USO INTERNO
CEPAL/MEX/SRNET/78/1
Febrero de 1978

PROYECTO REGIONAL DE INTERCONEXION ELECTRICA DEL ISTMO CENTROAMERICANO

Informe de avance número 3

78-2-144-70

INDICE

/1. Introducción

1. Introducción

Este informe cubre los avances y logros obtenidos en el Proyecto de Interconexión Eléctrica del Istmo Centroamericano durante el período comprendido entre octubre de 1977 y febrero de 1978.

Se concretaron la totalidad de las acciones requeridas para completar una versión actualizada del proyecto con una terminación programada para mediados de 1979.

Se licitaron los trabajos a ser realizados por consultores, se escogió la firma ganadora, se negoció el contrato respectivo y se iniciaron las primeras actividades programadas al respecto. En igual forma se logró la incorporación al equipo de la CEPAL del especialista en modelos matemáticos.

Se continuaron las actividades técnicas en materia de proyectos hidroeléctricos (características y costos), estudios de demanda, evaluación de los recursos geotérmicos (potencial y programa de adición) y estudios de operación.

2. Gestiones de apoyo técnico-financiero

Con miras a actualizar la programación del proyecto tomando en consideración el tiempo transcurrido se elaboró un estudio detallado de cada una de las actividades en términos de sus requerimientos de tiempo y de recursos, tanto humanos como financieros, utilizando el sistema de la ruta crítica. (Véase el anexo 1.)

Se continuaron las gestiones para asegurar el apoyo técnico-económico de los organismos participantes BCIE-PNUD-BID utilizando como base el programa actualizado mencionado en el párrafo anterior con los siguientes resultados:

a) Se formalizó el Convenio sobre Cooperación Técnica no Reembolsable (ATN/SF-1585-RE) entre el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE) cubriendo una contribución del BID al proyecto hasta por el equivalente a 579 000 dólares para los propósitos ya indicados en el Informe de Avance número 2 (SRNE/77/10).

/b) Se aseguró

b) Se aseguró el financiamiento del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) para el Coordinador Técnico del Proyecto (ingeniero Hernán García), hasta la terminación del mismo estimada para mediados de 1979.

c) Se completó y acordó en principio el Convenio BCIE-CEPAL que se refiere a las relaciones BID-BCIE-CEPAL para la mejor utilización de los fondos de los dos primeros en el proyecto.

Con los acuerdos anteriores y la contribución en especie de la CEPAL se aseguró el apoyo técnico-económico requerido para llevar a feliz término la realización del proyecto. Todo lo anterior fue coordinado y corroborado en una Reunión Interagencial BCIE-PNUD-BID-CEPAL celebrada en San Salvador el día 13 de febrero de 1978.

3. Asignación de contratos de consultoría

3.1 Contrato con Montreal Engineering Company Limited

En la segunda quincena de octubre se llamó a propuestas para la ejecución de los contratos de consultoría con financiamiento del BID para los siguientes capítulos del estudio: revisión y actualización de costos de proyectos hidroeléctricos; estudios de mercado; determinación de costos y características de operación de alternativas termoeléctricas; estudios del sistema de transmisión y definición de características principales del despacho de carga. Se recibieron propuestas de ocho firmas consultoras.[1/]

La evaluación de las propuestas se realizó en la primera quincena del mes de enero de 1978 y estuvo a cargo de un Comité ad-hoc BCIE-CEPAL, resultando seleccionada la firma Montreal Engineering Company Limited (MONENCO) de Montreal, Canadá.

Luego se discutieron y acordaron en principio los términos del contrato entre ejecutivos de MONENCO y del BCIE, quienes contaron con la asesoría técnica de la CEPAL.

1/ Montreal Engineering Company, The Shawinigan Engineering Company; Kennedy and Donkin; Electrowatt Engineering Service, Electroconsult; Chas T. Main; SOFRELEC e International Engineering Company (representando el Consorcio Lameyer, Motor Columbus y Companhia International de Engenharia).

/A 1a

A la fecha se espera la aprobación del BID al contrato negociado, por un monto del orden del medio millón de dólares; no obstante lo cual MONENCO comenzó sus trabajos a partir del día 6 de febrero del presente.

3.2 Contrato con la Empresa Nacional de Electricidad (ENDESA)

Se completó la gestión de contratación del especialista en modelos matemáticos proveniente de la ENDESA (Chile) y como consecuencia el ingeniero Esteban Skoknic llegó a México el 11 de febrero, integrándose de inmediato al equipo de la CEPAL.

4. Revisión de costos de proyectos hidroeléctricos

Se comenzó esta actividad con una definición de los proyectos que serán incluidos en el estudio y la preparación y entrega a MONENCO de toda la información disponible sobre el tema.

Durante la gira de trabajo que efectuará personal de MONENCO en conjunto con la CEPAL a partir del 27 de febrero de 1978 se completará la información relativa a los proyectos hidroeléctricos y se comenzará a recoger las informaciones básicas sobre costos.

5. Estudios de la demanda

Se completó un nuevo estