los seis organismos nacionales de electrificación, por lo que se considera que todas las partes involucradas en él pondrán su mejor esfuerzo para el cabal éxito del mismo. Asimismo, se considera de la mayor importancia que el ICE, en su calidad de Organismo Ejecutor, mantenga una comunicación sistemática con cada una de las otras cinco empresas eléctricas participantes. Con este criterio, se establecen aquí las bases de supervisión y coordinación que seguirán las empresas eléctricas nacionales, tanto internamente, como con los órganos de supervisión y evaluación del Programa, y con la Unidad Ejecutora.

1. Coordinación y supervisión general

1. La instancia de mayor jerarquía para la coordinación y supervisión del proyecto será el Subcomité Centroamericano de Electrificación y Recursos Hidráulicos (SCERH) integrado por las máximas autoridades de las seis empresas eléctricas nacionales de América Central, el que podrá desempeñar sus funciones de dirección y supervisión del programa a través del Grupo Regional de Interconexión Eléctrica (GRIE).

2. Las funciones principales del GRIE, en relación con la realización del Programa, serán:

a) Examinar y someter a la aprobación del SCERH el informe inicial y el informe final del Programa, y aprobar los informes de progreso del mismo.[3/]

b) Examinar y aprobar los cambios de importancia en los términos del

---

3/ El contenido de todos estos informes se detalla en el Convenio de cooperación técnica ICE-BID.

plan de trabajo que contendrá el informe inicial a que se refiere el inciso a) anterior.

c) Examinar y aprobar los informes técnicos que prepare la Unidad Ejecutora del Programa.

d) Supervisar en general el desarrollo del Programa, y

e) Coordinar y comprometer la designación del personal profesional de las empresas beneficiarias que participará en la realización del Programa.

3. La Unidad Ejecutora del Programa, que organizará el ICE en la Dirección de Producción y Transporte de Energía de su Subgerencia de Sistemas Eléctricos, será responsable de la coordinación y la dirección técnica del Programa, así como de la administración del mismo, estará integrada por: a) un Coordinador General, que será el Jefe de la propia Dirección de Producción y Transporte de Energía, el cual desempeñará dicho cargo a tiempo parcial; b) un Director Técnico, que será un experto internacional, a tiempo completo, especialmente contratado para ocupar ese puesto; c) dos ingenieros electricistas locales, a tiempo completo, especialmente contratados para asistir al Coordinador General y al Director Técnico, y d) varios expertos internacionales, que serán contratados por períodos cortos, dentro de un total de seis meses/experto, para asesorar a la Unidad en aspectos específicos durante la ejecución del Programa.

4. Para revisar la programación de las actividades del PARSEICA y supervisar y evaluar el desarrollo progresivo de las mismas, se integrará un Comité de Programación y Evaluación (CPE), el cual estará conformado por el Coordinador General y el Director Técnico del PARSEICA, dos funcionarios del BID y dos funcionarios designados por las empresas eléctricas en el seno del GRIE. Los dos representantes de las empresas eléctricas para el CPE serán designados de manera rotativa en cada reunión del GRIE. Se procurará que dichos representantes sean los coordinadores nacionales del PARSEICA. Las empresas no representadas formalmente tendrán la opción de enviar como observadores a sus coordinadores nacionales a las reuniones del CPE.

5. Para propósitos de la supervisión y coordinación del PARSEICA, se tiene previsto que el GRIE y también el SCERH habrán de reunirse al inicio y al final del proyecto, para aprobar los informes inicial y final. Se procurará, sin ser ello imprescindible, que las reuniones de ambos foros se realicen una a continuación de la otra. Durante el desarrollo del programa, el GRIE se reunirá cada seis meses para efectuar sus funciones de revisión, coordinación

y evaluación; el CPE, en principio, también cada seis meses. En este caso, el GRIE se reunirá primero y el CPE con posterioridad. Sin embargo, cuando el GRIE y/o la Unidad Ejecutora del Programa lo consideren necesario, el SCERH podrá ser convocado para resolver aspectos de la ejecución del Programa que ameriten su intervención.

6. Las reuniones del SCERH y del GRIE serán convocadas conjuntamente por el Coordinador General del PARSEICA y la CEPAL, esta última en su carácter de secretaría de ambos organismos regionales. Este procedimiento se seguirá tanto para reuniones ordinarias como extraordinarias. Las reuniones del CPE serán programadas de común acuerdo entre la Unidad Ejecutora y el BID.

2. Coordinación y supervisión llevadas a cabo por las empresas eléctricas participantes

7. En las seis empresas eléctricas nacionales del Istmo Centroamericano el proyecto se ubicará, en general, en el área operativa y, en particular, en la de operación de sistemas eléctricos. Cada empresa eléctrica beneficiaria designará uno de sus profesionales como coordinador nacional, quien será responsable del seguimiento detallado del PARSEICA (véase el cuadro 1). Dicho funcionario será el enlace para los informes y comunicaciones técnicas que surjan con motivo del Proyecto. Este funcionario se nombrará en cada país, en adición a los cuatro profesionales designados a tiempo completo para la ejecución de los trabajos del PARSEICA.

8. Los profesionales designados para participar a tiempo completo en el Programa se seleccionaron tomando muy en cuenta su experiencia en los temas de seguridad y planeamiento operativo, así como su preparación académica y su capacidad docente. En la sección 3 se presentan los currículos para los 24 profesionales. Dos de los cuatro profesionales mencionados se dedicarán a las actividades de seguridad operativa y los otros dos a las de planificación de la operación; los 24 profesionales designados a tiempo completo por los seis organismos nacionales de electrificación, así como su área de trabajo, se incluyen en el cuadro 2. En la sección 4 se muestran los organigramas de las empresas eléctricas nacionales en lo concerniente al área operativa; asimismo, en dichos organigramas se señala la ubicación de los representantes del GRIE, de los coordinadores nacionales del PARSEICA (véanse en el punto 4 de este capítulo los diagramas 1 a 6).

Cuadro 1

COORDINADORES NACIONALES DEL PARSEICA DESIGNADOS POR LOS SEIS ORGANISMOS NACIONALES DE ELECTRIFICACION DEL ISTMO CENTROAMERICANO

País/Empresa	Coordinador Nacional	Teléfono	Facsímil	Télex
Costa Rica (ICE)	Ing. Armando Balma E.[a/]	33 27 60 y 20 73 57	20 18 44	3252 ICE CR
	Ing. Ricardo Chinchilla	20 74 08 y 32 88 05	32 25 94	2140 ICE CR
El Salvador (CEL)	Ing. José O. Medina	28 36 08	28 31 77	20301 y 20303 CEL SAL
Guatemala (INDE)	Ing. José Luis Herrera	(502)031 03 53[b/]	36 62 53	5324 INDE GU
Honduras (ENEE)	Ing. Percy Buck	22 84 68 37 84 75	31 03 81	1128 ENEE HO
Nicaragua (INE)	Ing. Rodolfo López	2 53 93	7 47 87 7 26 86	1250 INE NK 2344 INE NK
Panamá (IRHE)	Ing. Rafael Pearson	27 34 90 y 61 96 66	61 66 00	3599 (COPSI) y 3014 (GENACE)

a/ En su carácter de Coordinador General del Programa. Tan pronto se seleccione se boletinará el nombre y datos para el Director Técnico.
b/ En Villanueva, aproximadamente a 15 km de la capital.

Cuadro 2

PROFESIONALES DESIGNADOS POR LAS EMPRESAS ELECTRICAS DE AMERICA CENTRAL
PARA LA REALIZACION DEL PARSEICA

País/Empresa	Planeamiento Operativo	Seguridad Operativa
Costa Rica (ICE)	1. Ing. Rodolfo Espinoza 2. Ing. Manuel Soto	1. Ing. Luis Barquero 2. Ing. Galo Rodríguez
El Salvador (CEL)	1. Ing. Edgardo A. Calderón 2. Ing. Oscar Vázquez	1. Ing. Hugo E. Hernández 2. Ing. Tomás Solís
Guatemala (INDE)	1. Ing. José T. Núñez 2. Ing. Gerardo A. Vettorazzi	1. Ing. Elmar R. Méndez 2. Ing. Luis A. Maldonado 3. Ing. Armando Gálvez
Honduras (ENEE)	1. Ing. César A. Lagos Figueroa 2. Ing. Gerardo A. Salgado Ochoa	1. Ing. Carlos R. García Bogran 2. Ing. Rosa Ma. Díaz H.
Nicaragua (INE)	1. Ing. Anabell Moncada 2. Ing. Alejandro Barreto	1. Ing. Oscar Saenz 2. Ing. Rodolfo López
Panamá (IRHE)	1. Dr. Aderito P. Cabrera 2. Ing. Nelly M. Arjona	1. Ing. José E. Brandao 2. Ing. Evaristo Alvarez

9. El coordinador nacional del PARSEICA en cada empresa eléctrica se mantendrá en estrecha comunicación con los profesionales de su empresa designados a tiempo completo, con la finalidad de comprobar que las actividades realizadas corresponden al programa detallado de los trabajos aprobado por el Subcomité Centroamericano de Electrificación y Recursos Hidráulicos. En caso de que percibiera alguna desviación al mismo, lo comunicará de inmediato, tanto a las autoridades superiores de su empresa eléctrica, como al Coordinador General y al Director Técnico del Proyecto. Para este fin, se procurará que las comunicaciones sean vía télex o facsímil; en el cuadro 1 también se indican los números de teléfono, télex y facsímil de los funcionarios responsables del PARSEICA.

10. La Unidad Ejecutora enviará a los miembros del GRIE los informes semestrales sobre el progreso de las actividades del Programa, al menos 15 días antes de que se celebren las reuniones. Dichos informes y demás documentos pertinentes al Proyecto serán revisados en cada empresa por los profesionales locales asignados al PARSEICA, por el coordinador nacional y por los representantes del GRIE. De esta manera, durante las reuniones del GRIE, se incorporarán las observaciones pertinentes y se publicará la versión final de los documentos, los cuales se enviarán a las empresas eléctricas.

11. La Unidad Ejecutora transmitirá, vía facsímil o télex, la lista corta de los consultores preseleccionados a las otras cinco empresas eléctricas beneficiarias. Ello con el propósito de recibir observaciones si hubiera algún inconveniente a la misma.

12. Con la finalidad de evitar "cuellos de botella" innecesarios, los términos de referencia y los contratos para los consultores, establecerán la necesidad de que todos los comunicados de estos últimos se envíen directamente a la(s) empresa(s) eléctrica(s) involucrada(s), con copia a la Unidad Ejecutora.

13. Por su parte, la Unidad Ejecutora circulará un informe ejecutivo bimensual, mencionando los aspectos más relevantes ocurridos durante los últimos dos meses. Dicho informe será conciso y se transmitirá, vía facsímil, los primeros 15 días calendario del mes siguiente a los que se estén reportando.

14. El flujo de información técnica entre las empresas eléctricas y la Unidad Ejecutora será a través del Director Técnico; se deberá llevar una bitácora (archivo cronológico) tanto en cada empresa, incluido el ICE en su

carácter de empresa beneficiaria (responsabilidad del coordinador nacional), como en la Unidad Ejecutora.

15. Será responsabilidad del coordinador nacional entregar oportunamente toda la información requerida por los consultores y por la Unidad Ejecutora. En caso de memorandos, minutas, etc., entre una empresa eléctrica y los consultores, el coordinador nacional deberá enviar copia al Director Técnico de la Unidad Ejecutora.

16. Las reuniones de trabajo con los consultores, profesionales de otros países y/o miembros de la Unidad Ejecutora, se documentarán en pequeñas actas o minutas que plasmen lo más relevante de los encuentros. Se enviará copia de estos escritos a la Unidad Ejecutora.

17. Cualquier cambio que se presente en la designación del coordinador nacional del PARSEICA o de los cuatro profesionales asignados al Programa, deberá ser reportado a la Unidad Ejecutora, con la mayor anticipación posible, de preferencia que no sea inferior a un mes como mínimo.

18. Durante las misiones de los miembros de la Unidad Ejecutora a los países participantes, para propósitos de trabajos concernientes al Programa, éstos deberán ser atendidos con la mayor diligencia por el coordinador nacional, en lo general, y por los profesionales asignados al PARSEICA, en lo particular. Adicionalmente, y según se establece en el acuerdo de participación, durante las misiones con motivo del PARSEICA se proporcionarán transporte local y las instalaciones logísticas necesarias (oficinas y apoyo secretarial) tanto a los profesionales de la Unidad Ejecutora como a los consultores.

19. Cada empresa deberá enviar a la Unidad Ejecutora, a través del coordinador nacional, un informe mensual, con el visto bueno de la autoridad correspondiente, de los gastos acumulados en el desarrollo de las actividades del Proyecto. Asimismo, cada empresa eléctrica beneficiaria deberá entregar un informe financiero consolidado anual, según lo establecido también en el acuerdo de participación antes citado.

20. Como se mencionó en la introducción de estas normas, el éxito pleno del Proyecto depende del seguimiento, dedicación y real asignación de los recursos humanos de contraparte de todas y cada una de las seis empresas eléctricas beneficiarias, así como de la fluidez con que se atiendan los requerimientos de información, y se estudien y sigan los trabajos en desarrollo. Una labor de contraparte de las empresas eléctricas consiste

también en asistir a las reuniones del SCERH, del GRIE y del CPE, y financiar los desembolsos que ello representa.

3. Currículos de los 24 profesionales designados a tiempo completo por las empresas eléctricas nacionales para la realización del PARSEICA

País

COSTA RICA

Nombre

LUIS ALEJANDRO BARQUERO LEON

Lugar y fecha de nacimiento

Alajuela, Costa Rica, 21 de abril de 1951

Estado civil

Casado

Estudios profesionales

Mar/69-Jun/75	Universidad de Costa Rica

Experiencia profesional

Oct/75-Sep/78	Jefe de Talleres de baja y media tensión, Area de Potencia, Siemens de Costa Rica, S.A.
Oct/79 a la fecha	Jefe de la Oficina de Operación, ICE

País

COSTA RICA

Nombre

MANUEL SOTO CAMARENO

Lugar y fecha de nacimiento

San José, Costa Rica, 24 de noviembre de 1948

Estado civil

Casado

Estudios profesionales

Bachiller en Ingeniería Eléctrica, especialidad en Sistemas de Potencia, graduado en 1972

Oct/75-Oct/76	Curso sobre Interconexión eléctrica de Centroamérica, CEPAL/C.F.E., México, D.F
Feb/79-Dic/79	Curso de Software, empresa SIEMENS, Karlsruhe, Alemania
Sep/86-Dic/86	Curso de entrenamiento "T.V.A. Electric Utility Engineering", Tennessee Valley Authority, Chattanooga, TN, U.S.A
1987	Seminario Planificación de la Operación de Sistemas Eléctricos de Potencia, ENDESA, Santiago, Chile, como cooperación al PARSEICA-OE/CEPAL

Experiencia profesional

1978 a la fecha	Jefe de la Oficina de Planes de Operación, Departamento de Control de Energía, Centro de Despacho
Sep/1971-1978	Area de Planeamiento de Obras de Generación

País

COSTA RICA

Nombre

RODOLFO ESPINOZA VALVERDE

Lugar y fecha de nacimiento

San José, Costa Rica, 3 de febrero de 1955

Estado civil

Casado

Estudios profesionales

1972-1975 Bachiller en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica

1976-1978 Licenciado en Ingeniería Eléctrica, énfasis en Control Automático, Universidad de Costa Rica

1986-1988 Egresado de la Maestría de Sistemas de Potencia, Universidad de Costa Rica

Experiencia docente

Análisis de Circuitos II, Universidad de Costa Rica (curso semestral)

Análisis de Sistemas Lineales, Universidad de Costa Rica (curso semestral)

Experiencia profesional

1977-1978 Profesor del Instituto Tecnológico de Costa Rica

1978-1979 Control Automático del Sistema de Télex de Costa Rica, Radiográfica Costarricense

1979-1988 Oficina de Planes de Operación del Centro de Control de Energía del ICE

Publicaciones

Pronósticos de demanda de energía eléctrica a corto plazo utilizando modelos de múltiples correlaciones

Despacho Económico de Carga a Corto Plazo

Modelado estocástico de la generación mediante cadenas de Markov para análisis de confiabilidad

País

COSTA RICA

Nombre

GALO RODRIGUEZ RODRIGUEZ

Lugar y fecha de nacimiento

Alajuela, Costa Rica, 10 de mayo de 1954

Estado civil

Soltero

Estudios profesionales

1978	Bachillerato en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica

Experiencia profesional

Oct/1979 a la fecha	Ingeniero de Operación, Oficina de Operación, ICE
8 meses	Ingeniero 1, Departamento de Ingeniería, Junta Administrativa de Servicio Eléctrico Municipal de Alajuela (JASEMA)
3 meses	Practicante de Ingeniería, Taller Eléctrico, Proyecto Hidroeléctrico Arenal

Publicaciones

Informática aplicada a las protecciones, Primer Seminario Centroamericano de Protecciones, septiembre de 1987

País

EL SALVADOR

Nombre

EDGARDO ALFREDO CALDERON

Lugar y fecha de nacimiento

San Salvador, El Salvador, 24 de diciembre de 1955

Estado civil

Casado

Estudios profesionales

Ingeniero Electricista, Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas", de enero de 1971 a diciembre de 1979

Experiencia docente

Profesor de Matemáticas para Ingeniería, Economía y Computación, Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas"

Asesor de trabajos de tesis de Ingeniería Eléctrica, Universidad Politécnica y Universidad Centroamericana

Experiencia profesional

May/81-May/85	Ingeniero de Computación del Centro de Operaciones de la CEL
May/83-Jun/84	Ingeniero de Programación del Centro de Operaciones de la CEL
Feb/84-Ago/84	Asesor del Centro de Cómputo de CELSA, S.A. de C.V.
Jun/84 Dic/86	Jefe de la Sección de Informática del Centro de Operaciones de la CEL
Ene/85 a la fecha	Analista, programador y consultor en sistemas de informática en firma Consultora en Sistemas de Informática (CSI)
Dic/86 a la fecha	Jefe del Departamento de Planificación y Estadística, Superintendencia de Operación, Centro de Operaciones del Sistema de la CEL

País

EL SALVADOR

Nombre

HUGO EDGARDO HERNANDEZ GRANDE

Lugar y fecha de nacimiento

Ahuachapán, 13 de noviembre de 1952

Estado civil

Casado

Estudios profesionales

Jun/70 Dic/77	Ingeniero Electromecánico

Experiencia profesional

Dic/77- Jul/78	Ing. Jefe de Mantenimiento de Agencias, Banco Hipotecario
Jul/78- Jul/82	Ing. Jefe del Departamento Eléctrico, Central Geotérmica, CEL
Jul/82 a la fecha	Ing. de Operación, Centro de Operaciones del Sistema, CEL

País

EL SALVADOR

Nombre

OSCAR ALBERTO VASQUEZ VASQUEZ

Lugar y fecha de nacimiento

San Salvador, El Salvador, 2 de julio de 1962

Estado civil

Soltero

Estudios profesionales

Mar/80-Sep/85	Ingeniero Electricista, Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas"
Ene/86-Dic/87	Cuarto año de Licenciatura en Computación, Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas"
1987	Curso: Metodología de Planificación de Sistemas de Información Curso: Análisis de Sistemas Eléctricos de Potencia, CEPAL-CEL Curso: Ingeniería de Reservorios Geotérmicos, CEPAL-CEL

Experiencia docente

1981-1985	Instructor del Departamento de Matemáticas, Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas"
1983	Instructor del Departamento de Física de la misma Universidad Profesor del Curso de Admisión para estudiantes de nuevo ingreso a la misma Universidad
1985-1987	Profesor de Matemáticas y Estadística, Universidad Modular Abierta

Experiencia profesional

1985	INSTEL.- Diseño de circuitos electrónicos para control de luces en rótulos luminosos (1985)
1986-1987	Ingeniero de Computación, Departamento de Informática, Sección de Control en tiempo real del Sistema Eléctrico del Centro de Operaciones del sistema CEL
1988 a la fecha	Ingeniero de Computación, Departamento de Informática, Colaboración en la Planificación de la Operación del Sistema Eléctrico

Publicaciones

Aplicación del Microcomputador ROCKWELL AIM 65 para el Diagnóstico del Sistema de Encendido del Automóvil (UCA-1985)

Estudio de Reparto Optimo de Carga Eléctrica entre las Unidades de una Central Hidroeléctrica, Centro de Operaciones del Sistema CEL (1988)

País

EL SALVADOR

Nombre

TOMAS ANTONIO SOLIS RODAS

Lugar y fecha de nacimiento

San Salvador, El Salvador, septiembre 3 de 1954

Estado civil

Casado

Estudios profesionales

1976	Ing. Electricista, Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas"

Experiencia docente

1973-1975	Instructor de Física, Matemáticas, Geometría Descriptiva y Estadística, Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas"
1976-1977	Profesor de Matemáticas
1976	Instructor, Departamento de Matemáticas, Facultad de Economía, Universidad Nacional de El Salvador
1983-1984	Profesor de "Protección de redes de potencia", Universidad Politécnica de El Salvador
1978-1983	Entrenamientos Diversos a Ingenieros y Técnicos en CEL

Experiencia profesional

1977	Ing. Asistente Central Hidroeléctrica Guajoyo (Mantenimiento y Operaciones)
1977-1979	Ing. Jefe de Operación Central Hidroeléctrica "5 de Noviembre" (antiguo despacho de generación del Sistema CEL)
1979-1980	Ing. Asistente, Departamento de Protecciones, Superintendente de Transmisión
1980-1981	Jefe Interino del Departamento de Protecciones, Superintendente de Transmisiones
1981-1982	Ing. Proyectos, Interfase para Centro de Operaciones (diseño, supervisión y consultoría)
1982 a la fecha	Ing. de Operación, Centro de Operaciones del Sistema CEL

Publicaciones

"Expectativas en tiempo avenidas Cuenca Lempa", Investigación CEL
"Guía de operación y protección de la subestación de Soyapango", CEL
"Protección no direccional de sobrecorriente", Asesoría de tesis
"Análisis de sobretensiones de frecuencia fundamental y su dependencia de la resistividad en El Salvador", trabajo de Graduación

País

GUATEMALA

Nombre

JOSE TOMAS NUÑEZ PAIZ

Lugar y fecha de nacimiento

Guatemala, Gua., 4 de mayo de 1957

Estado civil

Casado

Estudios profesionales

Ene/74-Nov/80	Ingeniería Mecánica Electricista, Universidad de San Carlos de Guatemala
Ene/88 a la fecha	Estudios de Maestría en Administración de Empresas Universidad Francisco Marroquín

Experiencia profesional

Sep/79-Ene/80	Jefe de Mantenimiento Aire Acondicionado. Teatro Nacional, Centro Cultural de Guatemala
Feb/80-Sep/80	Auxiliar de Ingeniero; Supervisor ITT, North Electric Co., en Centrales Telefónicas que ITT montó para GUATEL
Sep/80-Abr/88	Ingeniero Jefe de Turno, Sección Programación y Despacho, Gerencia de Producción, Inst.Nal.de Electrificación (INDE)
Abr/88 a la fecha	Jefe de la Sección de Programación y Despacho, Gerencia de Producción (INDE)

Publicaciones

"Descripción del sistema eléctrico de Guatemala, a ser operado con un centro de control automático", trabajo presentado en el III Simposio Latinoamericano sobre Centros de Control para Sistemas Eléctricos de Potencia, junio de 1981

País

GUATEMALA

Nombre

GERARDO ALFONSO VETTORAZZI HERRARTE

Lugar y fecha de nacimiento

Guatemala, Gua., 11 de enero de 1958

Estado civil

Casado

Estudios profesionales

Ene/77-dic/84	Estudios de Ingeniería Eléctrica en la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad de San Carlos, de Guatemala

Experiencia profesional

Ene/83 a la fecha	Jefe de Turno, Centro de Despacho de Carga, Subestación Guatemala Sur, San José Villa Nueva, INDE

País

GUATEMALA

Nombre

ELMAR RAUL MENDEZ RIVERA

Lugar y fecha de nacimiento

Guatemala, Gua., 22 de febrero de 1964

Estado civil

Soltero

Estudios profesionales

Ene/80-Oct/84	Ingeniero Electricista, Universidad de San Carlos, de Guatemala

Experiencia docente

Cursos de matemáticas y física (2 meses de duración)

Experiencia profesional

1985-1987	Gerente técnico, empresa AMEC
Nov/87 a la fecha	Ingeniero Jefe de Turno, Sección de Programación y Despacho, Gerencia de Producción, Instituto Nacional de Electrificación (INDE)

Publicaciones

"Cálculo de pérdidas de potencia en Líneas de Transmisión debidas al efecto corona", Tesis de graduación

País

GUATEMALA

Nombre

LUIS ALBERTO MALDONADO SALAZAR

Lugar y fecha de nacimiento

14 de febrero de 1959

Estado civil

Casado

Estudios profesionales

Ene/79-Ago/87	Ingeniería Mecánica Eléctrica, Universidad de San Carlos, de Guatemala

Experiencia docente

Laboratorio de Física II (tres años)
Laboratorio Ingeniería Eléctrica II (un semestre)
Laboratorio Circuitos Eléctricos I (tres años)
Laboratorio Circuitos Eléctricos II (un año)
Laboratorio Mecánica Analítica I (un año)
Tecnología Eléctrica (un semestre)
Circuitos Eléctricos II (un año)

Experiencia profesional

Nov/85-Oct/87	Auxiliar de Ingeniería en la Empresa Sistemas Eléctricos y Electrónicos
Nov/87 a la fecha	Ingeniero Jefe de Turno, Sección Programación y Despacho, Instituto Nacional de Electrificación (INDE)

Publicaciones

- "Evaluación y estudio para el mejoramiento de la iluminación exterior de la ciudad universitaria", trabajo de tesis, julio de 1987
- "Diseño de una prensa Hidráulica", mayo de 1982
- "Análisis de la construcción y estructura del puente Río las Vacas", julio de 1980
- "Manual de conocimientos básicos para el operador de subestaciones eléctricas", en proceso de elaboración

País

GUATEMALA

Nombre

ARMANDO GALVEZ CASTILLO

Lugar y fecha de nacimiento

Guatemala, Gua., 2 de octubre de 1956

Estado civil

Casado

Estudios profesionales

Ene/76-Feb/83	Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos, de Guatemala

Experiencia docente

1982 y 1984	Instructor en el curso de "Técnicas de protección de sistemas eléctricos, dirigido a personal técnico y operativo del Departamento de Operación del INDE. (40 horas de duración)
1984 (2o.sem.)	Catedrático del curso "Ingeniería eléctrica II", Universidad Privada Rafael Landívar
1985 (1er.sem.)	Catedrático del curso "Ingeniería eléctrica I", Universidad Privada Rafael Landívar
Sep/1986	"Introducción a métodos modernos de sistemas eléctricos de potencia", Instructor en el área de protección de sistemas de potencia), Centro de Capacitación del INDE (16 horas de duración)

Experiencia profesional

Ago/81-Jul/83	Ingeniero II, Subestaciones, INDE
Ago/83 a la fecha	Ingeniero Electricista, Protección, INDE

Publicaciones

"Esquemas de protección del sistema eléctrico del INDE", presentado en el 1er. Seminario de Protección a nivel Centroamericano y de Panamá, realizado en San José, Costa Rica, en septiembre de 1987

País

HONDURAS

Nombre

ROSA MA. DIAZ

Lugar y fecha de nacimiento

Comayaguela, D.C., 29 de marzo de 1959

Estado civil

Casada

Estudios profesionales

Ingeniería Eléctrica en la Universidad Nacional Autónoma de Honduras.
De 1977 a 1981

Experiencia profesional

Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE)

9/feb/81 a 20/mar/82	Ing. de Medición
20/mar/82 a 1/jun/84	Ing. de Protección
1/jun/84 a 31/jul/84	Jefe, Unidad de Protección
31/jul/84 a 13/dic/86	Ing. de Protección
13/dic/86 a 18/feb/87	Ing. de Despacho
18/feb/87 a 8/mar/88	Ing. de Operación
8/mar/88 a 10/abr/88	Ing. de Despacho
10/abr/88 a la fecha	Ing. de Operación

País

HONDURAS

Nombre

CARLOS ROBERTO GARCIA BOGRAN

Lugar y fecha de nacimiento

Tegucigalpa, Honduras, 7 de enero de 1960

Estado civil

Soltero

Estudios profesionales

Ingeniería Eléctrica Industrial, Universidad Nacional Autónoma de Honduras, febrero de 1977 a diciembre de 1981. Maestría en Sistemas de Potencia, Lousiana State University, U.S.A., enero de 1983 a agosto de 1984

Experiencia docente

Louisiana State University, laboratorio de "Power Electronics", agosto a diciembre de 1984
Universidad Autónoma de Honduras, "Máquinas Eléctricas I", febrero a junio de 1988

Experiencia profesional

Empresa Nacional de Energía Eléctrica:

Ingeniero Supervisor de Operación, central hidroeléctrica "El Cajón", junio de 1985 a junio de 1987
Ingeniero de Análisis Operativo y Redes, junio de 1987 a la fecha

Publicaciones

"Problemas de estabilidad dinámica en el sistema interconectado centroamericano", VII Convención de Centroamérica y Panamá, del Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos (IEEE)

País

HONDURAS

Nombre

CESAR AUGUSTO LAGOS FIGUEROA

Lugar y fecha de nacimiento

Tegucigalpa, D.C., 13 de abril de 1960

Estado civil

Casado

Estudios profesionales

Ingeniero Electricista Industrial, Universidad Nacional Autónoma de Honduras, febrero de 1977 a diciembre de 1981

Experiencia docente

Profesor de la carrera de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Industrial, Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Materias: "Protección de sistemas de potencia", desde febrero de 1984; "Estabilidad de sistemas de Potencia", desde julio de 1986, y "Instalaciones eléctricas para ingeniería industrial", de julio a diciembre de 1987

Experiencia profesional

Empresa Nacional de Energía Eléctrica:

Ago/80 a Dic/83	Protección del Sistema de Potencia
Ene/84 a Jun/85	Diseño de Alambrado de equipos y paneles
Jul/85 a Jul/87	Actualización de planos de plantas y subestaciones
Ago/87 a la fecha	Planeamiento de la operación del sistema de energía

País

HONDURAS

Nombre

GERARDO ANTONIO SALGADO OCHOA

Lugar y fecha de nacimiento

Tegucigalpa, D.C., 5 de octubre de 1960

Estado civil

Casado

Estudios profesionales

Ingeniería Eléctrica Industrial, Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), 1979 a 1983
Otros cursos: Control de Proyectos; Curso Latinoamericano de Economía y Planificación Energética; Planificación de la Operación de Sistemas Eléctricos de Potencia, y Planificación Energética

Experiencia docente

Instructor del Departamento de Física de la UNAH, 1981

Experiencia profesional

Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE):

1987 a la fecha	Planificador V, Departamento de Planificación Económica
1984 a 1986	Ingeniero Programador, Departamento de Planificación Económica
1983	Ingeniero de Medición, Departamento de Operación
Dic/81 a Feb/82	Práctica en el Departamento de Mantenimiento

País

NICARAGUA

Nombre

ANABELL MONCADA LAGUARTA

Lugar y fecha de nacimiento

Masaya, 25 de octubre de 1961

Estado civil

Casada

Estudios profesionales

1979-1984 Ingeniería Eléctrica, Universidad Centroamericana (UCA), Managua, Nicaragua

Experiencia docente

1981-1984 Profesor de Matemáticas I y II, y Electrotecnia, Universidad Centroamericana

1987 Curso sobre el manejo de microcomputadoras

Experiencia profesional

1985 a la fecha Responsable de la Oficina de Planeamiento Operativo, Gerencia de Control de Energía, INE

País

NICARAGUA

Nombre

OSCAR SAENZ ORDONEZ

Lugar y fecha de nacimiento

León, Nicaragua, 19 de diciembre de 1958

Estado civil

Casado

Estudios profesionales

Ene/74- Dic/82 Ingeniería Eléctrica, Universidad Centroamericana (UCA)

Experiencia docente

Protección de Sistemas de Potencia, Facultad de Ingeniería Eléctrica, Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)

Experiencia profesional

Proyecto geotérmico Momotombo, INE; Dirección de Generación, INE; Dirección de Transmisión, Sovipe Ingenieros, S.A., Proyecto Agroindustrial Ingenio Malacatoya, INE; Proyecto Nacional de Carga, INE

Actualmente, responsable del Departamento de Despacho de Carga

Publicaciones

Control Design Using Polynomial Matrix Interpolation, Proceeding of the 23rd IEEE, Conference on Decision and Control, Las Vegas, Nevada, Diciembre, 1984

Apuntes sobre protección de equipos e instalaciones de baja tensión

País

NICARAGUA

Nombre

RODOLFO LOPEZ GUTIERREZ

Lugar y fecha de nacimiento

Jinotega, 3 de octubre de 1953

Estado civil

Casado

Estudios profesionales

1972-1976 Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Instituto Tecnológico de Monterrey, México

1982-1984 Control Systems, Master of Science in Electrical Eng., University of Notre Dame, U.S.A.

Experiencia docente

Cursos sobre: Introducción e Ingeniería Eléctrica, Circuitos eléctricos, Circuitos magnéticos y transformadores, Sistemas de Control, e Instalaciones eléctricas, Universidad Centroamericana, Managua, Nicaragua

Experiencia profesional

1977-1979 Director de Planificación, INE

1985 a la fecha Diversos puestos en la operación del sistema eléctrico nacional
Gerente de Control de Energía, INE

País

PANAMA

Nombre

JOSE E. BRANDAO

Lugar y fecha de nacimiento

Panamá, Rep. de Panamá, 20 de julio de 1953

Estado civil

Casado

Estudios profesionales

Ago/1972-Mayo/1979	Ingeniero Electricista, Louisiana State University

Experiencia docente

1980-1981	Profesor de Electricidad, Laboratorio de Electricidad Básica, Universidad de Panamá, Capítulo de Chiriquí
1981-1982	Campos Electromagnéticos, Laboratorio de Máquinas Eléctricas II, Universidad Tecnológica de Panamá

Experiencia profesional

Ago/88 a la fecha	Jefe del Departamento de Operaciones de la Gerencia Nacional de Control de Energía, IRHE
Jun/85 - Ago/88	Superintendente de la Central Hidroeléctrica Edwin Fábriga (Fortuna), IRHE
Nov/84 - Jun/85	Jefe de Operaciones de la Central Hidroeléctrica Fortuna (300 MW) IRHE
May/82 - Nov/84	Ingeniero de Diseño Eléctrico del Proyecto Hidroeléctrico Fortuna e Ingeniero de Puesta en Marcha del Equipo Auxiliar del Proyecto Fortuna, IRHE
Oct/80 - May/82	Jefe de Operaciones de la Central La Estrella/Los Valles, IRHE
Jul/79 - Oct/80	Ing. de Operaciones asignado a la Central Hidroeléctrica La Estrella/Los Valles (86 MW), IRHE

Publicaciones

a) "Operación de centrales hidráulicas". Seminario interno IRHE
b) "Sistemas auxiliares...", referentes al proyecto Fortuna

País

PANAMA

Nombre

NELLY MARIA ARJONA DE FLORES

Lugar y fecha de nacimiento

Panamá, Rep. de Panamá, 25 de noviembre de 1957

Estado civil

Casada

Estudios profesionales

1976-1982 Ingeniería Eléctrica en la Universidad Tecnológica de Panamá

Experiencia profesional

1983-1988 Ingeniera de Planeamiento de la Sección de Generación del Departamento de Planeamiento de Sistemas Eléctricos, IRHE

1981-1983 Auxiliar de Ingeniero en el Departamento de Producción, IRHE

País

PANAMA

Nombre

EVARISTO ALVAREZ SANTOS

Lugar y fecha de nacimiento

Panamá, Pan., 19 de diciembre de 1959

Estado civil

Casado

Estudios profesionales

Ene/77-Dic/83	Licenciatura en Ingeniería Electromecánica, Universidad Tecnológica de Panamá

Experiencia docente

Asistente del Curso sobre Potencia II, Universidad Tecnológica de Panamá (1 semestre)

Experiencia profesional

Oct/82-Dic/83	Asistente de Ingeniería, Area de Desarrollo de Programas, COPSI-IRHE
Dic/83-May/84	Asistente de Ingeniería, Area de Contabilidad y Estadísticas, COPSI-IRHE
May/84-Oct/87	Ingeniero, Area de Desarrollo de Programas, COPSI-IRHE
Oct/87-Oct/88	Ingeniero, Area de Seguridad Operativa, COPSI-IRHE
Oct/88 a la fecha	Ingeniero, Area de Desarrollo de Programas, COPSI-IRHE

Publicaciones

Optimización de la utilización de multireservorios para la producción de energía eléctrica, IEEE, Electrovolt, 1984

País

PANAMA

Nombre

ADERITO PASTOR CABRERA

Lugar y fecha de nacimiento

Panamá, Rep. de Panamá, 28 de enero de 1954

Estudios profesionales

Sep/72-Jun/76	Lic. en Electrónica, Universidad de Clermont-Ferrand, Francia
Sep/76-Jun/78	Maestría en Electrónica, Electrotecnia y Automática, Universidad de Clermont-Ferrand, Francia
Sep/78-Jun/79	Diploma de Estudios Avanzados en Electrónica, Universidad de Clermont-Ferrand, Francia
Sep/79-Jun/81	Doctorado de Especialización, Universidad de Clermont-Ferrand, Francia

Experiencia docente

Curso de Electrónica y Automática para la formación profesional, Instituto Universitario Tecnológico Clermont I (2 semestres)

Curso de Electrónica II, Universidad Tecnológica de Panamá (2 semestres)

Curso de Control I y II, Universidad Tecnológica de Panamá (2 semestres)

Seminario sobre Manejo de Multireservorios, IRHE, Panamá (1 semana)

Experiencia profesional

Abr/81-Dic/82	Profesor de la Universidad Tecnológica
Jun/81-Jun/82	Ingeniero en el Centro de Operaciones del IRHE
Jun/82 a la fecha	Jefe de la Sección de Desarrollo de Programas, Centro de Operaciones del IRHE

Publicaciones

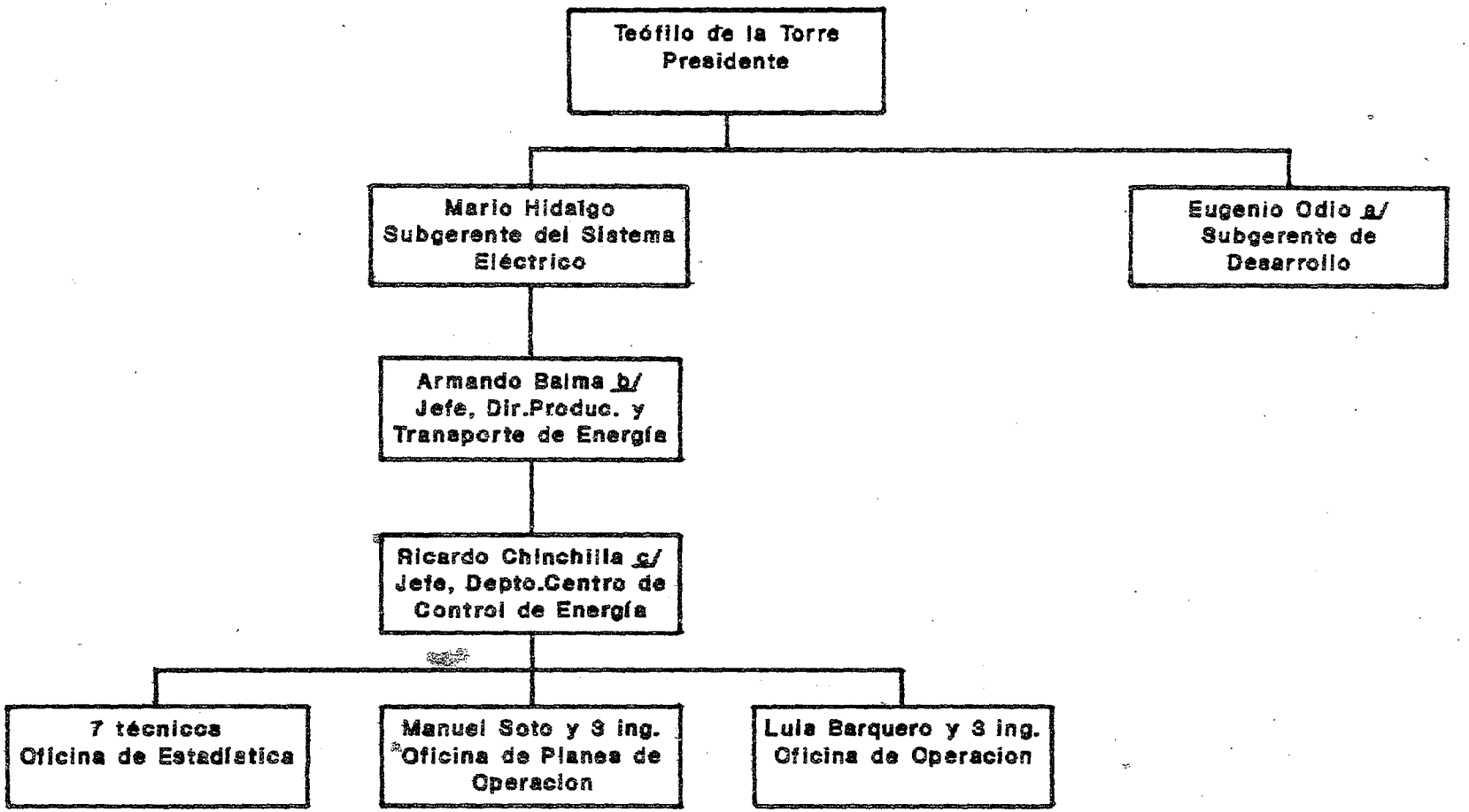
Méthode Robuste pour la Classification Sequentielle, III Congres d'Intelligence Artificielle, Nancy 1981

Reconocimiento de patrones y aplicación industrial, CONCAPAN, Panamá, 1982

Optimización de la utilización de Multireservorios para la producción de energía eléctrica, IEEE, Electronvolt, 1984

4. Organigramas de la parte operativa de las empresas eléctricas

COSTA RICA (ICE) ORGANIZACION
AREA OPERACION SISTEMA INTERCONECTADO



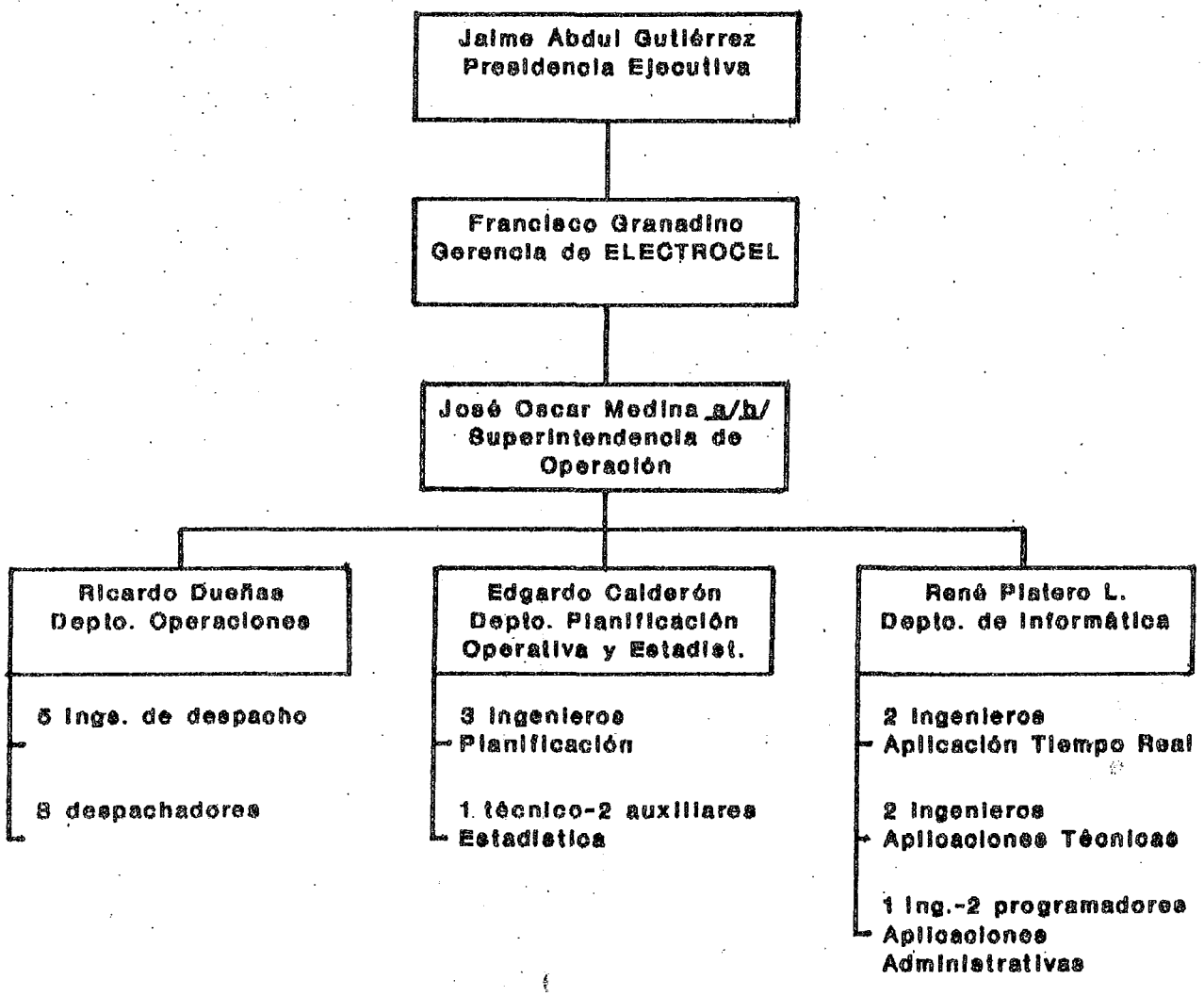
a/ Integrantes del GRIE.

b/ Coordinador General del PARSEICA.

c/ Coordinador nacional del PARSEICA.

Diagrama 1

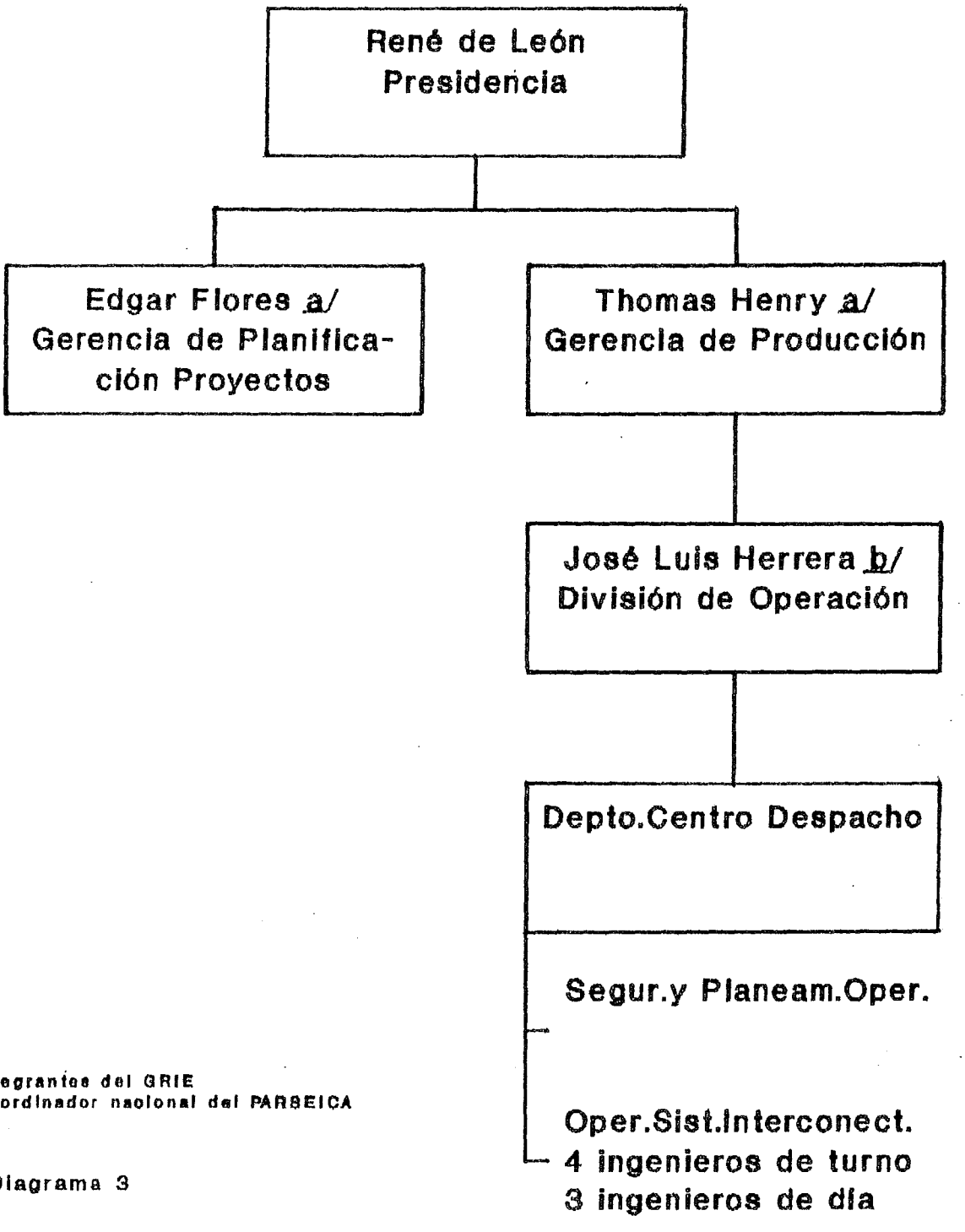
EL SALVADOR (CEL) ORGANIZACION AREA OPERACION SISTEMA INTERCONECTADO



a/ Integrante del GRIE, junto con el Lic. Felipe García Renderos
b/ Coordinador nacional del PARSEICA.

Diagrama 2

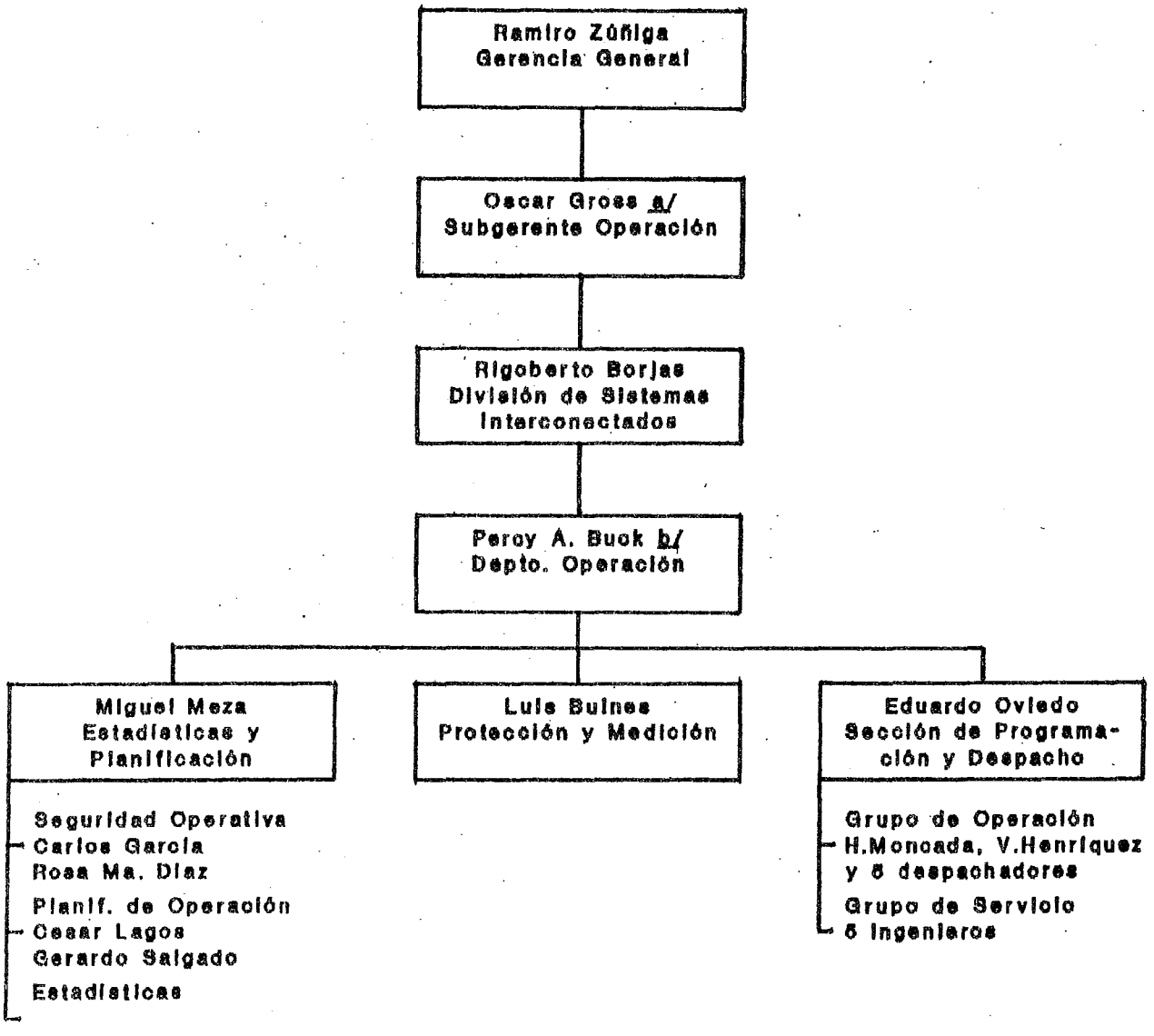
GUATEMALA (INDE) ORGANIZACION AREA OPERACION SISTEMA INTERCONECTADO



a/ Integrantes del GRIE
b/ Coordinador nacional del PARSEICA

Diagrama 3

HONDURAS (ENEE) ORGANIZACION
AREA OPERACION SISTEMA INTERCONNECTADO



a/ Integrante del GRIE, junto con el Lic. Mauricio Mossi, Director de Planificación y Control de Proyectos.

b/ Coordinador nacional del PARSEICA.

Diagrama 4

NICARAGUA (INE) ORGANIZACION
AREA OPERACION SISTEMA INTERCONECTADO

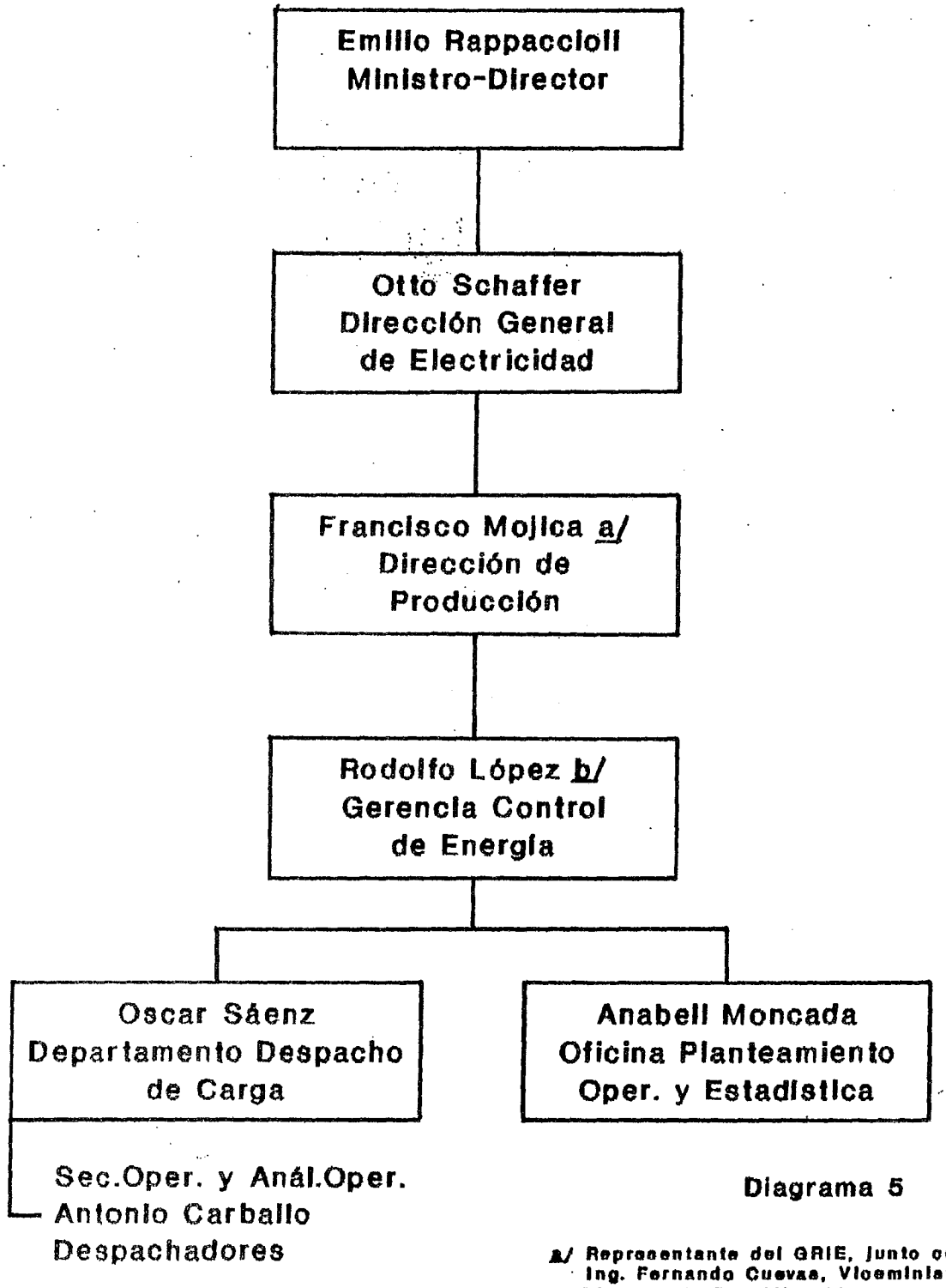
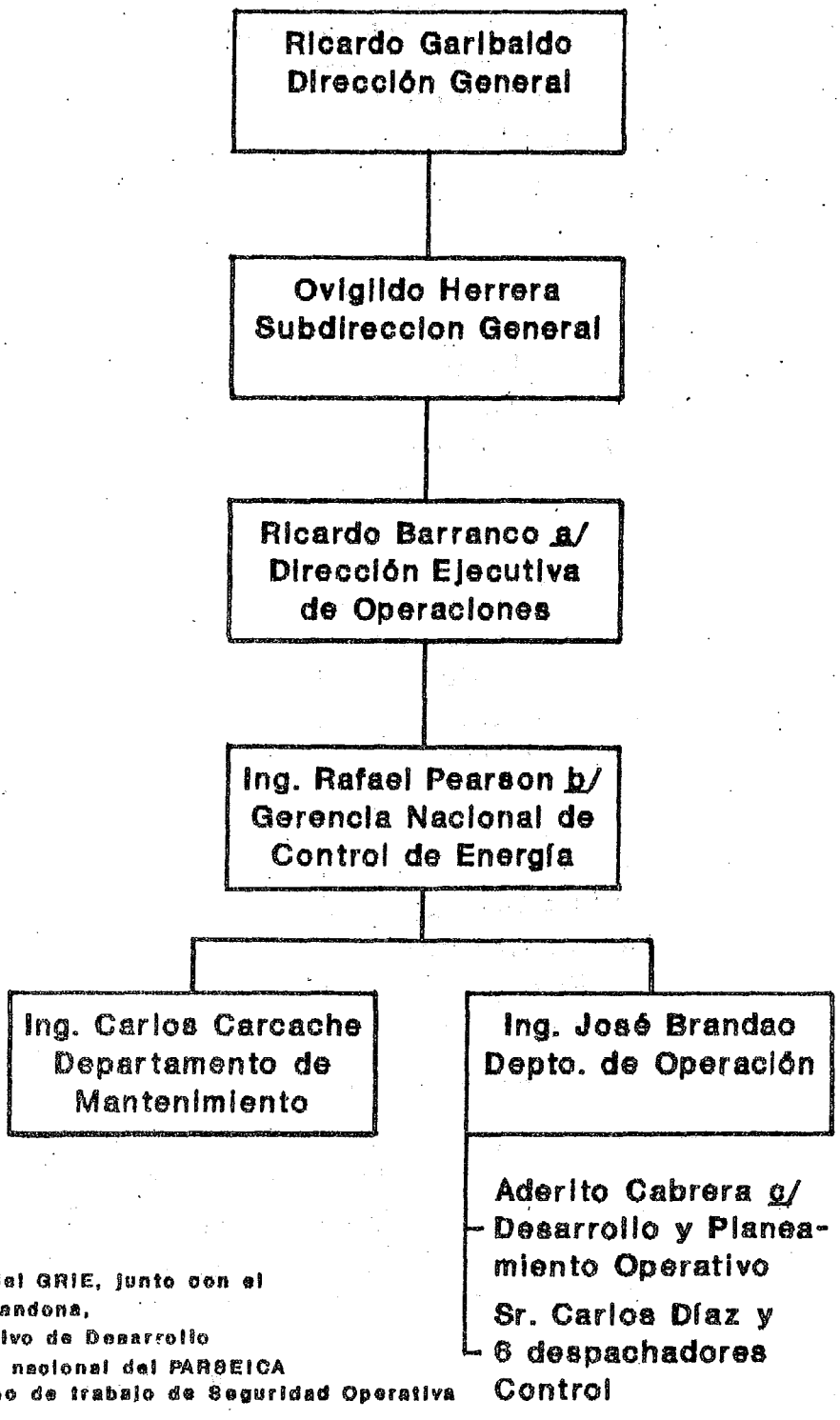


Diagrama 5

a/ Representante del GRIE, junto con el Ing. Fernando Cuevas, Viceministro y Director de Planificación
b/ Coordinador Nacional del Parsecos

PANAMA (IRHE) ORGANIZACION
AREA OPERACION SISTEMA INTERCONECTADO



a/ Integrante del GRIE, junto con el Ing. Carlos Algandona, Director Ejecutivo de Desarrollo
b/ Coordinador nacional del PARSEICA
c/ Incluye grupo de trabajo de Seguridad Operativa

Diagrama 6

II. TERMINOS DE REFERENCIA PARA LA CONTRATACION DEL DIRECTOR TECNICO DEL PARSEICA

1. Resumen

Los seis organismos nacionales de electrificación de América Central han formulado, con el apoyo de la CEPAL, un programa de actividades regionales en el subsector eléctrico del Istmo Centroamericano (PARSEICA) encaminado a mejorar la operación de los sistemas eléctricos nacionales e interconectados del área. Dicho proyecto consta de dos componentes: uno de seguridad operativa, que se abordará mediante un conjunto de programas digitales para análisis fuera de línea de redes eléctricas, y otro de planificación de la operación de los recursos energéticos, el cual consistirá en el diseño y desarrollo de modelos digitales, tomando en cuenta la estructura hidrológica de cada país. En ambos componentes existe un importante ingrediente de capacitación y transferencia de tecnología. La capacitación formal se realizará mediante cinco cursos sobre análisis de redes eléctricas, tanto en régimen permanente como dinámico, así como por medio de dos seminarios sobre planificación de la operación y un seminario sobre metodologías de adiciones de generación-transmisión. El PARSEICA incluye la instalación de un computador en cada país, en el cual se implantarán los modelos digitales de ambos componentes.

Estos términos de referencia tienen como propósito describir someramente el PARSEICA para que los consultores interesados en solicitar el puesto de Director Técnico adquieran un conocimiento general del Proyecto. 4/ El PARSEICA cuenta con financiamiento del BID y será ejecutado por el Instituto Costarricense de Electricidad con la participación de las otras cinco empresas eléctricas nacionales. La sede se ubicará en San José, Costa Rica, si bien las actividades se distribuirán en los seis países de América Central.

Para la ejecución del Programa, el ICE integrará una unidad ejecutora con un Coordinador General, un Director Técnico, y dos profesionales locales

---

4/ Adicionalmente, se encuentran a disposición de los interesados dos documentos básicos: Banco Interamericano de Desarrollo, Programa de actividades regionales en el subsector eléctrico del Istmo Centroamericano. Plan de operaciones (TC-84-04-19-7-RE) y el Convenio sobre cooperación técnica no reembolsable entre el Banco Interamericano de Desarrollo y el Instituto Costarricense de Electricidad. (ATN/SF- -RE).

a la cual dotará de apoyo secretarial y logístico. El Proyecto será supervisado por las empresas, mediante reuniones de dos foros regionales vigentes: el Subcomité Centroamericano de Electrificación y Recursos Hidráulicos y el Grupo Regional de Interconexión Eléctrica (GRIE).

Para revisar la programación de las actividades del Programa, y supervisar y evaluar progresivamente su desarrollo, el ICE constituirá un Comité de Programación y Evaluación (CPE). Este comité estará integrado por el Coordinador General, el Director Técnico, dos funcionarios del BID y dos funcionarios representantes de las empresas eléctricas nacionales del Istmo Centroamericano.

En la sección 3 se describen las funciones y los requisitos que deberá llenar el consultor, por separado se entregará a los interesados un prototipo del contrato que se firmaría entre el consultor y el ICE.

2. Descripción del proyecto

El PARSEICA tiene como objetivos principales: a) fortalecer la capacidad técnica de las empresas eléctricas nacionales del Istmo Centroamericano para operar de una manera segura, económica y coordinada los sistemas eléctricos nacionales e interconectados de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá, y b) promover la operación integrada de dichos sistemas. Para alcanzar estos objetivos se realizarán las siguientes actividades.

Capacitación. Se llevarán a cabo cinco cursos sobre seguridad operativa, que comprenderán: a) análisis de sistemas eléctricos; b) control de frecuencia y potencia activa; c) control de voltaje y potencia reactiva; d) estabilidad transitoria de sistemas eléctricos, y e) estabilidad dinámica de sistemas eléctricos. Cada curso durará dos semanas e incluirá prácticas de simulación digital con datos de los propios sistemas eléctricos del Istmo Centroamericano. Asimismo, se realizarán tres seminarios de una semana cada uno; dos de ellos versarán sobre planificación de la operación y el tercero sobre metodologías para planificar la expansión de sistemas eléctricos. Los cursos y el seminario sobre planificación de adiciones serán impartidos por consultores individuales, y los seminarios sobre planificación de la operación serán dirigidos por la firma consultora que se contrate para desarrollar los modelos de ese componente. En cada curso y seminario participarán cuatro profesionales de cada una de las seis empresas eléctricas nacionales.

Seguridad operativa. Se instalará en el computador de cada uno de los seis países un simulador interactivo de sistemas eléctricos que comprende los siguientes modelos: flujos de potencia, fallas, estabilidad transitoria y estabilidad dinámica. Una vez instalado este simulador, se realizarán estudios para evaluar la seguridad operativa de los sistemas eléctricos tanto nacionales como en el ámbito regional para un período de cinco años; estos trabajos los realizarán consultores individuales. Asimismo, se contratará una firma consultora para determinar experimentalmente, mediante pruebas de campo, los parámetros de subsistemas de control de voltaje y velocidad de un mínimo de dos unidades generadoras en cada uno de los países del Istmo Centroamericano.

Planificación de la operación. Se revisarán, mejorarán y/o elaborarán modelos de simulación digital para planificar la operación de los sistemas eléctricos nacionales a largo y mediano plazo. Dichos modelos se diseñarán de acuerdo con las características de los embalses de cada país. Este componente incluirá todas las actividades relacionadas con la planificación de la operación, incluyendo la recolección, depuración y administración de la información hidrológica y de otro tipo requeridas, así como estimaciones de carga, mantenimiento de unidades generadoras y los programas para optimizar la operación de los recursos energéticos. Una vez instalados y probados los programas digitales para planeamiento operativo se llevarán a cabo estudios para evaluar los beneficios económicos de operar los sistemas ante distintos escenarios de coordinación. Asimismo, dentro de este componente, se revisarán los reglamentos, acuerdos y organización vigentes para el manejo de los intercambios de energía y se elaborarán propuestas para mejorarlos. Los trabajos de desarrollo y puesta en práctica de los modelos digitales sobre planificación de la operación se encomendarán a una firma consultora.

Computadoras. Se adquirirán e instalarán en cada uno de los seis países de América Central equipos de cómputo tipo mini o supermicro para implantar en ellos los programas de simulación digital de seguridad operativa y de planeamiento operativo.

Coordinación de sistemas. Se realizará una evaluación de los centros de control de energía y sistemas de comunicación utilizados para supervisar y controlar la operación de los sistemas eléctricos nacionales. En primer lugar, se elaborará un inventario de los equipos existentes, y luego se efectuará un diagnóstico sobre si éstos se adecúan a la modalidad de

operación establecida por los países del Istmo. Se prepararán especificaciones funcionales para un centro regional de control de energía. Asimismo, se evaluarán los acuerdos, reglamentos y procedimientos de operación y las prácticas e instalaciones existentes para la programación y ejecución del mantenimiento de centrales, líneas y subestaciones de los sistemas eléctricos. Para estas actividades se contratarán los servicios de dos consultores individuales.

3. Descripción de funciones para el Director Técnico

Título del puesto: Director Técnico del PARSEICA

Organización: Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), en su calidad de organismo ejecutor del Programa

Sede: San José de Costa Rica

Funciones: Bajo la supervisión del Coordinador General del PARSEICA, el Director Técnico desarrollará actividades relacionadas con el proyecto. En particular, será responsable de los siguientes aspectos:

1) Coordinar la preparación de un informe inicial que incluirá: a) un plan de trabajo detallado para la realización del programa; b) normas específicas para la coordinación y supervisión del programa por parte de las seis empresas eléctricas del Istmo Centroamericano; c) los términos de referencia detallados de los trabajos que efectuarán los expertos internacionales sobre seguridad operativa; d) los términos de referencia detallados de los trabajos que llevarán a cabo las firmas consultoras de seguridad operativa y de planeamiento operativo; e) las especificaciones técnicas de los equipos de cómputo que se adquirirán.

2) Preparar los términos de referencia detallados para los demás consultores que serán contratados para la realización del programa.

3) Preparar las especificaciones técnicas de los equipos que se adquirirán para el proyecto.

4) Evaluar las propuestas técnicas que presenten los demás consultores y participar en la selección.

5) Orientar y supervisar los trabajos de los consultores.

6) Organizar los grupos de trabajo ad hoc que sean necesarios y supervisar sus actividades y resultados.

7) Supervisar la preparación de los informes técnicos del programa.

8) Organizar y coordinar los cursos, seminarios, reuniones y demás actividades contempladas en el Programa.

9) Integrar en un solo documento los informes de los consultores sobre normas, reglamentos y acuerdos de interconexión.

10) Actuar como Secretario del Comité de Programación y Evaluación, el cual se reunirá, en principio, cada seis meses. Para ello, será responsable de enviar a sus miembros los temarios y documentos que se considerarán en las reuniones y de preparar las actas de las mismas.

11) Coordinar y supervisar las actividades técnicas del programa.

Requisitos: El experto internacional deberá ser ingeniero electricista con estudios de posgrado sobre análisis de sistemas eléctricos de potencia, contar con un mínimo de diez años de experiencia en operación de sistemas eléctricos, con énfasis en alguno de los dos componentes del Proyecto: seguridad y/o planeamiento operativo. De preferencia deberá contar con experiencia en la coordinación de programas regionales o multinacionales del subsector eléctrico.

El experto se contratará por un plazo de 30 meses a tiempo completo, cuyos servicios se pagarán con cargo a la contribución del BID y de acuerdo con las políticas establecidas por este organismo. Por separado se cubrirán los gastos de instalación y repatriación.

El experto tendrá como sede la ciudad de San José en Costa Rica y deberá estar dispuesto a viajar lo necesario para la realización del Proyecto, tanto a países de América Central como fuera de ella.

Idiomas: Español, indispensable; conocimientos de inglés, deseables.

III. ADECUACION Y MEJORAS AL SIMULADOR INTERACTIVO DE SISTEMAS DE POTENCIA (SISP)

1. Introducción

Las seis empresas eléctricas nacionales de América Central formularon, con el apoyo de la CEPAL, el Programa de Actividades Regionales en el Subsector Eléctrico del Istmo Centroamericano, en Operación de Sistemas Eléctricos (PARSEICA). El objetivo general de dicho programa es fortalecer la capacidad de las empresas eléctricas mencionadas, para lograr la operación integrada, segura y económica de los sistemas eléctricos interconectados del Istmo.

El PARSEICA tiene dos componentes técnicos fundamentales: uno que atenderá el tema de planeamiento operativo, y otro, el de seguridad operativa. Para este último tema se ha convenido que la Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.) de México --en calidad de cooperación técnica-- cederá a las empresas mencionadas el Simulador Interactivo de Sistemas de Potencia (SISP), incluyendo código fuente, manuales técnicos y de usuario, en el estado que éstos se encuentren. Esta cooperación se concretará mediante un convenio específico entre la C.F.E. y cada empresa eléctrica nacional de América Central.

Hasta la fecha, las seis empresas eléctricas nacionales del Istmo Centroamericano han utilizado el SISP en la realización de 11 estudios puntuales, todos sobre seguridad operativa, por lo que las empresas disponen de un conocimiento adecuado del funcionamiento y de las características del SISP.

Para la realización del PARSEICA, se cuenta con financiamiento proporcionado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), que será administrado por el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), en su calidad de organismo ejecutor del proyecto. Este documento tiene como propósito, en primera instancia, describir el Proyecto y, enseguida, establecer los trabajos de adecuación y mejoras al SISP.

Adicionalmente, las seis empresas eléctricas nacionales de América Central tienen sumo interés en que la C.F.E. se haga cargo de los trabajos de adecuación y mejoras al SISP. Para ello, sería necesario, por requerimientos del BID, formalizar los compromisos mediante contrato entre la C.F.E. y el ICE, en su calidad de unidad ejecutora. Los costos asociados con los trabajos de adecuación y mejoras al SISP serán sufragados con la contribución del BID.

En un anexo se incluyen los principales datos de los sistemas eléctricos nacionales del Istmo Centroamericano.

2. Descripción del PARSEICA

El PARSEICA tiene como objetivos principales: a) fortalecer la capacidad técnica de las empresas eléctricas nacionales del Istmo Centroamericano para operar de una manera segura, económica y coordinada los sistemas eléctricos nacionales de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá, y b) promover la operación integrada de dichos sistemas. Para alcanzar estos objetivos se realizarán las siguientes actividades.

a) Capacitación

Se llevarán a cabo cinco cursos sobre seguridad operativa, que comprenderán: i) análisis de sistemas eléctricos; ii) control de frecuencia y potencia activa; iii) control de voltaje y potencia reactiva; iv) estabilidad transitoria de sistemas eléctricos, y v) estabilidad dinámica de sistemas eléctricos. Cada curso durará dos semanas e incluirá prácticas de simulación digital con datos de los propios sistemas eléctricos del Istmo Centroamericano. Asimismo, se realizarán tres seminarios de una semana cada uno; dos de ellos versarán sobre planificación de la operación y el tercero sobre metodologías para planificar la expansión de sistemas eléctricos. Los cursos y el seminario sobre planificación de adiciones serán impartidos por consultores individuales, y los seminarios sobre planificación de la operación serán dirigidos por la firma consultora que se contrate para desarrollar los modelos de ese componente. En cada curso y seminario participarán cuatro profesionales de cada una de las seis empresas eléctricas nacionales. Los cursos sobre seguridad operativa se dictarán en México, ya que para la parte práctica (simulación digital) se contará con el apoyo de la C.F.E., consistente en el uso del SISP y de las instalaciones correspondientes.

b) Seguridad operativa

Se instalará en el computador de cada uno de los seis países un simulador interactivo de sistemas eléctricos que comprenderá los siguientes modelos: flujos de potencia, fallas, estabilidad transitoria y estabilidad

dinámica. Una vez instalado este simulador, se elaborarán estudios para evaluar la seguridad operativa de los sistemas eléctricos, tanto nacionales como en el ámbito regional, para un período de cinco años; estos trabajos los realizarán consultores individuales. Asimismo, se contratará una firma consultora para determinar experimentalmente, mediante pruebas de campo, los parámetros de subsistemas de control de voltaje y velocidad de un mínimo de dos unidades generadoras en cada uno de los países del Istmo Centroamericano. En esta última actividad también se tiene previsto realizar un seminario/ taller para lograr una transferencia de conocimientos más efectiva durante las pruebas de campo.

c) Planificación de la operación

Se revisarán, mejorarán y/o elaborarán modelos digitales de simulación y de optimización para planificar la operación de los sistemas eléctricos nacionales a largo y mediano plazos. Dichos modelos se diseñarán de acuerdo con las características de los embalses de cada país. Este componente considerará todas las actividades relacionadas con la planificación de la operación, incluyendo la recolección, depuración y administración de la información hidrológica y de otro tipo requeridas, así como el desarrollo de modelos para estimaciones de carga, mantenimiento de unidades generadoras y de los programas digitales para optimizar la operación de los recursos energéticos. Una vez instalados y probados los programas digitales para planeamiento operativo, se llevarán a cabo estudios para evaluar los beneficios económicos de operar los sistemas ante distintos escenarios de coordinación. Asimismo, dentro de este componente, se revisarán los reglamentos, acuerdos y organización vigentes para el manejo de los intercambios de energía, y se formularán propuestas para mejorarlos. Los trabajos de desarrollo y puesta en práctica de los modelos digitales sobre planificación de la operación se encomendarán a una firma consultora.

d) Computadoras

Se adquirirán e instalarán en cada uno de los seis países de América Central equipos de cómputo para implantar en ellos los programas de simulación digital de seguridad operativa y de planeamiento operativo.

e) Coordinación de sistemas

Se evaluarán los centros de control de energía y sistemas de comunicación utilizados para supervisar y controlar la operación de los sistemas eléctricos nacionales. En primer lugar, se elaborará un inventario de los equipos existentes, y luego se efectuará un diagnóstico para determinar si éstos se adecúan a la modalidad de operación establecida por los países del Istmo. Se prepararán especificaciones funcionales para un centro regional de control de energía. Asimismo, se evaluarán los acuerdos, reglamentos y procedimientos de operación, y las prácticas e instalaciones existentes para la programación y ejecución del mantenimiento de centrales, líneas y subestaciones de los sistemas eléctricos. Para realizar estas actividades se contratarán los servicios de dos consultores individuales.

3. Trabajos de adecuación y mejoras al SISP

a) Objetivos

i) Analizar las características técnicas de la computadora tipo mini o supermicro que se tiene prevista instalar en cada empresa eléctrica, para la adecuación, instalación y pruebas del SISP.

ii) Partiendo del SISP en el estado en que sea entregado por la C.F.E., adecuarlo e implantarlo en las computadoras antes mencionadas.

iii) Mejorar el SISP en su interfase hombre máquina, adición de nuevas funciones y cambios en funciones existentes, e implantarlo en las computadoras antes mencionadas.

iv) Adiestrar personal profesional de las empresas en la utilización del SISP.

v) Elaborar manuales técnicos y de usuario que incorporen las modificaciones y mejoras hechas al SISP.

b) Adecuación del SISP

Para la adecuación del SISP se tomará como base el SISP en el estado en que éste sea entregado por la C.F.E. a las empresas eléctricas del Istmo. Dicha versión incluye las funciones de flujos de potencia, fallas, estabilidad transitoria y estabilidad dinámica.

La adecuación del SISP consistirá en:

i) Analizar las características técnicas de las computadoras seleccionadas y elaborar un programa detallado de trabajo con estimaciones de tiempo y recursos requeridos para adecuar, instalar y probar el SISP en los equipos seleccionados;

ii) Suministrar, adecuar, probar y dejar funcionando el SISP en cada uno de los seis equipos de computación mencionados anteriormente, y

iii) Proporcionar adiestramiento técnico para utilizar el SISP.

Esta fase se plantea sobre el supuesto de que las computadoras seleccionadas sean distintas a la PRIME, en la que se encuentra instalado el SISP en la C.F.E.

c) Mejoras al SISP

Después de la adecuación del SISP se procedería a realizar lo siguiente:

i) Mejoras generales

1) Agregar una función que calcule parámetros de líneas de transmisión, incluyendo las matrices en coordenadas de fase y en componentes simétricas, el modelado de hasta cuatro líneas paralelas en la misma torre y que cada fase pueda tener hasta cuatro subconductores. Asimismo, que determine el circuito Pi equivalente para secuencia positiva y cero.

2) Función flujos de carga

- Agregar facilidades para clasificar elementos que excedan un cierto nivel preestablecido: cargas en transformadores y líneas, voltajes nodales. Distintos criterios para seleccionar información nodal, cálculo y reporte de pérdidas por elemento y totales.

- Incorporar la opción de considerar o no los cambiadores de derivaciones (taps) bajo carga --a juicio del usuario-- de manera general o individual en corridas de flujos. Se deberá permitir controlar el voltaje de un nodo local o remoto. La representación del tap se podrá modelar como una variable continua y al final seleccionar el valor discreto real más cercano.

- Incluir la posibilidad de controlar el flujo de potencia en líneas de interconexión, pudiéndose especificar para ello un nodo compensador para cada país o área eléctrica.

- Permitir que cuando un generador alcance su límite de reactivos, éste pueda retomar su capacidad de control (volver a ser nodo P-V), si así ocurriese durante la corrida.

- Mejorar la interfase de los resultados de flujos de carga con las funciones de corto circuito, estabilidad transitoria y estabilidad dinámica, eliminando la dependencia del usuario y haciendo transparente para éste la intercomunicación entre los distintos modelos o actividades.

- Incorporar la facilidad de modelar transformadores defasadores.

- Agregar la facilidad de que los resultados impresos se obtengan en forma gráfica (vaciados automáticos en diagramas unifilares).

3) Estudios de corto circuito

- Adicionalmente al propósito con el que fue desarrollada y con el que se encuentra operando esta función, como parte del SISP, como paso intermedio entre estudios de flujos y de estabilidad se requiere complementarla para llevar a cabo estudios y análisis de ingeniería de protecciones (especificación de interruptores, selección de esquemas de protección y coordinación de protecciones).

- Incluir el modelado de transformadores que agreguen defasamientos, a fin de poder calcular, en un nivel de voltaje, corrientes y voltajes debidos a fallas en otro nivel de tensión.

- Mejorar la especificación, a nivel de impedancias y sus conexiones, para definir los circuitos equivalentes de transformadores, evitando en lo posible la necesidad de que el usuario conozca en detalle dichos equivalentes.

- Agregar facilidades de reporte para obtener los voltajes y corrientes en nodos alejados de la falla, dejando la selección de dichos nodos a criterio del usuario.

- Incluir la facilidad de reportar para todos los nodos del sistema, el cálculo de falla a tierra.

- Mejorar la interfase del programa de fallas con los de estabilidad, a fin de evitar la posibilidad de errores al tener que teclearse --como se hace actualmente-- los equivalentes de secuencia negativa y cero por el usuario.

- Mejorar los formatos de entrada de datos de acoplamientos magnéticos.

4) Estabilidad transitoria

- Agregar reporte de la trayectoria de impedancia (V/I) para utilizarse en estudios de protecciones. Incluir la facilidad de modelar esquemas de protecciones en estudios de estabilidad.

- Agregar modelado de los subsistemas de control de voltaje, incluyendo los estabilizadores de potencia.

- Mejorar el switcheo automático de la representación de la carga, particularmente para casos de difícil convergencia por problemas de control de voltaje. En cualquier caso, el usuario deberá conocer las consideraciones hechas por los modelos de simulación.

- Aumentar a 24 el número de compensadores estáticos de VAR que se puedan representar.

5) Estabilidad dinámica

- Incorporar facilidades que permitan realizar pruebas de escalón a los diferentes elementos de control de voltaje y velocidad.

- Ampliar el tipo de modelos para gobernadores y reguladores de voltaje que pueden ser representados. Dar facilidades para que exista una biblioteca de estos componentes y que el usuario pueda dar de alta nuevos modelos.

- Agregar a la función de cálculo en el dominio del tiempo, otra que permita estimar las regiones de estabilidad en el dominio de la frecuencia.

- Incluir la representación de relevadores de baja frecuencia, en forma similar a como están en estabilidad transitoria.

ii) Mejoras de interfase hombre-máquina. Este tipo de mejoras serán presentadas por la unidad ejecutora a más tardar 45 días calendario después de entregada la adecuación del SISP.

Se deberá modificar, probar y dejar funcionando la nueva versión del SISP en cada uno de los seis equipos de computación seleccionados para las empresas del Istmo.

Durante la entrega del SISP (versión mejorada) a cada empresa eléctrica, se realizarían pruebas siguiendo un protocolo acordado previamente con la unidad ejecutora. Dichas pruebas deberán ejecutarse con los datos reales correspondientes a los sistemas eléctricos nacionales e interconectados. La depuración de los datos sería responsabilidad de las propias empresas eléctricas.

d) Garantías y documentación del SISP

Por requerimientos del BID, se deberá garantizar el funcionamiento del SISP (versión mejorada) durante un período mínimo de dos años y deberá suministrarse un juego completo y final de los documentos de programación.

Estos documentos incluirán cualquier cambio o revisión realizados durante la implantación, y consistirán de tres copias para cada país de:

- Una lista maestra básica de toda la programación suministrada (código fuente).
- Una descripción general de la función de los programas, especificaciones de entrada/salida, lógica general, subrutinas empleadas e interfases con otros programas.
- Toda la documentación necesaria para hacer modificaciones a los programas, estando escrito cada programa en FORTRAN 77.
- Un documento que contenga explicación detallada de los errores posibles de operación, sus causas y su corrección.
- Todas las instrucciones de operación de los programas.
- Manuales de usuario.

La documentación debe contener suficiente información para la incorporación de modelos de control y para el redimensionamiento por el crecimiento de los sistemas.

4. Organización y plazo de ejecución

Se espera que al término de los trabajos, las empresas contarán con el SISP debidamente probado, instalado y documentado, y con personal capacitado para utilizarlo y mantenerlo de manera eficiente. Con este fin, cada empresa designará al inicio del trabajo dos profesionales competentes, quienes serán responsables de la recepción y pruebas del SISP. Asimismo, al inicio de las actividades se establecería una organización adecuada para cumplir con el plazo máximo de ejecución que será de once meses y deberá contemplar las siguientes etapas:

a) Análisis de las características técnicas de las computadoras;
b) Adecuación e implantación del SISP en su estado actual;
c) Mejoras e implantación del SISP;
d) Pruebas de aceptación final.

IV. SERVICIOS DE CONSULTORIA PARA PLANEAMIENTO OPERATIVO EN EL SUBSECTOR ELECTRICO DEL ISTMO CENTROAMERICANO

(Términos de referencia)3/

1. Introducción

Los seis organismos nacionales de electrificación de América Central han formulado, con el apoyo de la CEPAL, un Programa de Actividades Regionales en el Subsector Eléctrico del Istmo Centroamericano (PARSEICA), encaminado a mejorar la operación de los sistemas eléctricos nacionales e interconectados del área.

El Proyecto consta de dos componentes: uno de seguridad operativa, que se abordará mediante un conjunto de programas digitales para análisis fuera de línea de redes eléctricas, y otro de planificación de la operación de los recursos energéticos, el cual comprenderá el diseño y desarrollo de modelos digitales, acordes con la estructura hidrológica y térmica utilizada para generación eléctrica de cada país. Estos modelos se orientarán a planificar de manera óptima y autónoma la operación de los sistemas eléctricos nacionales, así como a evaluar la conveniencia de efectuar intercambios de energía con otros países, a mediano y largo plazos. No se desarrollarán modelos para planificar la operación a corto plazo (predespacho horario o programación de unidades (Unit Commitment)) o en línea (despacho económico).

Ambos componentes incluyen un rubro importante de capacitación y transferencia de tecnología. La capacitación formal se realizará mediante cinco cursos sobre análisis de redes eléctricas, tanto en régimen permanente como dinámico, así como por medio de dos seminarios sobre planificación de la operación y un seminario sobre metodologías de adiciones de generación-transmisión.

El PARSEICA incluye la instalación de un computador en cada país, en el cual se implantarán los modelos digitales de ambos componentes.

Estos términos de referencia tienen el propósito de describir el PARSEICA para que las firmas consultoras, interesadas en concursar para la realización de los trabajos requeridos en la planificación de la operación, adquieran un conocimiento general del Proyecto. El PARSEICA cuenta con

---

3/ Para la preparación de estos términos de referencia se contó con el apoyo de los ingenieros José O. Medina y Edgardo A. Calderón, funcionarios de la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL).

financiamiento del BID, y los fondos serán administrados por el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), en su papel de organismo ejecutor del proyecto. Por esta razón, la contratación y todos los aspectos financieros y legales que surjan con motivo de estos términos de referencia serán formalizados entre el ICE y el consultor. La sede se ubicará en San José, Costa Rica, si bien las actividades se distribuirán en los seis países de América Central.

El ICE integrará una unidad ejecutora y estará formada por un Coordinador General, un Director Técnico, y dos profesionales locales, y estará dotada de apoyo secretarial y logístico. El Proyecto será supervisado por las empresas mediante reuniones de dos foros regionales vigentes: el Subcomité Centroamericano de Electrificación y Recursos Hidráulicos (SCERH) y el Grupo Regional de Interconexión Eléctrica (GRIE).

Para revisar la programación de las actividades del Programa, y supervisar y evaluar progresivamente su desarrollo, el ICE constituirá un Comité de Programación y Evaluación (CPE). Este comité estará integrado por el Coordinador General, el Director Técnico, dos funcionarios del BID y dos funcionarios representantes de las empresas eléctricas del Istmo Centroamericano.

Se incluyen en estos términos de referencia los temarios provisionales de los dos seminarios sobre planificación de la operación, y una breve descripción de las metodologías actualmente utilizadas en los países de América Central, para planificar la operación. En un anexo de este documento se describen las principales características de los sistemas eléctricos.

2. Descripción del PARSEICA

El PARSEICA tiene como objetivos principales: a) fortalecer la capacidad técnica de las empresas eléctricas nacionales del Istmo Centroamericano para operar de una manera segura, económica y coordinada los sistemas eléctricos nacionales de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá, y b) promover la operación integrada de dichos sistemas. Para alcanzar estos objetivos se realizarán las siguientes actividades.

a) Capacitación

Se llevarán a cabo cinco cursos sobre seguridad operativa, que comprenderán: i) análisis de sistemas eléctricos; ii) control de voltaje y potencia reactiva; iii) control de frecuencia y potencia activa; iv) estabilidad transitoria de sistemas eléctricos, y v) estabilidad dinámica de sistemas eléctricos. Cada curso durará dos semanas e incluirá prácticas de simulación digital con datos de los propios sistemas eléctricos del Istmo Centroamericano. Asimismo, se realizarán tres seminarios de una semana cada uno; dos de ellos versarán sobre planificación de la operación y el tercero sobre metodologías para planificar la expansión de sistemas eléctricos. Los cursos y el seminario sobre planificación de adiciones serán impartidos por consultores individuales, y los seminarios sobre planificación de la operación serán dirigidos por la firma consultora que se contrate para desarrollar los modelos de ese componente. En cada curso y seminario participarán cuatro profesionales de cada una de las seis empresas eléctricas nacionales.

b) Seguridad operativa

Se instalará en el computador de cada uno de los seis países un simulador interactivo de sistemas eléctricos que comprenderá los siguientes modelos: flujos de potencia, fallas, estabilidad transitoria y estabilidad dinámica. Una vez instalado este simulador, se elaborarán estudios para evaluar la seguridad operativa de los sistemas eléctricos, tanto nacionales como en el ámbito regional, para un período de cinco años; estos trabajos los realizarán consultores individuales. Asimismo, se contratará una firma consultora para determinar experimentalmente, mediante pruebas de campo, los parámetros de subsistemas de control de voltaje y velocidad de un mínimo de dos unidades generadoras en cada uno de los países del Istmo Centroamericano. Como parte de los trabajos sobre determinación de parámetros de reguladores de voltaje y velocidad, se realizará un seminario/taller, con duración de dos semanas.

c) Planificación de la operación

Se revisarán, mejorarán y/o elaborarán modelos digitales de simulación y de optimización para planificar la operación de los sistemas eléctricos

nacionales a largo y mediano plazos. Dichos modelos se diseñarán de acuerdo con las características de los embalses de cada país. Este componente considerará todas las actividades relacionadas con la planificación de la operación, incluyendo la recolección, depuración y administración de la información hidrológica y de otro tipo requeridas, así como el desarrollo de modelos para estimaciones de carga, mantenimiento de unidades generadoras y de los programas digitales para optimizar la operación de los recursos energéticos. Una vez instalados y probados los programas digitales para planeamiento operativo, se llevarán a cabo estudios para evaluar los beneficios económicos de operar los sistemas ante distintos escenarios de coordinación. Asimismo, dentro de este componente, se revisarán los reglamentos, acuerdos y organización vigentes para el manejo de los intercambios de energía, y se formularán propuestas para mejorarlos. Los trabajos de desarrollo y puesta en práctica de los modelos digitales sobre planificación de la operación se encomendarán a una firma consultora.

d) Computadoras

Se adquirirán e instalarán en cada uno de los seis países de América Central equipos de cómputo para implantar en ellos los programas de simulación digital de seguridad operativa y de planeamiento operativo.

e) Coordinación de sistemas

Se evaluarán los centros de control de energía y sistemas de comunicación utilizados para supervisar y controlar la operación de los sistemas eléctricos nacionales. En primer lugar, se elaborará un inventario de los equipos existentes, y luego se efectuará un diagnóstico para determinar si éstos se adecúan a la modalidad de operación establecida por los países del Istmo. Se prepararán especificaciones funcionales para un centro regional de control de energía. Se evaluarán los acuerdos, reglamentos y procedimientos de operación y las prácticas e instalaciones existentes para la programación y ejecución del mantenimiento de plantas generadoras, líneas y subestaciones de los sistemas eléctricos e interconectados. Para estos trabajos se contratarán los servicios de dos consultores individuales.

3. Objetivos de los trabajos de consultoría sobre planeamiento operativo

Los objetivos principales son:

a) Diseñar, desarrollar e implantar modelos y programas de computadora interactivos y de fácil uso, para la optimización y simulación de la operación a largo y mediano plazos de los sistemas eléctricos interconectados, que permitan a las empresas definir políticas de operación económica de sus sistemas y determinar en forma coordinada intercambios de energía con otras empresas.

b) Revisar, evaluar y recomendar mejoras a las metodologías de planificación de la operación, información básica disponible, acuerdos, reglamentos y organización vigentes para los intercambios de energía.

c) Dirigir la ejecución de estudios para evaluar a largo plazo (5 años) los beneficios de operar los sistemas con diferentes escenarios de coordinación, utilizando los modelos desarrollados.

d) Capacitar personal profesional de las empresas en el planeamiento operativo del sistema, para el mantenimiento y aplicación de los programas desarrollados, por medio de la ejecución de dos seminarios sobre el tema y adiestramiento en el trabajo.

4. Alcance de los trabajos de planeamiento operativo

El alcance de los servicios de consultoría incluirán los aspectos que se describen a continuación, tomando en cuenta los últimos avances y sin estar necesariamente limitados a ellos.

a) Revisión de las metodologías y procedimientos utilizados por las empresas para el planeamiento operativo a largo, mediano y corto plazos, y elaboración de recomendaciones sobre mejoras requeridas, teniendo en cuenta las características actuales de los sistemas y su futuro desarrollo, y la filosofía establecida para la coordinación de la operación del sistema de cada país. No se intenta obtener una descripción y evaluación detallada de todos los procedimientos y metodologías utilizadas; se pretende identificar los casos en donde éstos son claramente incompletos e inadecuados, así como analizar con mayor detalle aquellos casos donde existen metodologías bien elaboradas y documentadas, para determinar si es necesario mejorarlas o reemplazarlas. En particular, se revisarán las metodologías y procedimientos utilizados para:

i) Modelar y proyectar la carga del sistema para el planeamiento de la operación a largo, mediano y corto plazos;

ii) Recolectar, depurar y archivar información hidrológica en los complejos hidroeléctricos en operación, y modelar y proyectar su hidrología;

iii) Coordinar el mantenimiento anual de los sistemas de generación y transmisión;

iv) Definir las políticas de operación de los embalses de regulación multianual, anual y estacional;

v) Simular la operación del sistema a largo y mediano plazos, determinar los costos de operación y evaluar la confiabilidad del suministro debido a variaciones en la estimación de la demanda de energía eléctrica y de la hidrología;

vi) Analizar y evaluar los intercambios de energía con otros sistemas, y

vii) Elaborar el predespacho y despacho económico de carga.

b) Revisión de la información básica disponible y diseño de la base de datos para la operación del sistema. La información básica para cada país comprende:

i) Hidrología por país

- Datos estadísticos sobre caudales de entrada a los embalses por un período mínimo de 15 años.
- Datos estadísticos sobre lluvia directa para cada embalse por un período de 15 años.
- Curvas de volumen-área en función de la elevación del agua de cada embalse.
- Restricciones de operación para cada embalse por irrigación, navegación y otros.
- Datos sobre la filtración y la evaporación de cada embalse.

ii) Descripción del sistema eléctrico por país incluyendo:

- Unidades generadoras hidroeléctricas, geotérmicas y térmicas, especificando las características básicas para evaluar el rendimiento de las unidades hidroeléctricas y térmicas.
- Red de transmisión.

iii) Descripción del sistema hidráulico y sus restricciones operacionales.

iv) Curvas de carga horarias para semanas típicas en un período de un año.

v) Curva de demanda horaria para un período de un año.

vi) Descripción del programa anual de mantenimiento de las unidades.

vii) Capacidad de transmisión de las líneas de enlace tomando en cuenta los sistemas eléctricos de cada país.

viii) Reserva rodante requerida de acuerdo con los niveles de demanda local.

ix) Otros datos a definir por el consultor.

La unidad ejecutora en coordinación con las empresas eléctricas proporcionará al consultor la información básica antes mencionada, misma que será recolectada con base en cuestionarios elaborados por el consultor. Este deberá diseñar una base única de datos para cada país, con toda la información básica para el planeamiento operativo.

c) Revisión de los reglamentos, acuerdos y organización, vigentes para el manejo de los intercambios de energía, y elaboración de propuestas para mejorarlos. En particular, el consultor deberá examinar:

i) Los acuerdos y reglamentos de operación existentes en aspectos tales como:

- La operación de embalses y la política de complementación termoeléctrica;
- Las prioridades para venta de energía y potencia entre países limítrofes;
- La distribución de los riesgos de racionamiento de energía y de rebalse;
- Los esquemas y garantía de intercambio de energía (firme, secundaria, de emergencia, etc.);
- El cobro de peaje por uso del sistema de transmisión para transferencia de energía entre países no limítrofes;
- Las tarifas de intercambio de energía y de operación del sistema interconectado (energía firme, secundaria, activa y reactiva, emergencia, regulación de frecuencia, etc.), y
- La coordinación del mantenimiento de centrales generadoras y líneas de transmisión.

ii) La organización, nivel de decisión y procedimientos utilizados para definir y modificar los programas de intercambio.

d) La revisión de los procedimientos, reglamentos y consignas de la operación eléctrica del sistema (esquemas de eyección automática de carga, compensación de reactivos, restablecimiento de servicio ante colapsos, análisis "post-mortem", etc.), está fuera del alcance de los servicios solicitados y serán realizados por otros consultores.

e) Desarrollo y/o adaptación de modelos básicos de hidrología, carga y componentes de los sistemas. En particular, el consultor deberá desarrollar modelos de generación sintética de caudales en los casos que se estime necesario, modelos para proyectar la hidrología en los complejos hidroeléctricos, modelos de curvas de duración de carga y curvas típicas de carga diaria, y modelos de centrales generadoras (límites de generación, factores de disponibilidad, factores de conversión, costos de generación, etc.). Dichos modelos deberán ser probados, implantados y transferidos a las empresas eléctricas.

f) Desarrollo y/o adaptación de modelos para la proyección de carga a largo (mensual, 2 a 3 años), mediano (semanal, 6 a 12 meses) y corto (horario, 1 a 2 semanas) plazos. En general, para la proyección a largo plazo, el consultor deberá utilizar los resultados de las proyecciones anuales de demanda, elaboradas por las empresas, y analizar la distribución mensual de la demanda de energía y potencia. Los resultados de estos modelos servirán de datos de entrada a los de planeamiento operativo. Estos modelos deberán ser probados, implantados y transferidos a las empresas eléctricas.

g) Determinación del horizonte de planeamiento de la operación a largo, mediano y corto plazos, teniendo en cuenta las características de operación de los embalses (plurianuales, anuales, estacionales y filo de agua).

h) Diseñar, desarrollar e implantar modelos y programas de computadora interactivos y de fácil uso para la optimización y la simulación de la operación a largo (tres años, intervalos mensuales) y mediano plazos (seis a 12 meses, intervalos semanales) de los sistemas eléctricos nacionales interconectados, que permitan a las empresas eléctricas definir políticas de operación económica de sus sistemas y determinar en forma coordinada intercambios de energía con otras empresas, tomando en cuenta las características técnicas y restricciones de los sistemas eléctricos, especialmente:

- Características aleatorias de las entradas de agua a los embalses.

- Características de los embalses plurianuales, anuales y estacionales.
- Embalses en cascada.
- Capacidades de las líneas de interconexión para el intercambio de potencia.
- Restricciones impuestas por los sistemas de transmisión, incluyendo el efecto de las pérdidas de energía por intercambios de potencia entre países no fronterizos.
- Exigencias de reserva rodante.
- Características técnicas de cada embalse, de las unidades hidroeléctricas, geotérmicas y térmicas.

El consultor, previo al desarrollo e implantación, deberá presentar las especificaciones funcionales de los programas de optimización y simulación a largo y mediano plazos; dichas especificaciones deberán definir claramente:

- El modelado del sistema.
- Las características generales: horizonte, intervalo de simulación, frecuencia de utilización.
- Entradas y salidas del programa e interfaces con otros programas.
- Formulación del problema y modelaje matemático.
- Algoritmo para la solución del problema.

i) Características generales de los programas. Se deberán desarrollar programas apropiados para la optimización y simulación de la operación autónoma pero coordinada de los países del Istmo; sin embargo, teniendo en cuenta que los sistemas eléctricos y los problemas que se presentan son similares (sistemas hidrotérmicos con multiembalses), se espera que sólo sea necesario utilizar un máximo de dos algoritmos para solucionar el problema de planeamiento a largo y mediano plazos en todos los países. En la formulación de los programas se deberá tener en cuenta lo siguiente:

i) Los modelos y algoritmos propuestos deben tener en cuenta las expansiones de los sistemas de generación y transmisión previstas para un horizonte de 10 años, y poderse adaptar fácilmente a ellas.

ii) Los programas deberán incluir facilidades para evaluar la programación de mantenimientos y permitir a las empresas coordinar los mantenimientos preventivos, a nivel anual, de las principales instalaciones de generación y líneas de interconexión.

iii) Los programas para definir la operación de embalses deberán tener en cuenta posibles intercambios de energía con otros países y políticas de

complementación con generación termoeléctrica. Con este fin, sería recomendable que utilicen técnicas que permitan un modelaje completo del sistema, así como tiempos de ejecución aceptables.

iv) Los programas de computador, incluyendo los módulos principales y los modelos auxiliares que se desarrollen para el planeamiento operativo, deben ser interactivos y permitir el uso eficiente de la información y la revisión de resultados intermedios que permitan evaluar la conveniencia de continuar o no el proceso de simulación u optimización. Adicionalmente, deben ser flexibles en la entrada de datos y transferencia de archivos entre módulos y presentación de resultados.

v) La codificación de los programas será en lenguaje FORTRAN 77 y deberán diseñarse sobre la base de técnicas de programación estructurada para facilitar su mantenimiento. Asimismo, se deberán elaborar y entregar: el código fuente, que pasará a ser propiedad de las empresas eléctricas, y los manuales técnicos y de usuario.

vi) Los modelos de simulación y optimización de la operación a largo plazo deberán poder analizar en forma eficiente diferentes políticas de operación de embalses, restricciones de operación de embalses y de centrales de generación e intercambios con otros países, y evaluar la confiabilidad del suministro del sistema y los costos de operación para cada condición.

vii) Los modelos de planeamiento a largo plazo servirán para definir políticas de operación económica para cada sistema, operando en forma autónoma, para coordinar los programas de mantenimiento de los sistemas de generación de cada país y líneas de interconexión, para analizar los excedentes y faltantes de energía de cada sistema, y para evaluar el impacto de un programa de intercambio en los costos de operación y confiabilidad del suministro de los sistemas. Con este fin, los modelos deberán incluir funciones de optimización de la operación, coordinación de programas de mantenimiento, y evaluación de intercambios. Es necesario que las funciones de optimización desarrolladas tengan en cuenta la cantidad y calidad de la información disponible y permitan el desarrollo de programas de planeamiento flexibles y de fácil uso.

viii) Los modelos de planeamiento a mediano plazo tendrán funciones similares a las descritas anteriormente, para el horizonte de largo plazo. El consultor deberá hacer un balance entre el grado de detalle utilizado para representar el sistema (desagregación de embalses, restricciones de

transmisión, etc.) y la representación de variables como la hidrología y la demanda (estocástica o determinística), para que los tiempos de ejecución de los programas sean aceptables.

j) Adquisición de los equipos de cómputo. La firma consultora, en estrecha coordinación y previa aprobación de la Unidad Ejecutora, licitará, seleccionará y adquirirá seis equipos de computación con equipo periférico, para el montaje de los modelos y programas de planificación de la operación y análisis de seguridad de sistemas eléctricos. Para ello, el ICE, en su calidad de Unidad Ejecutora del Programa, le proporcionará las especificaciones técnicas de los equipos.

El ICE y la firma consultora establecerán en el contrato que ambos suscriban los procedimientos que se seguirán para la instalación de los equipos que se adquieran en las empresas eléctricas nacionales y para la transferencia de la propiedad de dichos equipos a las mismas.

k) Garantías y documentación de los modelos y programas de planeamiento operativo. El consultor deberá garantizar el funcionamiento de los modelos y programas durante un período mínimo de dos años. El equipo de computación a utilizar será del tipo mini o supermicro, apropiado para esta clase de aplicación. Se estima que el modelo específico se conocerá al inicio de los trabajos.

El consultor deberá suministrar juegos completos y finales de los documentos de programación. Estos documentos incluirán cualquier cambio o revisión realizados durante la implantación, y consistirán de tres copias para cada país de:

- Una lista maestra básica de toda la programación suministrada (código fuente).
- Una descripción general de la función de los programas, especificaciones de entrada/salida, lógica general, subrutinas empleadas e interfases con otros programas.
- Toda la documentación necesaria para hacer modificaciones a los programas, estando escrito cada programa en FORTRAN 77.
- Un documento que contenga explicación detallada de los errores posibles de operación, sus causas y su corrección.
- Todas las instrucciones de operación de los programas.
- Manuales de usuario.

- Organización y estructura de los modelos de planeamiento operativo desarrollados y pruebas de aceptación de los modelos (REGIONAL). Este taller servirá de base para el desarrollo del Seminario 2 descrito al final de este capítulo.

Al término de estos talleres, los profesionales deberán estar en capacidad de utilizar y mantener eficientemente dichos programas. Los talleres serán realizados en la sede del consultor, o si es requerido, en una de las seis empresas, con excepción del taller de implantación que será realizado en cada país.

5. Procedimientos administrativos

a) Definiciones

Programa de actividades regionales en el subsector eléctrico del Istmo Centroamericano (PARSEICA).

Tiene como objeto mejorar la operación integrada de los sistemas eléctricos interconectados de las empresas eléctricas nacionales de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá.

El financiamiento de los gastos que demande la realización del PARSEICA es una contribución del BID mediante un convenio sobre cooperación técnica no reembolsable.

Las empresas beneficiarias son:

i) Instituto Costarricense de Electricidad, (ICE);
ii) Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa de El Salvador, (CEL);
iii) Instituto Nacional de Electrificación de Guatemala, (INDE);
iv) Empresa Nacional de Energía Eléctrica de Honduras, (ENEE);
v) Instituto Nicaragüense de Energía, (INE), y
vi) Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación de Panamá, (IRHE).

Organismo ejecutor o unidad ejecutora

El programa será llevado a cabo por una unidad ejecutora, organizada dentro de la Dirección de Producción y Transporte de Energía de la subgerencia de sistemas eléctricos del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), la que se encargará específicamente de la coordinación, dirección técnica y administración del programa, con la participación de las empresas beneficiarias.

l) Dirección de un estudio de los beneficios de la operación óptima del sistema interconectado, que analizará los costos de operación del sistema interconectado, bajo diferentes escenarios de coordinación de la operación de los sistemas. En particular, se evaluará el costo de operación, la confiabilidad del suministro de los sistemas y la repartición de beneficios, para un horizonte de cinco años, bajo los siguientes escenarios:

i) Operación aislada de los sistemas eléctricos;

ii) Operación interconectada pero autónoma de los sistemas del Istmo, suponiendo que sólo realizan intercambios de economía a corto plazo, y

iii) Operación interconectada con coordinación de programas de mantenimiento, intercambios garantizados a largo plazo e intercambios de economía.

El consultor dirigirá un grupo de trabajo conformado por profesionales de las empresas, quienes serán responsables de la corrida de los programas, el análisis preliminar de resultados y la elaboración de los informes. En particular, el consultor asistirá al grupo en la definición de los supuestos y metodologías a utilizar en cada escenario, en la revisión e interpretación de los resultados, en la organización del informe y en la revisión de la versión final del informe.

m) Capacitación de un máximo de cuatro profesionales por empresa, en las técnicas de planeamiento operativo, a través de:

i) Organización y realización de dos seminarios, de una semana de duración cada uno, sobre planeamiento operativo. El primer seminario presentará la problemática del planeamiento operativo de sistemas hidrotérmicos con embalses múltiples, y las experiencias de diferentes países en la solución de dicho problema. El segundo seminario presentará las herramientas desarrolladas por el consultor para el planeamiento operativo. En el anexo 1 se presentan los temarios preliminares para ambos seminarios.

ii) Adiestramiento en el trabajo de los profesionales de las empresas. El consultor organizará talleres con los profesionales de las empresas y en ellos se desarrollará como mínimo:

- Presentación de algoritmos y técnicas utilizadas en el desarrollo de los programas, pruebas parciales con datos de las empresas eléctricas y discusión de resultados (REGIONAL).
- Implantación de modelos en cada país.

La unidad ejecutora estará integrada por:

i) Un coordinador general;

ii) un director técnico, y

iii) dos ingenieros electricistas.

Firma consultora es toda asociación legalmente constituida, integrada principalmente por personal profesional, para ofrecer servicios de consultoría, asesoría, dictámenes de expertos y servicios profesionales de diversa índole.

Para los propósitos de este contrato, organizaciones sin fines de lucro tales como universidades, fundaciones, organismos autónomos o semiautónomos u organizaciones internacionales que ofrezcan servicios de consulta, se considerarán como firmas consultoras y se les aplicarán las mismas reglas que a las firmas consultoras.

b) Condiciones para efectuar el estudio

Se establecen a continuación las condiciones mínimas que deberá satisfacer el Consultor para efectuar los trabajos:

i) Ser una firma constituida y organizada, con experiencia en el desarrollo y aplicación de modelos digitales para planificar la operación de sistemas hidrotérmicos con características similares y de magnitud comparable a los del Istmo Centroamericano. Tener implantada y en funcionamiento, al menos una aplicación similar a la que es objeto de este concurso; para ello, se deberá dar el nombre y datos de la empresa donde se esté usando, los expertos que la desarrollaron, y si dichos expertos todavía están laborando con la firma consultora.

ii) Tener experiencia en la totalidad de los estudios y trabajos motivo de estos términos.

iii) En el caso de firma asociada, el Consorcio al que ésta pertenezca no tendrá modificaciones en su constitución, mientras duren los trámites de contratación, ni modificará los compromisos que, con arreglo al contrato, pudiera contraer con el ICE como unidad ejecutora.

iv) Sólo podrán participar firmas consultoras originarias de países miembros del BID. Se recomienda que las firmas consultoras interesadas en participar en este concurso se informen con anticipación si sus países de origen son elegibles para que se efectúen en ellos adquisiciones con financiamiento proveniente del BID.

v) El Consultor en consorcio será individual y solidariamente responsable por los compromisos que asuma y en particular por los trabajos de este Proyecto que efectúe.

vi) El Consultor podrá subcontratar cualquier trabajo en conexión con estos estudios, previa aprobación por escrito del ICE como unidad ejecutora.

c) Consultas

El interesado podrá solicitar aclaraciones de estos términos. Las solicitudes de tales aclaraciones deberán ser presentadas en las oficinas de la Proveeduría del ICE en San José, Costa Rica, personalmente, o a través del télex: CR 2965 ICE PRV, o el correo: Apartado 10032, San José, Costa Rica, atención: Oficina de Proveeduría, organismo que como unidad ejecutora podrá dar por propia iniciativa aclaraciones o informaciones que amplíen estos Términos o introducir modificaciones en los mismos.

Las respuestas a las consultas, así como las aclaraciones o informaciones adicionales o las modificaciones de los términos serán enviadas inmediatamente por la unidad ejecutora al consultor.

d) Presentación de la oferta

Las ofertas deberán presentarse en original y cuatro (4) copias, en dos sobres cerrados y lacrados, conteniendo las informaciones que se solicitan en estos Términos de Referencia. El primero contendrá exclusivamente la propuesta técnica, sin cotización de precios. El segundo mostrará el costo estimado de los servicios propuestos.

La oferta, documentación anexa, así como cualquier comentario adicional que la Firma Consultora haga a estos Términos, deberán estar redactados en idioma español.

Por el solo hecho de entregar su oferta a la Proveeduría del ICE, el licitante declara que conoce, que acepta y se somete a los procedimientos del ICE, para el trámite de licitaciones y para todo lo estipulado en los documentos de esta licitación. No obstante, el licitante extranjero deberá hacer formal y expresa declaración de sometimiento a las Leyes y Tribunales de Justicia de Costa Rica, respecto de todo lo concerniente a los trámites de esta licitación y ejecución del contrato que se suscribiere si resultase adjudicatario.

e) Apertura de las ofertas

El acto de apertura de las ofertas se realizará en la Proveeduría del ICE Sabana Norte, a las 10 horas del día ___ de _____ de 1989, en presencia del Jefe de la Proveeduría o su representante, y de otro funcionario de la administración del ICE y de los interesados que tengan a bien asistir. Se levantará un acta de la apertura de las ofertas, la cual será firmada por el Jefe de la Proveeduría o el Jefe de las licitaciones o el funcionario designado, y por los asistentes que así lo deseen. Se tomará nota en el acta de las observaciones que al efecto se realicen sobre el contenido de las ofertas que se examinen, siempre y cuando provengan de los licitantes o de sus representantes debidamente acreditados.

f) Contenido de la oferta

La propuesta sobre presentación de la oferta, como se mencionó en el inciso d), sobre presentación de la oferta, deberá estar planteada en dos partes: la técnica y la económica. La oferta técnica deberá contener, adicionalmente a lo expresamente indicado en la sección "Alcance de los trabajos", la siguiente información:

i) Experiencia del consultor en estudios y trabajos o proyectos similares. En particular, deberá describir los desarrollos que sobre el tema haya hecho en los últimos 10 años, indicando alcance y entidades para las que fueron ejecutados.

ii) Personal que participará en la realización de los trabajos, explicitando si serán designados a tiempo completo. Incluir hojas de vida de dicho personal, indicando su experiencia, particularmente en la ejecución de trabajos similares;

iii) Descripción de la organización funcional del equipo de profesionales y personal de apoyo que realizarán los distintos estudios y trabajos;

iv) Cronograma estimado para la ejecución de los estudios y trabajos, indicando la asignación puntual de personal por actividad y los tiempos previstos para cada actividad;

v) Metodología que se propone para la ejecución, indicando las actividades que serán desarrolladas en la sede del consultor, en San José, Costa Rica y en cada una de las empresas eléctricas nacionales;

vi) Descripción resumida del equipo de computación disponible, así como de los programas que se proponen utilizar como punto de partida para los trabajos;

vii) Participación prevista del personal de las empresas eléctricas nacionales en la ejecución de los estudios y trabajos indicando duraciones, fechas y responsabilidades para las distintas actividades.

viii) Cualquier observación o modificación que el consultor proponga sobre los términos de referencia.

La oferta económica deberá incluir la siguiente información:

i) Definición sobre el sistema de contratación que se propone: una suma global fija, costo más una suma fija; el costo de sueldos multiplicado por un factor más los gastos director efectuados (viáticos), más gastos directos efectuados;

ii) Desglose del presupuesto incluyendo: a) los costos director de personal por especialidad o categoría y los tiempos presupuestados; b) las cargas sociales y su justificación; c) los costos administrativos justificados y descripción de lo que comprenden; d) honorarios; e) uso de computadoras; f) viajes, indicando los países y el número de profesionales que los realizarán, y g) gastos de apoyo;

iii) Estimativo de los gastos reembolsables, describiendo lo que incluyen;

iv) Establecer el procedimiento que utilizará para definir los cargos por la adquisición de los equipos de computación, indicando montos porcentuales.

g) Garantía de participación

Toda oferta deberá necesariamente estar respaldada por una Garantía de Participación, cuyo valor será el indicado en las condiciones especiales, y la cual deberá presentarse a la Proveeduría del ICE antes de la fecha y hora señaladas para el acto de apertura de ofertas. Esta Garantía de Participación tiene como propósito garantizar al ICE que el proponente no retire su oferta que, en caso de adjudicación, el adjudicatario rinda la Garantía de cumplimiento y satisfaga las demás formalidades conducentes a asegurar el contrato.

Por el solo hecho que la oferta no esté respaldada por la Garantía de Participación, quedará automáticamente excluida del concurso. La vigencia de la Garantía de Participación está indicada en las Condiciones Especiales.

La Garantía de Participación podrá ser rendida en cualquiera de las siguientes formas: i) dinero en efectivo, mediante depósito a la orden de un banco estatal, adjuntando la boleta respectiva; ii) cheque certificado por un banco del Sistema Bancario Nacional; iii) cheque certificado por la gerencia de un banco del Sistema Bancario Nacional; iv) bonos del Gobierno de Costa Rica o de sus instituciones, por su valor de mercado, acompañados de una estimación de la Bolsa Nacional de Valores; v) certificado de depósito a plazo, extendido por un banco del Sistema Bancario Nacional; vi) documento de garantía, emitido por un banco del Sistema Bancario Nacional o por el Instituto Nacional de Seguros, y vii) la garantía podrá, además, ser extendida por otro banco o institución garante, en cuyo caso se deberá contar con el aval de un banco del Sistema Bancario Nacional o del Instituto Nacional de Seguros.

Para los incisos iv) y v) anteriores, deben adjuntarse los cupones de intereses pendientes de cobro o sin vencer.

La Garantía de Participación será ejecutada por el ICE, en caso de incumplimiento, por parte del adjudicatario, a las obligaciones impuestas y garantizadas en este Cartel. La interpretación y legislación aplicable serán las de Costa Rica. Contra la ejecución de la garantía, el garante no podrá alegar excepción alguna y, en caso de incumplimiento, ésta se hará efectiva de inmediato con la sola anuencia del ICE y sin que para ello haya que recurrir a los Tribunales de Justicia.

La Garantía de Participación será devuelta dentro de los ocho días siguientes, una vez quede en firme el acto adjudicatario, o bien, el acto que declara desierto el concurso. Sin embargo, la Garantía de Participación no se devolverá al Adjudicatario, en tanto éste no rinda la Garantía de Cumplimiento.

h) <u>Del procedimiento de evaluación de la oferta</u>

El ICE, en su calidad de organismo ejecutor del PARSEICA, estudiará y resolverá este concurso, dentro de los sesenta días hábiles, contados a partir del acto de apertura de las ofertas. Esta resolución será publicada en el Diario Oficial "La Gaceta".

En la evaluación de la oferta técnica se tomará en cuenta la experiencia de la firma consultora, de su personal directivo y de los profesionales que participasen. Dicha experiencia se refiere a la prestación de servicios de consultoría satisfactorios, en proyectos o programas de dimensión, complejidad y especialidad técnica comparables con los que son materia de este concurso. Los siguientes elementos y porcentajes serán tomados en cuenta para la calificación de méritos: i) el número asignado de personal profesionalmente calificado, 30%; ii) la experiencia previa en trabajos similares, tanto en la región como en otros países, 15%; iii) la capacidad para organizar a un número suficiente de personal para realizar los trabajos dentro del plazo previsto, 15%; iv) la metodología y el programa de trabajo propuestos para la realización de las actividades, incluyendo un cronograma detallado de las mismas, 15%; v) el conocimiento del idioma, 10%; vi) la capacidad financiera y la carga actual de trabajo, 10%, y vii) los servicios adicionales, 5%.

Deberán indicarse los equipos de cómputo, programas digitales e instalaciones en general, que tengan relación con las actividades materia de este concurso.

La unidad ejecutora analizará las propuestas técnicas y establecerá el orden de mérito de éstas. La negociación contractual comenzará con la firma consultora que ofrezca la mejor propuesta técnica. El segundo sobre presentado por esta firma consultora se abrirá en presencia de uno o más representantes de la misma, y se utilizará en la negociación contractual. Todos los segundos sobres presentados por las otras firmas continuarán cerrados y, de llegarse a un acuerdo con la primera firma, serán devueltos a las firmas respectivas. De no llegarse a un acuerdo con la primera firma respecto de las condiciones contractuales, se le notificará por escrito ese desacuerdo y se iniciará la negociación con la segunda firma, y así sucesivamente hasta llegar a un acuerdo satisfactorio.

El hecho de no poder llegar a un acuerdo respecto de los costos detallados o de la remuneración de los servicios, o en el caso de que la unidad ejecutora considere que dichos costos o remuneración son inapropiados o excesivos, será causa suficiente para notificar el rechazo de la propuesta y para iniciar negociaciones con la firma que le siga en orden de mérito. Cuando se haya rechazado una firma, no se le volverá a llamar para ulteriores negociaciones correspondientes a este contrato.

En las negociaciones se considerarán los siguientes aspectos, sin perjuicio de otros que cualquiera de las partes crea necesario incluir:

i) Alcance, significado y extensión de los trabajos. Durante el período de negociaciones, las partes establecerán las aclaraciones necesarias para el cabal entendimiento de las obligaciones y derechos que asumirán.

ii) Plazo de ejecución y penalidades.

iii) Formas de pago. Incluye la definición de los importes a pagar, anticipos, cuotas y su relación con el cumplimiento del plan de trabajo; garantías y pagos finales a la terminación de los trabajos en forma satisfactoria.

iv) Fracaso de las negociaciones. De no llegar a un acuerdo con la Firma Consultora escogida, el ICE, como unidad ejecutora, dará por terminadas, por su exclusiva decisión, las negociaciones y no reconocerá suma alguna de indemnización por ningún concepto. En tal caso, se llamará a la firma que sigue en la lista de calificación para iniciar negociaciones con ella.

El ICE, como unidad ejecutora, podrá adjudicar el Contrato a la única oferta que eventualmente se presentara, si la considerara conveniente para los intereses del componente sobre planificación de la operación del PARSEICA.

i) Garantía de cumplimiento

El o los adjudicatarios deberán rendir una Garantía de Cumplimiento, dentro de los 22 días hábiles contados a partir de la fecha en que quede firme la adjudicación.

La vigencia y el monto de la Garantía de Cumplimiento están indicadas en las Condiciones Especiales.

La Garantía de Cumplimiento tiene por objeto garantizar al ICE el cabal cumplimiento de lo ofrecido y adjudicado, así como la calidad y confección de los materiales o equipos, su correcto funcionamiento y los tiempos de entrega convenidos y cualquier otra obligación emanada de la licitación y del contrato.

La Garantía de Cumplimiento podrá ser rendida en cualquiera de las siguientes formas: i) dinero en efectivo, mediante depósito a la orden de un Banco estatal, adjuntando la boleta respectiva; ii) cheque certificado por un banco del Sistema Bancario Nacional; iii) cheque de la Gerencia de un banco

del Sistema Bancario Nacional; iv) bonos del Gobierno de Costa Rica o de sus instituciones, por su valor de mercado, acompañados de una constancia de la Bolsa Nacional de Valores; v) certificado de depósito a plazo, extendido por un banco del Sistema Bancario Nacional; vi) documento de garantía emitido por un banco del Sistema Bancario Nacional o por el Instituto Nacional de Seguros, y vii) la Garantía podrá, además, ser extendida por otro banco o institución garante, en cuyo caso se deberá contar con el aval de un banco del Sistema Bancario Nacional o del Instituto Nacional de Seguros.

Para los incisos iv) y v) anteriores, deben adjuntarse los cupones de intereses pendientes de cobro o sin vencer.

Si el o los adjudicatarios no cumpliesen con el requisito de presentar la Garantía de Cumplimiento dentro del plazo aquí estipulado, el ICE podrá revocar la adjudicación, sin responsabilidad de su parte, dejar sin valor ni efecto la oferta del Adjudicatario, y ejecutar la o las Garantías de Participación del mismo, sin perjuicio del cobro de daños y perjuicios ocasionados al ICE por el incumplimiento, en cuyo caso el ICE podrá readjudicar la licitación o declararla desierta, según convenga a sus intereses.

La Garantía de Cumplimiento será ejecutada por el ICE, en caso de incumplimiento por parte del Adjudicatario y su interpretación se efectuará de acuerdo con la legislación costarricense. La Garantía de Cumplimiento será incondicional y ejecutable a opción del ICE, con renuncia del garante a poner excepciones, recursos o cualquier otro reclamo.

Si el contratista no cumpliera sus obligaciones por causas imputables a él, el ICE podrá ejecutar la Garantía de Cumplimiento aportada y solicitar una nueva, o con la ejecución de la misma hacer efectiva la cláusula penal que por atraso se hubiere establecido, si tal fuese el caso.

La Garantía de Cumplimiento será devuelta al Adjudicatario dentro de los 10 días siguientes a la fecha en que el ICE tenga por definitivamente ejecutado el contrato a satisfacción.

j) Disposiciones generales

La unidad ejecutora inspeccionará y fiscalizará la labor de la Firma Consultora, la que estará obligada a justificar todos los trabajos. Con tal objeto, la unidad ejecutora podrá, en cualquier momento, destacar los

técnicos que estime conveniente en las Oficinas de la Firma Consultora o en el lugar en que ésta realice los trabajos.

La Firma Consultora se obliga a proporcionar a la unidad ejecutora y a cada una de las empresas beneficiarias lo siguiente:

i) Informes de trabajo bimestrales en español sobre el progreso del Proyecto, debiéndose presentar el primero a los treinta días calendario después de la fecha de firma del contrato;

ii) Presentar flujogramas funcionales básicos de los programas propuestos junto con la información necesaria para demostrar plenamente que la programación que será suministrada cumplirá con la intención del contrato.

iii) Suministrar, antes de la aceptación final, un juego completo de los documentos de programación descritos en el inciso k) del punto 4;

iv) Suministrar, antes de la aceptación final, un juego completo del código fuente de los programas finales en un medio magnético compatible con las computadoras asignadas al programa.

v) Impartir los seminarios y talleres especificados en el inciso m) de la sección 4. Se pondrá énfasis en enseñar los algoritmos utilizados, las instrucciones de uso de los programas, los métodos para eliminar errores y técnicas especiales.

vi) Entregar los modelos y programas, a plena satisfacción de las empresas eléctricas nacionales y de la Unidad Ejecutora, así como toda la documentación correspondiente, a cada una de las seis empresas eléctricas participantes.

Además, se debe advertir que el ICE, como unidad ejecutora y el BID, en el seguimiento de los estudios, podrán solicitar información adicional y visitar la Sede de los Consultores con el fin de obtener informaciones relativas al estudio, para cuyo caso la firma deberá brindar toda su colaboración.

Propiedad intelectual. La Firma Consultora transferirá a cada una de las seis empresas eléctricas nacionales de América Central, como consecuencia del pago total del precio convenido, la propiedad intelectual de los modelos desarrollados, no pudiendo hacer ningún uso de la documentación que los integre, salvo invocarla y describirla como antecedente de su propia actividad técnico-profesional.

Por su parte, las seis empresas eléctricas nacionales dejarán constancia, en las ocasiones que corresponda, que dichos modelos han sido desarrollados por la Firma Consultora.

6. Organización y plazo de ejecución

Se espera que al término del trabajo del consultor, las empresas contarán con los modelos y programas para el planeamiento operativo, debidamente probados, instalados y documentados, y con personal capacitado para utilizarlos y mantenerlos de manera eficiente. Con este fin, cada empresa designará al inicio del trabajo dos profesionales competentes, quienes serán responsables de la recolección, depuración y archivo de la información requerida por el consultor y la ejecución del estudio descrito en el inciso 1) del punto 4. Estos profesionales participarán en los seminarios y cursos y en la recepción de los programas desarrollados. El Consultor deberá incorporar a dichos profesionales en los grupos de trabajo, de tal forma que cumplan con las metas establecidas en el punto 4. Asimismo, el Consultor deberá establecer una organización adecuada para cumplir con los siguientes plazos:

a) Desarrollo, prueba e instalación de los programas de planeamiento operativo: 14 meses.

b) Estudio planeamiento operativo: 4.5 meses.

c) Revisión de los esquemas de intercambio y organización: 3 meses.

d) Plazo total: 19 meses.

7. Seminarios en Planeamiento Operativo

a) Seminario 1

Objetivo. Presentar la problemática del planeamiento operativo de sistemas hidrotérmicos con embalses múltiples; las principales metodologías de análisis, y las experiencias de países en vías de desarrollo.

Tema	Día	Duración (horas)
Introducción al seminario	1	1
Principios de probabilidad	1	2
Principios de optimización	1	3
Planeamiento operativo: descomposición en el	2	2

tiempo y en el espacio		
Modelaje del sistema hidrotérmico	2	1
Planeamiento de la operación a largo plazo: manejo de embalses, confiabilidad	2	3
Modelos de optimización y simulación de la operación	3	3
Programación de mantenimiento	3	1
Despacho de carga: selección de unidades, despacho económico	3	2
Planeamiento operativo en sistemas interconectados	4	3
Experiencia en la operación de sistemas hidrotérmicos:		
- Caso 1	4	3
- Caso 2	5	3
Mesa redonda sobre la problemática del planeamiento operativo del sistema interconectado del Istmo	5	3

b) Seminario 2

Objetivo. Presentar un resumen de las principales metodologías, programas y esquemas propuestos para el planeamiento operativo de los sistemas eléctricos del Istmo Centroamericano, incluyendo la revisión de las prácticas y procedimientos en uso.

Tema	Día	Duración (horas)
Registro e introducción	1	1
El PARSEICA: conclusiones del diagnóstico de las prácticas y metodologías utilizadas para el planeamiento operativo por las empresas del Istmo	1	2
Organización y estructura de los modelos	1	3
Esquemas propuestos de intercambio de energía entre sistemas	2	3
Aplicación de los modelos desarrollados para el planeamiento a largo y mediano plazos: programación de mantenimiento, programación de intercambios, simulación, optimización.	2 y 3	9

Bases de datos, hidrología, demanda y programas auxiliares.		
Supervisión y control del sistema interconectado	4	3
Acuerdos y reglamentos de interconexión	4	3
Mesa redonda sobre los resultados y recomendaciones del planteamiento operativo.	5	5
Clausura	5	1

8. Descripción de las metodologías utilizadas actualmente en la planificación de la operación de los sistemas eléctricos del Istmo Centroamericano

COSTA RICA/ICE

* Largo plazo

Horizonte: 2 años
Intervalo: Mensual
Metodología: Simulación simplificada de la operación de embalses. Optimización no incluida.
Condición: Programa montado en microcomputador. Aplicación muy limitada. Recomendable reemplazarlo.

* Mediano plazo

No disponible. En proyecto, diseño de un programa de optimización con colaboración de la Universidad de Costa Rica.

* Corto plazo

Horizonte: 8 días
Intervalo: 1/2 hora
Metodología: Despacho óptimo de plantas hidroeléctricas utilizando algoritmo de gradiente mínimo.
Condición: Programa montado en minicomputadoras en centro de control. En uso regular. Recomendable, pero no urgente, incluir despacho de plantas térmicas.

EL SALVADOR/CEL

* Largo plazo

No disponible. No es indispensable por tener únicamente embalses de regulación estacional.

* Mediano plazo

Horizonte: 1 año
Intervalo: Mensual
Metodología: Programa de optimización utilizando programación dinámica estocástica y técnica de agregación de embalses. Programa de simulación incluido. Programas desarrollados por Consultora TRACTIONEL.
Condición: Programa montado en computador MODCOMP-Classic del centro de control. Ha sido probado y utilizado durante aproximadamente tres años. Está operando prácticamente como modelo de simulación debido a limitaciones de la función optimización para tener en cuenta restricciones de transmisión resultantes de sabotaje a líneas. La entrada de datos y la elaboración de cada caso son muy laboriosas. Recomendable evaluarlo con detalle para decidir reemplazo o mejoras.

* Corto plazo

Horizonte: 1 semana
Intervalo: 1 hora
Metodología: Programa de despacho económico utilizando algoritmo de gradiente reducido. Modelaje detallado del sistema hidroeléctrico. Restricciones de transmisión no incluidas. Programas desarrollados por Consultora TRACTIONEL. Ha sido probado y está montado en computadora MODCOMP-Classic. No se utiliza actualmente debido a que las restricciones de transmisión son importantes y muy variables por sabotaje de líneas.

* Información básica

Las estadísticas de hidrología y demanda se llevan manualmente.

GUATEMALA/INDE

* Largo plazo

No disponible. No es indispensable por tener únicamente embalses de regulación estacional.

* Mediano plazo

Horizonte: 1 año
Intervalo: Mensual
Metodología: Versión comprimida, modelo MICHI, preparado por GTZ.
Condición: Programa preparado para correr en computadoras personales. Se dispone de información hidrológica para los embalses de regulación anual. Se hacen ensayos con un programa más complejo para simular la operación de embalses.

* Corto plazo

Horizonte: 1 semana
Intervalo: 1 hora
Metodología: Algoritmo desarrollado con base en lineamientos de EDF.

Condición: Se utilizan computadoras personales instaladas en el Centro de Despacho. Se requiere coordinar el funcionamiento de varios programas relacionados.

* Información básica

Las estadísticas de hidrología para los embalses más importantes y carga son completas y suficientemente confiables. Se llevan a través de programas de microcomputadoras (hojas electrónicas y base de datos).

HONDURAS/ENEE

* Largo plazo

No disponible. Unicamente se utiliza programa simple para determinar curvas de operación de embalses.

* Mediano plazo

No disponible. Combinación de métodos empíricos y programa para determinar curvas de operación de embalses.

* Corto plazo

No disponible. Métodos empíricos aplicados manualmente.

* Información básica

Estadística de hidrología y carga poco confiables. Se llevan manualmente.

NICARAGUA/INE

* Largo plazo

No disponible. Deseable por tener embalses de regulación anual.

* Mediano y corto plazo

No disponibles. Actualmente se utilizan métodos empíricos aplicados manualmente.

* Información básica

Estadísticas de hidrología y carga poco confiables. Se llevan manualmente.

PANAMA/IRHE

* Largo plazo

No disponible; aconsejable analizar horizonte superior a 1 año por tener embalse de regulación anual.

* Mediano plazo

Horizonte: 1 año
Intervalo: 1 semana
Metodología: Programa de optimización utilizando algoritmos de programación dinámica determinística.
Condición: Montado en una terminal de un computador IBM 3031 con tiempo de respuesta inadecuado. Representación determinística de la hidrología inadecuada para sistema panameño. Recomendable reemplazarla por nueva metodología.

* Corto plazo

Horizonte: 1 semana
Intervalo: Horario
Metodología: Programa de optimización utilizando algoritmos de programación dinámica y programación lineal.
Condición: Montado en una terminal de un computador IBM 3031 con tiempo de respuesta inadecuado. El programa no se está utilizando actualmente para despacho económico del sistema y no es claro si está bien probado. En su lugar se aplican manualmente reglas empíricas.

* Información básica

Estadísticas de hidrología y demanda aparentemente bien organizadas.

V. ADQUISICION DE EQUIPOS DE COMPUTO PARA EL PARSEICA

(Especificaciones técnicas)

1. Resumen

Los seis organismos nacionales de electrificación de América Central han formulado, con el apoyo de la CEPAL, un Programa de Actividades Regionales en el Subsector Eléctrico del Istmo Centroamericano (PARSEICA), orientado a mejorar la operación de los sistemas eléctricos nacionales e interconectados del área. El programa consta de dos componentes: uno sobre seguridad operativa, integrado por un conjunto de programas digitales para análisis fuera de línea de redes eléctricas (flujos de potencia, fallas y estabilidad transitoria y dinámica), y el otro sobre planificación de la operación de recursos energéticos, cuyos algoritmos medulares consistirán en metodologías de optimización. Se prevé que los algoritmos de optimización se basarán en programación dinámica estocástica y/o en programación lineal. Los programas de ambos componentes se instalarán en un mismo sistema de cómputo en cada país, y se correrán en un ambiente interactivo, fuera de línea, por medio de dos terminales, una para cada componente. Los sistemas de cómputo serán de uso dedicado y se instalarán generalmente en los centros de control de energía del sistema eléctrico. Pese a que los programas de ambos componentes se correrán fuera de línea, es muy importante que los usuarios obtengan soluciones rápidas, ya que se utilizarán frecuentemente como herramientas para tomar decisiones técnicas y económicas en el ámbito de la operación de los sistemas eléctricos nacionales e interconectados.

El Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) ha sido designado como organismo ejecutor de este proyecto regional, y ha recibido del Banco Interamericano de Desarrollo un préstamo en dólares (ATN/SF-3184-RE), para financiar parcialmente el costo del proyecto. Parte de este préstamo se destinará al pago del contrato que surja de esta licitación, de acuerdo con los procedimientos que sigue el BID para la compra de equipo. La elegibilidad de los posibles licitantes, en cuanto a nacionalidad y origen de los bienes y servicios, se determinará de acuerdo con las reglas aplicables a la utilización de los recursos del préstamo. Convendría que los proveedores interesados en participar en esta licitación se informen con anticipación si sus países son elegibles para que se efectúen en ellos las adquisiciones para este proyecto financiadas por el BID.

El desarrollo de los modelos digitales para la planificación operativa de los recursos energéticos será asignado a una firma consultora especializada, en lo sucesivo denominada como "la firma". Dicha firma consultora también será responsable de los trámites para la adquisición de los equipos de cómputo, materia de estas especificaciones.

El propósito de estas especificaciones es promover la presentación de ofertas para la adquisición de seis sistemas de cómputo, según la configuración que se muestra en el diagrama adjunto. Las firmas interesadas en presentar ofertas deberán cotizar cada componente, explicando en forma detallada a qué corresponde el monto financiero presupuestado, las características técnicas detalladas de los componentes y lo que sería opcional, en su caso. La oferta deberá incluir aspectos de capacitación para dar mantenimiento a hardware y software.

2. Condiciones generales y requisitos

(Pendiente).

3. Condiciones especiales

a)	Licitación pública:	No. _____
b)	Financiamiento y apertura de ofertas:	Banco Interamericano de Desarrollo. A las ____ horas del día _____ de _____ de 1989.
c)	Precios licitados:	Unitarios y totales, firmes y definitivos Cif en cada uno de los seis países de América Central. Las ofertas deben cotizarse en dólares de los Estados Unidos de Norteamérica.
d)	Vigencia de las ofertas:	150 días, a partir de la apertura.
e)	Garantía de participación:	1% del valor total cotizado, con una vigencia de seis meses después de la apertura de las ofertas.
f)	Estudio de las ofertas:	La firma resolverá la licitación dentro de los 90 días hábiles, contados a partir de la apertura de las ofertas. Esta resolución será publicada en _____.

g) Garantía de cumplimiento:	5% del valor adjudicado con una vigencia de 12 meses después de recibidos los equipos a entera satisfacción de cada una de las seis empresas eléctricas nacionales del Istmo Centroamericano.
h) Multas y sanciones:	Si existiera atraso en la entrega del material, de acuerdo con las condiciones de la oferta, el adjudicatario deberá pagar a la firma, por concepto de multa, 0.1% del valor adjudicado por cada día de atraso, hasta un máximo del 5%, salvo casos de fuerza mayor debidamente comprobados a juicio de la firma. Si el 5% rendido como garantía de cumplimiento fuese insuficiente, se encontrase agotado o los equipos no cumplieran con lo establecido en el cartel y en la oferta, la firma actuará judicialmente en contra del adjudicatario, para el cobro de daños y perjuicios.
i) Tiempo de entrega:	Se contará a partir de la fecha en que se formalice el pedido, al día de entrega en puerto en cada uno de los seis países.
j) Forma de pago:	Pendiente.
k) Garantía sobre los equipos:	La garantía sobre los equipos deberá ser, como mínimo, de un año a partir de la puesta en funcionamiento de los mismos.
l) Mantenimiento:	El licitante deberá detallar los lugares y/o mecanismos que propone para proporcionar servicios de mantenimiento para los equipos. Asimismo, deberá prever la entrega de documentación técnica y la capacitación suficientes para que los profesionales locales diagnostiquen y corrijan fallas a nivel de reemplazo de tarjetas electrónicas o chips. También se deberá incluir la capacitación en el conocimiento y mantenimiento de software (sistema operativo).

m) Información: Junto con la oferta se deben presentar catálogos o folletos originales de fábrica, en español o en inglés, sin modificaciones, donde se muestren claramente las características y calidad de los equipos ofrecidos y toda la información adicional que consideren pertinente.

n) Seguros: Pendiente.

4. Requerimientos

a) Generalidades

i) El licitante deberá proveer el equipo de cómputo especificado;

ii) El licitante deberá garantizar el suministro de piezas de repuesto hasta por un período de diez años, contados a partir de la fecha de llegada de los equipos a los puertos correspondientes;

iii) Se requiere, como mínimo, que los equipos de cómputo pertenezcan a los que se conocen como de cuarta generación, y

iv) El licitante deberá incluir en su propuesta una descripción detallada, con los precios Cif desglosados por componente, y los tiempos de entrega, en el puerto de cada país de América Central, de los equipos, gabinetes, accesorios, estuches, etc., que se propone suministrar.

b) Objeto

Se desea adquirir seis equipos de cómputo, cada uno conformado por los componentes siguientes: i) un minicomputador con las características mínimas que se detallan más adelante, con dos terminales, un modem y el software, completo para su operación, también descrito más abajo; ii) una impresora, y iii) un graficador (plotter).

c) Partes de repuesto

El proveedor deberá proponer en su oferta seis lotes de repuestos, uno para cada uno de los seis paquetes, cotizándolos por separado y como opcionales. Cada lote deberá ser suficiente para dar mantenimiento a los diferentes elementos de los equipos y reparar las fallas más frecuentes, considerando un período de dos años. En la oferta se deberá indicar precio unitario de cada parte y número de partes propuestas por lote.

d) Pruebas en fábrica

Todo el equipo será probado de acuerdo con las pruebas de rutina del proveedor. Este notificará a la firma, por lo menos con 15 días hábiles de anticipación, la realización de la inspección y pruebas en la fábrica. El embarque de los equipos será realizado después de haberse cumplido satisfactoriamente todas las pruebas y verificaciones estándar del proveedor, a juicio tanto de éste como de la firma. La firma o el país en quien ésta delegue esta función, tiene la opción de presenciar esas pruebas y verificaciones.

e) Embalaje

Todos los bultos en que se empaque el equipo deberán identificarse en la parte exterior, de acuerdo con el número de factura de embarque; además, deberán llevar los números de licitación, orden de compra de la firma, y pesos bruto y neto. El empaque será el adecuado para soportar, tanto las condiciones propias de un clima tropical, como condiciones anormales de transporte (tormenta, vibraciones, agua salada, etc.).

f) Embarque

El embarque será aéreo, dirigido a cada Aeropuerto Internacional de las ciudades capitales de cada país de América Central. El proveedor será responsable de conseguir el espacio en el avión, de obtener y enviar los documentos de embarque y de efectuar el pago de todos los gastos de transporte hasta esos sitios, así como de sufragar los costos por descarga.

5. Adjudicación

La adjudicación se hará a la oferta más baja y que satisfaga las especificaciones técnicas y operacionales que se establecen más adelante. Sin embargo, la firma se reserva el derecho de no adjudicar la licitación, si así lo considerase pertinente.

6. Especificaciones técnicas

a) Generales

i) Toda unidad que se suministre bajo estas especificaciones deberá ser nueva, de diseño ya experimentado y para trabajo continuo;

ii) En todos los componentes de los equipos se deberán usar materiales tropicalizados (que no creen hongos);

iii) Todas las partes de metal vulnerables a la corrosión deberán ser protegidas con un baño antioxidante o mediante otro sistema anticorrosivo;

iv) Se deberán especificar con precisión los rangos de temperatura, humedad y variaciones de voltaje y frecuencia permisibles para la operación permanente de los equipos, y

v) Todos los equipos deberán estar diseñados para operar a 110 V, CA, 60 Hz. Los enchufes para 110 V CA serán de tres puntas.

7. Especificaciones técnicas mínimas (véase el diagrama adjunto)

a) Unidad Central de Procesamiento (CPU)

- Un mínimo de cuatro megabytes (MB) de memoria principal, con posibilidad para expanderla a 12 MB
- Disco duro con capacidad mínima de 120 MB, con posibilidad de expanderla a 200 MB. Tiempo de acceso máximo de 500 nanosegundos.
- Longitud de palabra de 32 bits
- Coprocesador matemático
- Un puerto para un graficador (plotter)
- Capacidad de comunicación con otras computadoras locales y remotas
- Puertos disponibles para incrementar el número de periféricos y usuarios/terminales (un mínimo de otros cuatro)
- Una unidad de cinta magnética para respaldar la información en el disco; si el proveedor dispone de varias alternativas, cotizarlas por separado, indicando la velocidad de almacenamiento y densidad de la cinta para cada una de ellas
- Fuente de poder con un margen de cuando menos 25% de la capacidad instalada en el sistema de cómputo
- Una consola sencilla para la administración del sistema de cómputo

b) Terminales

Dos terminales monocromáticas para cada sistema de cómputo, de 35.6 cms (14 pulgadas), alta resolución, con memoria mínima de ocho páginas. Cotizar como opcional que una de estas terminales sea del tipo inteligente. Asimismo, cotizar como opcional la posibilidad de que una o las dos terminales sean de color.

El teclado deberá ser en español "latinoamericano" y se deberá cotizar como opcional un digitalizador y un drive de disco flexible de 5¼ pulgadas por equipo.

c) Modems

Cada sistema de cómputo deberá incluir un modem con capacidad para transmitir datos con los siguientes rangos de transmisión: 300/600/1 200/ 2 400 baudios.

d) Programas (software)

- Sistema operativo con capacidad para trabajar en un ambiente interactivo, multiusuario y de memoria virtual. El sistema operativo debe permitir que distintos usuarios estén usando simultáneamente copias de un mismo programa. Asimismo, dicho paquete deberá incluir software de utilerías para el manejo y uso de las diferentes operaciones de respaldo, formateo y correcciones a los discos y cintas. Indicar si el sistema operativo incluye software para administrar información (base de datos), en su defecto, cotizarla como opcional.

- Software de diagnóstico. Se deben incluir rutinas de diagnóstico para identificar fallas en el hardware, afinación y monitoreo.
- Software para comunicaciones, tanto locales como remotas.
- Software para graficación.
- Compilador FORTRAN 77, en su versión más reciente.

- Capacidad para manejar lenguajes de cuarta generación y cotizar como opcionales los disponibles.

e) Impresoras

Impresora del tipo line matrix con capacidad hasta 136 caracteres (longitud del carro), velocidad de impresión mínima de 450 líneas por minuto, impresión tipo dot matrix, utilizando papel bond estándar de distintos

tamaños, y capacidad de alimentación continua y automática de papel. Se pueden cotizar diversas alternativas, aclarando con precisión las diferencias técnicas entre los distintos modelos ofrecidos.

f) Graficador (plotter)

Graficador con capacidad para manejar hasta seis plumillas, utilizando papel bond estándar. Cotizar otras dos opciones: i) graficador sencillo (un solo color), y b) graficador de mayor capacidad que los anteriores.

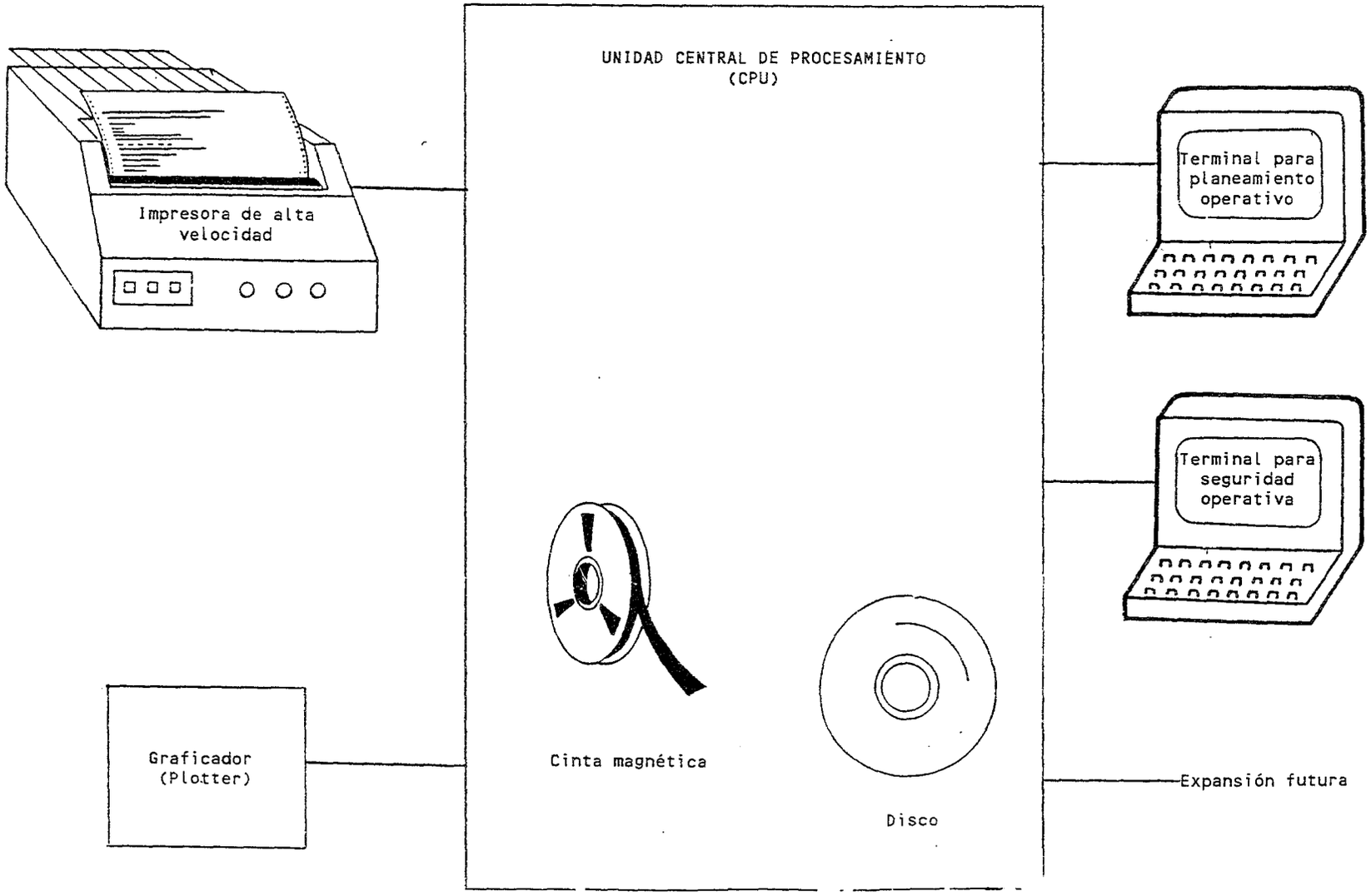
g) Manuales

Cuatro juegos de manuales de los equipos principales y periféricos, por cada uno de los sistemas de cómputo.

8. Procedimiento de selección

Para el componente de seguridad operativa descrito en el resumen de estas especificaciones, se dispone actualmente de un paquete de software altamente interactivo. Dicho paquete está formado por programas de flujo de potencia, fallas y estabilidad transitoria y dinámica; resuelve los problemas de análisis mencionados para redes eléctricas de hasta 500 nodos, y se corre en un ambiente multiusuario. Por contar ya con este software, en la comparación de ofertas se tomará en cuenta el costo para adaptar dicho paquete a otro sistema operativo y a tipos de computadora distintos, en los que se encuentra operando actualmente.

CONFIGURACION DE CADA UNO DE LOS SEIS SISTEMAS DE COMPUTO
QUE SE ADQUIRIRAN PARA EL PARSEICA



VI. DETERMINACION EXPERIMENTAL DE PARAMETROS DE UNIDADES GENERADORAS
(Descripción de los trabajos)

1. Introducción

El presente documento tiene como propósito definir el contenido de los trabajos que, en el marco del Programa de Actividades Regionales en el Subsector Eléctrico del Istmo Centroamericano (PARSEICA), estarán encaminados a determinar experimentalmente parámetros de subsistemas de control de voltaje y velocidad de centrales generadoras.

Con el objeto de lograr la mayor transferencia de conocimientos y experiencias a los profesionales participantes de las empresas eléctricas de América Central, las actividades se han agrupado en dos áreas: un seminario/taller y pruebas de campo en cada uno de los seis países. En el seminario/taller se establecerán las bases técnicas y conceptuales del tema, se describirán los instrumentos y los procedimientos de campo que se utilizarán y se ejemplificarán éstos con pruebas reales en una planta hidroeléctrica. En las pruebas de campo se aplicarán los conocimientos adquiridos en el seminario/taller de tal manera que en las empresas eléctricas que dispongan del equipo adecuado, los profesionales locales queden capacitados para ejecutar los mismos trabajos de campo y efectuar los análisis pertinentes en forma autónoma.

Para la realización de estas actividades se contará con la colaboración de la Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.) de México, la cual brindará cooperación técnica que consistirá en tiempo de expositores. Asimismo, se ha convenido que la C.F.E. se encargue de realizar las pruebas de campo, mediante las cuales se determinarán experimentalmente los parámetros de los subsistemas de control de voltaje y velocidad de un mínimo de dos unidades generadoras en cada uno de los seis países del Istmo Centroamericano.

Se espera que con la descripción de los trabajos aquí presentada, la C.F.E. estará en posibilidad de cotizar los trabajos de campo que habrá de realizar (incluyendo los preparativos y la elaboración de informes), así como definir la participación de los profesionales que impartirán clases en el seminario/taller. Los costos asociados con estos servicios serán convenidos y formalizados mediante un contrato entre la C.F.E. y el ICE en su calidad de organismo ejecutor del PARSEICA, y financiados con la contribución del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para el proyecto.

2. Antecedentes

En 1986, el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), con el apoyo de la CEPAL, presentó al Banco Interamericano de Desarrollo una solicitud para llevar a cabo una cooperación técnica del tipo CT/INTRA a efectuarse con la colaboración de la C.F.E. de México. Dicha CT/INTRA consistía en el adiestramiento teórico práctico de profesionales del ICE y de las otras cinco empresas eléctricas nacionales para la determinación experimental de parámetros de subsistemas de control de voltaje y velocidad de centrales hidroeléctricas. Se tenía previsto que las actividades durarían dos semanas y se realizarían en una planta hidroeléctrica del ICE.

Paralelamente con la solicitud mencionada, los seis organismos nacionales de electrificación de América Central, con el apoyo de la CEPAL, efectuaban gestiones para concretar un Programa de Actividades Regionales en el Subsector Eléctrico del Istmo Centroamericano (PARSEICA).

Al aprobar el BID financiar dicho programa, se suspendió la realización del CT/INTRA, quedando incluidas en este proyecto la ejecución de pruebas de campo para determinar los parámetros de reguladores de voltaje y velocidad en un mínimo de dos unidades generadoras en cada país. Sin embargo, en virtud de la naturaleza técnica de los trabajos se considera imprescindible impartir una preparación conceptual previa a los profesionales participantes para que éstos se encuentren en mejores posibilidades de asimilar la transferencia de tecnología y puedan, en el futuro, desarrollar este tipo de trabajos en forma autónoma.

Por otra parte, en 1987 las empresas eléctricas de Costa Rica, Honduras y Panamá llevaron a cabo pruebas de campo para ajustar los reguladores de voltaje y velocidad de algunas de sus plantas generadoras. Para ello la C.F.E. envió a los tres países mencionados --en calidad de cooperación técnica--, dos de sus profesionales y el equipo de laboratorio necesario para las pruebas. Ante los resultados altamente satisfactorios obtenidos, el ICE optó por adquirir equipo de laboratorio para en lo sucesivo efectuar por cuenta propia este tipo de pruebas.

Con el fin de dar una preparación técnica formal a los profesionales de las empresas eléctricas participantes, y aprovechando que el ICE dispone de los equipos necesarios para las pruebas de campo, se convino, durante reuniones de trabajo entre el coordinador general del PARSEICA, funcionarios de la C.F.E. y la CEPAL, celebradas los días 8 y 9 de septiembre de 1988,

que la C.F.E. brindaría cooperación técnica para la realización de las actividades orientadas a la determinación experimental de parámetros de reguladores de voltaje y velocidad en el marco del PARSEICA. Asimismo, se acordó incluir esta ampliación de la cobertura de cooperación de la C.F.E. para el PARSEICA, en el convenio específico que firmará la C.F.E. con cada una de las empresas eléctricas nacionales del Istmo Centroamericano.

3. Justificación

Actualmente están interconectados los sistemas eléctricos de Guatemala y El Salvador (bloque norte), por una parte, y los de Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá (bloque sur) por la otra. Se encuentran avanzadas las gestiones para concretar la interconexión de El Salvador con Honduras con la cual quedarían interconectados eléctricamente los seis países del Istmo Centroamericano. Las interconexiones consisten de líneas sencillas de 230 kV, si bien la de Honduras-Nicaragua se opera en 138 kV y en Costa Rica hay un tramo de red de 138 kV, en el anillo metropolitano de San José, que interrumpe la red de interconexión regional de 230 kV. Por consiguiente, el sistema eléctrico del bloque sur presenta serios problemas de inestabilidad de estado estable (también denominada dinámica o de pequeñas perturbaciones), habiéndose registrado en varias ocasiones oscilaciones electromecánicas de tipo inter-area que han obligado a disminuir las transferencias de potencia, desconectar los reguladores automáticos de voltaje, e incluso, abrir las interconexiones. Se ha identificado la necesidad de instalar estabilizadores de potencia en El Cajón, la mayor planta hidroeléctrica de Honduras, los cuales están en proceso de adquisición.

Al completarse la interconexión eléctrica de los seis países, la situación brevemente bosquejada empeorará. Resultará, por lo tanto, imprescindible para las seis empresas eléctricas nacionales contar con profesionales debidamente preparados y recursos de análisis adecuados para afrontar este tipo de problemas. La capacitación de ese personal abarcará los aspectos técnicos y conceptuales, así como los trabajos de campo. Los sistemas eléctricos con una configuración longitudinal --como es el caso de los del Istmo Centroamericano a nivel nacional, y en grado más crítico los interconectados multinacionales-- son propensos a sufrir oscilaciones electromecánicas debido tanto a sus reducidos coeficientes de sincronización, por estar unidos por reactancias muy grandes, como a sus pequeños

coeficientes de amortiguamiento, que pueden llegar a ser negativos. Esto último generalmente ocurre cuando existen sistemas de excitación modernos (respuesta inicial muy rápida y alta ganancia) y gobernadores electrohidráulicos (electrónicos) no bien ajustados en plantas hidroeléctricas.

Por otra parte, dada la situación crítica de las economías de la región, es imperativo utilizar de manera óptima la infraestructura eléctrica existente, incrementando hasta los límites técnicamente factibles las transferencias de potencia entre países para intercambiar energía económica con los consiguientes beneficios económicos.

Los ajustes adecuados a los subsistemas de excitación y de regulación de velocidad aumentan los límites de estabilidad de estado estable y, en algunos casos, pueden eliminar las oscilaciones electromecánicas. Cuando el origen de tales oscilaciones son los excitadores electrónicos, se mejora la estabilidad del sistema eléctrico, equipando éstos con estabilizadores de potencia. Es necesario, en este último caso, identificar las unidades generadoras a las que deben agregarse estabilizadores y los ajustes idóneos de estos dispositivos electrónicos.

De lo expuesto en párrafos anteriores se concluye la importancia de que las empresas eléctricas nacionales de América Central cuenten con recursos humanos y materiales adecuados para abordar estos trabajos. Igualmente, resulta obvio que el análisis del comportamiento dinámico del sistema eléctrico debe ser una tarea permanente, llevada a cabo por un grupo local, integrado por analistas y personal operativo responsable de los equipos en el campo. De ahí la importancia de realizar tanto el seminario/taller como las pruebas de campo.

4. Objetivos de los trabajos

a) Capacitar personal de las empresas eléctricas nacionales del Istmo Centroamericano, en un seminario/taller de dos semanas de duración, en las bases conceptuales, la instrumentación y los protocolos de pruebas que se aplicarán para determinar experimentalmente parámetros de subsistemas de control de voltaje y velocidad.

b) Determinar experimentalmente los parámetros de subsistemas de control de voltaje y velocidad al menos en dos unidades generadoras de cada uno de los seis países de América Central.

c) Identificar, a partir de los resultados de campo, los parámetros de los subsistemas de control mencionados en el inciso b), incluyendo la reducción de las funciones de transferencia a modelos adecuados que se incluirían en estudios de estabilidad.

d) Capacitar personal de las empresas eléctricas para la realización de las actividades indicadas en los incisos b) y c) anteriores.

5. Alcance de los trabajos

En primera instancia se realizará el seminario/taller cuyo temario se presenta en el cuadro adjunto. A este seminario, que se efectuará con la cooperación técnica de la C.F.E. y la colaboración del ICE y de la CEPAL, asistirán cuando menos dos profesionales de cada país; uno con especialidad en pruebas de campo en los subsistemas de control, y el otro con experiencia en análisis de sistemas eléctricos. Con la contribución del Banco para el proyecto, se tiene previsto financiar los pasajes y viáticos de los funcionarios de la C.F.E. que participarán como expositores en el seminario, así como los pasajes y gastos de subsistencia de los dos profesionales de cada empresa eléctrica beneficiaria. Si alguna empresa eléctrica deseara enviar más participantes (hasta un máximo de cuatro) podría hacerlo cubriendo los costos correspondientes.

Para la impartición del seminario se preparará material didáctico ad hoc. Los expositores serían funcionarios de la C.F.E., el ICE y, en principio, de la CEPAL. Al finalizar se efectuará una evaluación técnica de los participantes y una evaluación global del seminario/taller (organización, impartición, etc.), cuyos resultados se consignarán en los informes periódicos establecidos para el PARSEICA.

El temario del seminario/taller está estrechamente relacionado con los trabajos de campo, por lo que la planificación detallada de las actividades, incluyendo la designación de los profesionales de las empresas eléctricas participantes, se hará con este enfoque.

Como culminación del seminario, se presentarán y analizarán los procedimientos que se aplicarán para ajustar y determinar experimentalmente los parámetros necesarios para representar, mediante funciones de transferencia, los subsistemas de control de voltaje y velocidad de unidades generadores hidráulicas y térmicas. Asimismo, se establecerán las bases y un calendario para las pruebas en cada país, incluyendo en éste las fechas en

las que se definirán las unidades que habrán de someterse a prueba y en las que se entregará la información requerida, la cual se definirá en el cronograma de los trabajos.

6. Organización y plazo de ejecución

En cada país se designará un coordinador para las pruebas. Dicho coordinador organizará los trabajos correspondientes a su sistema eléctrico y coordinará, a través del coordinador nacional del PARSEICA con la Unidad Ejecutora, las unidades que se someterán a prueba, y las fechas y demás aspectos relativos a las pruebas. Asimismo, los coordinadores serán responsables de entregar oportunamente toda la información requerida para las pruebas de campo, tales como el tipo de unidades, generadores, excitadores, gobernadores, diagramas eléctricos y electrónicos y otros.

Previo a la realización de los trabajos de campo, la C.F.E. entregará el protocolo de pruebas que habrá de aplicar, así como el bosquejo del informe que elaborará. Dichos documentos serán aprobados por la Unidad Ejecutora y las empresas eléctricas.

Para efectuar los trabajos de campo, la C.F.E. enviará dos o tres de sus funcionarios y el material de laboratorio necesario a cada uno de los seis países, excepto Costa Rica. A este último país sólo enviará profesionales ya que, como se mencionó, el ICE dispone de equipo para las pruebas.

Una vez realizadas las pruebas de campo, la C.F.E. elaborará un informe para cada país, poniendo énfasis en los procedimientos y metodología aplicados. Dichos informes incluirán también la síntesis de las funciones de transferencia a partir de los resultados prácticos, con una explicación breve, pero clara, del procedimiento seguido, de manera que en el futuro los profesionales de las empresas eléctricas puedan utilizar este informe como una guía práctica.

Los parámetros obtenidos y reportados en los mencionados informes para las unidades generadoras probadas, se utilizarán de inmediato en los estudios de seguridad operativa que se efectuarán en el simulador interactivo de sistemas de potencia (SISP) ya adecuado y mejorado, según se ha previsto en el PARSEICA.

Sin considerar el seminario/taller, se calcula --de acuerdo con la coordinación integral del PARSEICA-- que los trabajos de campo, incluyendo los preparativos y la elaboración y entrega de los informes, se completarán en un máximo de 10 meses.

SEMINARIO/TALLER SOBRE DETERMINACION EXPERIMENTAL DE PARAMETROS
DE REGULADORES DE VOLTAJE Y VELOCIDAD

	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
8:30 10:30	Elementos de modelado de componentes: - Turbina - Generador - Carga - Gobernador - Excitador	Análisis conceptual del comportamiento dinámico de sistemas eléctricos	Descripción funcional, tipos y modelado de reguladores automáticos de voltaje (RAV)	Teoría de oscilaciones electromecánicas. Influencia de los PSS	Estabilidad de unidades hidroeléctricas equipadas con gobernadores tipo PID
			RECESO		
11:00 12:30	Elementos de modelado de componentes (conclusión)	Regulación primaria	Respuestas del RAV y su influencia en la estabilidad	Ubicación y sintonización de los PSS	Técnicas de respuesta a la frecuencia
			ALMUERZO		
14:30 15:30	Sistema eléctrico coherente. Análisis básico	Regulación primaria (conclusión)	Descripción funcional de los estabilizadores del sistema de potencia (PSS)	Descripción funcional de los tipos de gobernadores más comunes	Técnicas de respuesta a la frecuencia (continuación)
			RECESO		
16:00 17:30	Ejercicios	Ejercicios	Simulación digital paramétrica de sistemas de excitación	Simulación digital para ilustrar el efecto de los PSS	Ejercicios

(conclusión)

	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
8:30 10:30	Reducción de funciones de transferencia de alto orden a otras de menor orden	Descripción de la instrumentación y de las conexiones	Pruebas de campo para ilustrar la aplicación de la teoría expuesta	Igual que el miércoles	Análisis de los resultados experimentales
			RECESO		
11:00 12:30	Síntesis de funciones de transferencia	Descripción de los protocolos de prueba	(prácticas)		Evaluación técnica y del curso
			ALMUERZO		
14:30 15:30	Síntesis de funciones de transferencia (conclusión)	Protocolos de prueba (continuación)	(prácticas)		Mesa redonda y clausura
			RECESO		
16:00 17:30	Descripción de la instrumentación	Protocolos de prueba (conclusión)	(prácticas)		

Anexo

DATOS TECNICOS Y ALGUNAS CARACTERISTICAS DE LOS SISTEMAS ELECTRICOS DE AMERICA CENTRAL

1. Capacidad instalada

La capacidad instalada en los sistemas eléctricos del Istmo Centroamericano asciende a 3,980 MW, formada por un 66% de hidro, 4% geotérmica, 16% térmica-bunker,1/ y 13% diesel (véanse el cuadro 1 y el gráfico 1).2/ Dicha capacidad incluye todas las plantas, incluso aquéllas que no están operando por un deterioro pronunciado en sus instalaciones y que requieren de fuertes inversiones para su rehabilitación. En el cuadro 1 también se indica el comportamiento de la demanda máxima en los países para cuatro años; se incluye una estimación para 1989. En el cuadro 2 se presenta información detallada para cada planta generadora.

El grado de electrificación en los países del Istmo Centroamericano va de un 30-31% en Honduras y Guatemala, a un 85% en Costa Rica, siendo de 44% para la región (véase el gráfico 2). En el cuadro 3 se muestra el comportamiento del consumo subsectorial --a nivel de usuario-- de la energía eléctrica en los países durante los últimos cinco años. En los cuadros 4 y 5 se resumen los datos de producción e intercambio de energía eléctrica para los seis países, registrados en los últimos cuatro años. La información en ambos cuadros se presenta en términos de generación neta; es decir, se restan los consumos propios de las centrales generadoras. Esta información se presenta por separado para Guatemala y El Salvador, en el cuadro 4, y para Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá, en el 5, por estar estos países interconectados eléctricamente en dos bloques. Cabe mencionar que los intercambios de energía reportados se refieren a los balances netos de compra-venta anuales y no se incluyen los intercambios de corto plazo que usualmente se realizan en apoyo mutuo durante emergencias y que generalmente se compensan con energía.

1/ Convencionalmente se agrupó en el concepto de térmica-bunker a las plantas generadoras con costos de producción similares (vapor y de combustión interna eficientes).

2/ Los cuadros, gráficos y diagramas se incluyen al final del documento.

En el cuadro 6 se resumen los datos de los principales proyectos hidroeléctricos que actualmente (1989) se encuentran en operación en el Istmo Centroamericano.

2. Algunas características de las redes de transmisión

Las interconexiones de los sistemas eléctricos nacionales se fueron concretando mediante convenios bilaterales y no surgieron de un estudio integral de la región. En 1976 comenzó a operar la interconexión Nicaragua-Honduras; en 1982 siguió la interconexión Nicaragua-Costa Rica y en 1986 se concluyó el sistema interconectado Honduras-Nicaragua-Costa Rica-Panamá con la interconexión Costa Rica-Panamá. También en 1986 se completó la interconexión Guatemala-El Salvador, que constituye un sistema interconectado separado del anterior. En el mismo año se firmó el convenio básico de interconexión eléctrica entre El Salvador y Honduras. Al concretarse la interconexión de El Salvador con Honduras, quedarán interconectados eléctricamente los seis países de América Central. Sin embargo, el sistema interconectado que se ha desarrollado dista mucho de constituir una interconexión regional sólida, debido a la característica longitudinal de los sistemas eléctricos de los países, que se ha acentuado por el desarrollo en cadena de las interconexiones bilaterales. Como resultado de este proceso, se han formado sistemas eléctricos longitudinales y débiles con un número reducido de líneas de transmisión largas, que unen centros de generación distantes de los de consumo, y que han manifestado graves problemas operativos típicos de este tipo de sistemas (inestabilidad dinámica, mala regulación de voltaje y colapsos del sistema). Adicionalmente, estas características impiden aprovechar flexiblemente los excedentes de energía económica de un país para concretar transacciones con otros países (cuellos de botella por transmisión). Los límites de transferencia de potencia en las líneas de transmisión son, en general, muy inferiores al límite térmico de los conductores y a los límites usuales para niveles de tensión similares en redes de transmisión pertenecientes a sistemas eléctricos "robustos" (muy mallados y con numerosos centros de generación). Un indicador de la debilidad de los sistemas eléctricos longitudinales reside en el nivel de falla o corto circuito. En redes de transmisión troncales de sistemas eléctricos robustos, dicho nivel de falla es del orden de 50 kA, lo que en 230 kV equivale a 19.9 GVA; para propósitos comparativos, en el cuadro 7 se

muestran los niveles de falla para algunas subestaciones de 230 kV del Istmo Centroamericano. Los niveles de falla incluidos en el cuadro 7 se calcularon considerando en línea (sincronizada) toda la capacidad instalada. Por lo consiguiente, estos valores son más altos que los reales y, en particular, aquellos de los que se dispone en condiciones de carga liviana, cuando hay menos generadores sincronizados.

Los sistemas eléctricos débiles o longitudinales experimentan agudos problemas técnicos de control de voltaje y de comportamiento dinámico (inestabilidad transitoria y dinámica) que, como se señaló, repercuten en límites de transmisión muy inferiores al límite térmico de los conductores y a los límites usuales para niveles de tensión similares en redes de transmisión pertenecientes a sistemas eléctricos "robustos" (muy mallados y con numerosos centros de generación).

En sistemas eléctricos longitudinales, como es el caso de los de América Central, resulta muy recomendable utilizar esquemas de compensación reactiva: capacitores serie, capacitores paralelo, reactores paralelo y compensadores estáticos de VARS (CEVs). Con estos esquemas se mejoraría la regulación del voltaje y se podría incrementar la capacidad de transmisión, lo que permitiría diferir inversiones en líneas de transmisión nuevas e incluso, en algunos casos, evitar la construcción de éstas. Actualmente, la aplicación de estos esquemas de compensación es reducida en el Istmo Centroamericano, ya que sólo existen reactores en líneas de transmisión y en terciarios de autotransformadores, así como bancos de capacitores en derivación a nivel de distribución, si bien se cuenta con varios estudios para la adquisición y puesta en servicio de esta clase de capacitores a nivel de subtransmisión. Se estima que con refuerzos de este tipo y algunos circuitos de 230 kV adicionales se robustecería la red de interconexión regional y se podría aprovechar más integralmente la infraestructura eléctrica existente.

Como se mencionó, los sistemas eléctricos del Istmo están interconectados en dos bloques. Sólo hace falta interconectar el bloque El Salvador-Guatemala con el de Honduras-Nicaragua-Costa Rica-Panamá para que queden unidos eléctricamente los seis países de América Central. Existen estudios técnicos que justifican ampliamente la interconexión de El Salvador con Honduras; dicha interconexión permitiría, entre otros beneficios, disminuir los derrames de agua en Guatemala y El Salvador, los cuales ocurren, por lo general, durante las temporadas de lluvias debido a

restricciones en las capacidades de embalse de ambos sistemas, así como por la coincidencia, en los dos países, de las temporadas de lluvia y sequía. Se podría, en los períodos de lluvia, almacenar energía de Guatemala y El Salvador en el embalse de El Cajón de Honduras y, posteriormente, repartir los beneficios entre los tres países mediante algún mecanismo establecido de común acuerdo. Si bien este proyecto de interconexión se encuentra en etapa avanzada, sería muy benéfico concretar los trámites para su financiamiento e iniciar su construcción a la brevedad, ya que entre más pronto se ponga en servicio, mayores serán los beneficios para los países involucrados.

Pese a las dificultades técnicas que presenta la operación de sistemas con configuración longitudinal, los beneficios técnicos y económicos de interconectar sistemas eléctricos para apoyarse mutuamente en emergencias, compartir reservas de generación y efectuar transacciones de energía en el corto, mediano y largo plazos, las superan con creces. Sigue siendo recomendable y rentable promover y reforzar las interconexiones multinacionales. En el caso de América Central, adicionalmente a los beneficios señalados, las interconexiones han coadyuvado sin duda a la integración regional. Para afrontar las dificultades técnicas que se presentan al operar sistemas eléctricos longitudinales y poder obtener los máximos beneficios de las interconexiones, es imperativo capacitar y asignar grupos de profesionales locales al estudio y análisis sistemático de la operación y planificación de los sistemas eléctricos interconectados.

Gráfico 1

ISTMO CENTROAMERICANO
CAPACIDAD INSTALADA (1989)

TOTAL : 3979 MW

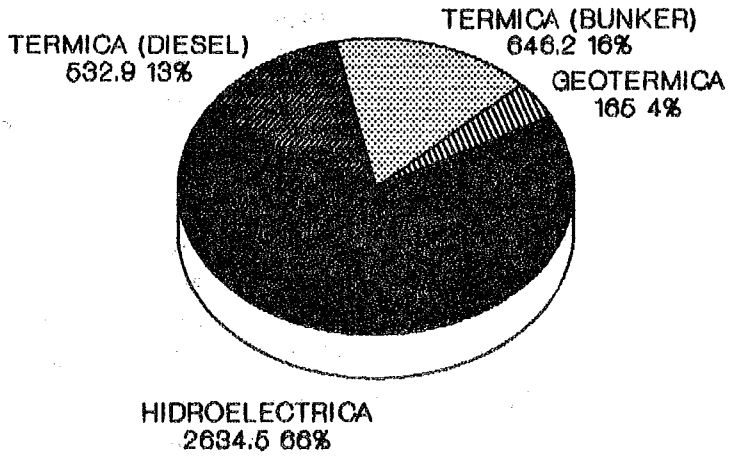
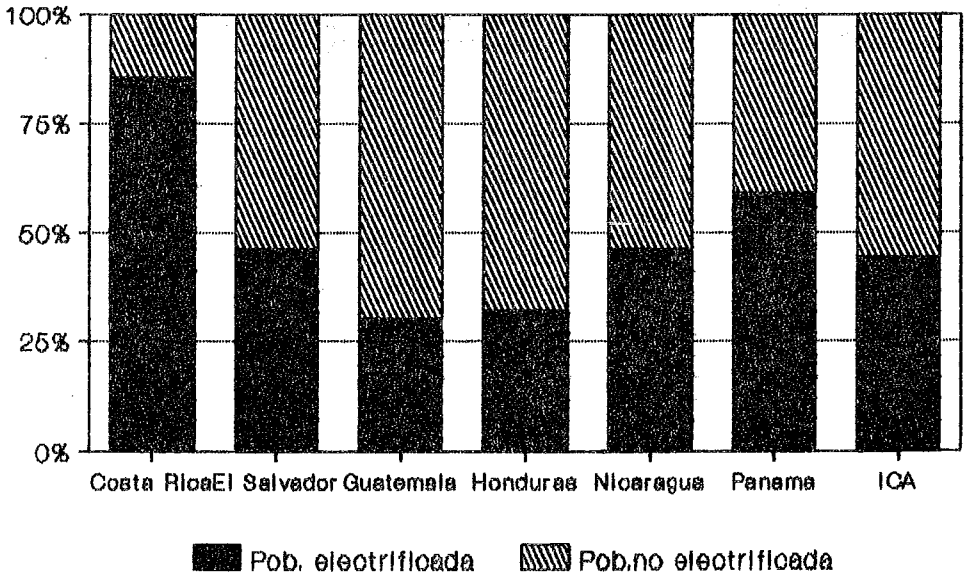


Gráfico 2

Nivel de Electrificacion



Fuente: CEPAL, sobre la base de datos oficiales.

Cuadro 1

ISTMO CENTROAMERICANO: CAPACIDAD INSTALADA Y DEMANDA MAXIMA NETA[a/] REGISTRADA Y ESTIMADA DE LOS SISTEMAS ELECTRICOS NACIONALES INTERCONECTADOS
(MW)

	TOTAL	INDE	CEL	ENEE	INE	ICE	IRHE[b/]
Capacidad instalada[c/]	3 978.6	778.5	650.9	545	360	748	896.2
Hidroeléctrica	2 634.5	486.0	388.5	431	100	678	551.0
Geotérmica	130.0	-	95.0	-	70	-	-
Térmica (búnker)	636.2	116.0	88.2	80	175	22	155.0
Térmica (diesel)	542.9	176.5	79.2	34	15	48	190.2
Demanda máxima[d/]							
1985	1 990.0	301.6	318.4	220	215	511	424.0
1986	2 152.0	334.3	339.5	234	221	565	458.0
1987	2 362.0	375.0	379.8	266	234	612	495.0
1988[e/]	2 357.8	401.2	378.6	286	239	613	440.0[e/]
1989	2 515.0	430.0	400.0	325	260	640	460.0

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales.
Nota: Las siglas de los organismos nacionales de electrificación de América Central son las siguientes:
INDE - Instituto Nacional de Electrificación (Guatemala).
CEL - Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (El Salvador).
ENEE - Empresa Nacional de Energía Eléctrica (Honduras).
INE - Instituto Nicaragüense de Energía (Nicaragua).
ICE - Instituto Costarricense de Electricidad (Costa Rica).
IRHE - Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (Panamá).

a/ La demanda máxima neta equivale a la potencia entregada al sistema; a la generación bruta se le restan los servicios propios de las plantas.
b/ No incluye el área del Canal.
c/ En el cuadro 2 se presenta el detalle por planta de la capacidad instalada.
d/ Las demandas máximas son registradas (reales) para 1985-1988, y estimadas para 1989.
e/ Cifras preliminares

Cuadro 2

ISTMO CENTROAMERICANO: CENTRALES GENERADORAS Y CAPACIDAD INSTALADA POR EMPRESA ELECTRICA NACIONAL, 1988

	Capacidad instalada		Disponible en 1988 (MW)	Combustible	
	MW	Porcentajes		Tipo	KWh/galón
COSTA RICA (ICE)	748.2	100.00	748.2		
Hidráulica	678.2	90.50	678.2		
Arenal (3X52.5)	157.4		157.4		
Coribicí (3X58)	174.0		174.0		
Cachí (2X32+1X36.8)	100.8		100.8		
Río Macho (2X15+3X30)	120.0		120.0		
Garita a/ (2X15+2X48)	126.0		126.0		
Térmicas y Gas	70.0	9.50	70.0		
San Antonio-Vapor (2)	10.0		10.0	Búnker	
Colima (6)	12.0		12.0	Diesel	
San Antonio-gas (1)	18.0		18.0	Diesel	
Barranca (1)	18.0		18.0	Diesel	
Moín (4)	12.0		12.0	Búnker	
EL SALVADOR (CEL)	650.9	100.00	506.7		
Hidráulicas	388.5	59.69	381.6		
Guajoyo (1X15)	15.0		15.0		
Cerrón Grande (2X67.5)	135.0		135.0		
5 de Noviembre (4X15+1X21.9)	81.9		75.0		
15 de Septiembre (2X78.3)	156.6		156.6		
Geotérmicas	95.0	14.60	51.1		
Ahuachapan (2X30+1X35)	95.0		51.1		
Térmicas	69.6	9.80			
Acajutla (1X30+1X33+1X6.6)	69.6		30.0	Búnker	11.70
Turbinas y combustión interna	97.8	15.02	44.0		
Soyapango (2X16.7+1X20.5)	53.9		24.0	Diesel	7.75
San Miguel	25.3		20.0	Diesel	7.69
Miravalles (3X6.2)	18.6			Bunker	15.69
GUATEMALA (INDE)	778.5	100.00	581.0		
Hidráulicas	486.0	62.40	427.0		
Chixoy (5X60)	300.0		280.0		
Aguacapa (3X30)	90.0		60.0		
Jurún Marinalá (3X20)	60.0		60.0		
Esclavos (2X6.5)	13.0		13.0		
Menores	23.0		14.0		
Térmicas (vapor)	116.0	14.90	30.0		
Escuintla (1X30+1X42)	83.0		0.0	Bunker	9 y 12.4
Laguna (2X3.5+2X13)	33.0		30.0		
Turbinas y combustión interna	176.5	22.70	124.0		
Escuintla (2X12.5+2X25+1X42)	117.0		82.0	Diesel	9.00
Laguna (1X12.5+2X23.5)	59.5		42.0	Diesel	

/Continúa

Cuadro 2 (conclusión)

	Capacidad instalada MW	Capacidad instalada Porcentajes	Disponible en 1988 (MW)	Combustible Tipo	Combustible KWh/galón
HONDURAS (ENEE)	544.6	100.00			
Hidráulica	431.0	79.14			
Cajón (4X75)	300.0				
Cañaveral (2X14.25)	28.5				
Río Lindo (4X20)	80.0				
Níspero (1X22.5)	22.5				
Térmica	85.0	15.60			
Ceiba (4X5)	20.0		20.0	Bunker	13.3
Térmica Alsthom (4X7.5)	30.0		7.5	Bunker	13.5
Térmica Sulzer (4X7.5)	30.0		7.5	Bunker	13.8
Santa Fe (2X2.5)	5.0		-	Diesel	12.3
Gas	28.6	5.26			
La Puerta (1X15)	15.0		12.0	Diesel	6.8
Miraflores (1X13.6)	13.6		-	Diesel	6.1
NICARAGUA (INE)	360.0	100.00			
Hidráulica	100.0	22.77			
Centroamérica (2X25)	50.0				
Carlos Fonseca (2X25)	50.0				
Geotérmica	70.0	19.44			
Patricio Argüello (2X35)	70.0				
Térmica	175.0	48.61			
Nicaragua (2X50)	100.0			Bunker	12.6
Managua (2X15+1X45)	75.0			Bunker	9.8 y 13.3
Gas	15.0	4.17			
Germán Pomares (1X15)	15.0			Diesel	7.6
PANAMA (IRHE)	896.2	100.00	770.0		
Hidráulicas	551.0	61.48	551.0		
Fortuna (3X100)	300.0		300.0		
Bayano (2X75)	150.0		150.0		
Estrella (2X21)	42.0		42.0		
Los Valles (2X24)	48.0		48.0		
Menores	11.0		11.0		
Térmicas vapor	155.0	17.29	110.0		
Bahía las Minas (1X24+3X40)	144.0		101.0	Bunker	11.28 y 12.8
San Francisco U3 (1X11)	11.0		9.0	Bunker	9.67
Térmicas gas	190.2	21.22	141.0		
Subestación Panamá (2X21.4)	42.8		36.0	Diesel	8.91
Pielstick (4X7)	28.0		-		
Bahía Las Minas (2X36)	72.0		72.0	Diesel b/	
Monte Esperanza (1X21.4)	21.4		15.0	Diesel	8.44
Menores diesel	26.0		18.0		

Fuente: Información proporcionada por las empresas eléctricas nacionales.

a/ Se incluye el proyecto Ventanas-Garita de 96 MW del ICE, que fue puesto en servicio en 1987.

b/ Diesel marino.

Cuadro 3

ISTMO CENTROAMERICANO: DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA POR SUBSECTORES

	Demanda interna (GWh)				
	Total	Residencial	Industrial	Comercial	Alumbrado público
COSTA RICA					
1984	2 345	1 053	673	542	77
1985	2 489	1 123	692	593	81
1986	2 723	1 242	764	635	82
1987	2 915	1 359	793	677	86
1988 a/	2 969	1 406	789	682	92
EL SALVADOR b/					
1984	1 368	461	469	203	235
1985	1 440	477	480	213	270
1986	1 492	511	472	224	285
1987	1 584	552	515	233	284
1988 a/	1 662	592	527	245	298
GUATEMALA c/d/					
1984	1 188	363	500	256	69
1985	1 245	377	534	261	73
1986	1 364	414	591	278	81
1987	1 571	454	685	341	91
1988 a/					
HONDURAS					
1984	978	291	437	151	99
1985	1 065	330	448	181	106
1986	1 058	340	410	193	115
1987	1 145	371	416	230	128
1988 a/	1 260	405	469	243	143
NICARAGUA e/					
1984	988	285	493	71	139
1985	979	302	475	69	133
1986	973	300	469	70	134
1987	1 037	324	484	87	142
1988 a/	950	332	411	83	124
PANAMA f/					
1984	1 846	522	229	574	521
1985	2 005	560	252	610	583
1986	2 116	607	268	647	594
1987	2 191	663	306	678	544
1988 a/	1 979	637	231	599	512

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales.

a/ Cifras preliminares.

b/ Para El Salvador se incluye, en Alumbrado público, el consumo del Gobierno y otros.

c/ No incluye sistemas aislados de Guatemala.

d/ En la demanda industrial del INDE se incluyen otros altos consumos y, en Alumbrado público, la venta en bloque a empresas eléctricas municipales.

e/ Para Nicaragua, en Alumbrado público se incluye el consumo del Gobierno, y en Industrial el de irrigación y bombeo.

f/ Para Panamá, en el rubro de alumbrado público también se incluyen: entidades autónomas, edificios públicos, venta a otras empresas, municipio y consumo propios del IRHE.

Cuadro 4

ISTMO CENTROAMERICANO, BLOQUE NORTE: LA PRODUCCION Y EL INTERCAMBIO DE ENERGIA ELECTRICA EN LOS SISTEMAS ELECTRICOS DE GUATEMALA Y EL SALVADOR
(GWh)

	Generación neta		Exportación neta a/	
	INDE	CEL	INDE	CEL
1985	1 493.2	1 650.5		
Hidroeléctrica	675.2	1 165.8	-	-
Geotérmica	-	379.7	-	-
Búnker	467.5	72.3	-	-
Diesel	350.5	32.7	-	-
1986	1 729.5	1 623.8	88.0	-88.0
Hidroeléctrica	1 715.1	1 226.3	-	-
Geotérmica	-	333.7	-	-
Búnker	4.9	32.3	-	-
Diesel	9.5	31.5	-	-
1987	1 866.0	1 832.5	8.8	-8.8
Hidroeléctrica	1 698.3	1 129.0	-	-
Geotérmica	-	398.5	-	-
Búnker	54.3	260.5	-	-
Diesel	113.4	45.7	-	-
1988	2 032.5	1 929.7	34.7	-34.7
Hidroeléctrica	1 846.8	1 296.9	-	-
Geotérmica	-	397.1	-	-
Búnker	59.7	181.5	-	-
Diesel	126.0	54.2	-	-

Fuente: Información proporcionada por las empresas eléctricas nacionales.
Nota: La demanda propia se obtiene restando la exportación de la generación.
a/ Signo negativo significa importación.

Cuadro 5

ISTMO CENTROAMERICANO, BLOQUE SUR: LA PRODUCCION Y EL INTERCAMBIO DE ENERGIA ELECTRICA EN LOS SISTEMAS ELECTRICOS DE HONDURAS, NICARAGUA, COSTA RICA Y PANAMA
(GWh)

	Generación neta				Exportación neta a/			
	ENEE	INE	ICE	IRHE b/	ENEE	INE	ICE	IRHE c/
1985	1 345	976	2 768	2 378	127.9	-187	60	-23
Hidroeléctrica	1 299	256	2 757	1 918	127.9	-	-	-
Geotérmica	-	301	-	-	-	-	-	-
Búnker	46	412	11	359	-	-	-	-
Diesel	-	7	-	101	-	-	-	-
1986	1 435	1 141	2 891	2 547	160.6	- 71	-77	-15
Hidroeléctrica	1 431	284	2 885	2 088	-	-	-	-
Geotérmica	-	261	-	-	-	-	-	-
Búnker	1	583	6	371	-	-	-	-
Diesel	-	13	-	88	-	-	-	-
1987	1 753	1 219	3 075	2 700	343.7	- 84	-171	-118
Hidroeléctrica	1 751	393	2 994	2 115	-	-	-	-
Geotérmica	-	234	-	-	-	-	-	-
Búnker	1	574	70	445	-	-	-	-
Diesel	1	18	11	140	-	-	-	-
1988	1 898	1 068	3 135	2 559	323.9	- 82	-190	-
Hidroeléctrica	1 897	386	3 040	2 199				
Geotérmica	-	179	-	-				
Búnker	-	475	60	200				
Diesel	1	28	35	160				

Fuente: Información proporcionada por las empresas eléctricas.
Nota: La demanda propia se obtiene restando la exportación de la generación.
a/ Signo negativo significa importación.
b/ No incluye el área del Canal.
c/ Incluye el intercambio con la Compañía del Canal de Panamá.

Cuadro 6

ISTMO CENTROAMERICANO: CARACTERISTICAS BASICAS DE LOS PRINCIPALES PROYECTOS HIDROELECTRICOS EXISTENTES, 1988

Proyectos hidroeléctricos	Tipo de regulación	Capacidad (MW)	Turbina	Generación en GWh		Energía almacenable (GWh)
				Año medio	Año seco	
Costa Rica				2 483	2 072	1 637
Cachí b/	Estacional	100.8	Francis	685	468	25
Río Macho b/	Filo de agua	120.0	Pelton	518	332	-
Ventanas-Garita	Filo de agua	126.0	Francis			
Arenal b/	Interanual	157.4	Francis	616	616	783
Corobicí b/	Filo de agua	174.0	Francis	664	656	829
El Salvador		388.0		1 565		220
Guajoyo b/	Anual	15.0	Kaplan	50	-	40
Cerrón Grande b/	Anual	135.0	Francis	475	-	180
5 de Noviembre b/	Filo de agua	81.4	Francis	500	-	-
15 de Septiembre b/	Filo de agua	156.6	Kaplan	540	-	-
Guatemala		463.0		1 970	1 500	500
Chixoy	Anual	300.0	Pelton	1 450	1 100	450 a/
Aguacapa	Diaria	90.0	Pelton	320	240	-
Jurún Marinalá	Anual	60.0	Pelton	150	120	50
Esclavos	Filo de agua	13.0	Francis	50	40	-
Honduras		431.0		2 268	1 370	2 209
El Cajón	Interanual	300.0	Francis	1 477	910	1 607
Río Lindo b/	Diaria	80.0	Pelton	529	310	432
Cañaveral b/	Anual	28.5	Francis	191	105	170
Níspero	Diaria	22.5	Francis	71	45	-
Nicaragua		100.0		397	300	317
Centroamérica b/	Anual	50.0	Francis	202	164	180
Carlos Fonseca b/	Anual	50.0	Francis	195	136	137
Panamá		540.0		2 357	1 804	562
Estrella b/	Filo de agua	42.0	Francis	237	173	-
Los Valles b/	Filo de agua	48.0	Francis	273	215	-
Fortuna	Filo de agua	300.0	Pelton	1 242	1 071	-
Bayano	Anual	150.0	Francis	605	345	562

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales.
a/ Valor estimado.
b/ Plantas en cascada.

Cuadro 7

ISTMO CENTROAMERICANO: NIVELES DE FALLA[a/] DE NODOS SELECCIONADOS

NODO O BARRA	NIVEL DE FALLA (MVA)	NODO O BARRA	NIVEL DE FALLA (MVA)
GUATENORTE-230	2 669	PATRICIO ARGUELLO-138	886
GUATE ESTE-230	2 634	CENTROAMERICA-138	914
GUATE SUR-230	2 741	FRENTE SUR-138	1 203
ESCUINTLA-230	2 570	MANAGUA-138	1 332
AGUACAPA-230	1 905	ESTELI-138	518
JURUN MARINALA-230	1 528	ACOYAPA-138	207
CENTRO-69	1 606	LIBERIA-230	1 287
LAGUNA-69	1 040	COROBICI-230	1 867
SAN SEBASTIAN-69	349	ARENAL-230	1 873
PUERTO BARRIOS-69	435	BARRANCA-230	1 816
AHUACHAPAN-230	1 612	LA CAJA-230	1 726
NEJAPA-115	1 675	RIO MACHO-230	1 512
ACAJUTLA-115	1 048	RIO CLARO-230	1 114
SOYAPANGO-115	1 478	GUAYABAL-138	231
CERRON GRANDE-115	1 314	ESTE-138	1 922
GUAJOYO-115	512	SABANILLA-138	897
SAN ANTONIO ABAD-115	955	MOIN-138	808
NUEVO CUSCATLAN-115	1 510	PROGRESO-230	1 288
EL CAJON-230	2 576	FORTUNA-230	2 147
PROGRESO-230	2 191	MATA DE NANCE-230	2 139
SUYAPA-230	1 579	LLANO SANCHEZ-230	1 448
PAVANA-230	1 474	VELADERO-230	1 505
RIO LINDO-138	1 101	PANAMA-230	2 339
LA PUERTA-138	1 046	BAYANO-230	1 780
SANTA FE-138	772	CALDERA-115	1 161
LA LEONA-69	514	PANAMA-115	2 262
LEON-230	2 143	BAHIA LAS MINAS-115	1 573
NICARAGUA-230	1 852	MARAÑON-115	1 681
LOS BRASILES-230	1 617	CHILIBRE-115	1 225

a/ Estimados suponiendo toda la capacidad en línea, con el enlace Honduras-Nicaragua en 230 kV y con la interconexión (futura) entre El Salvador y Honduras.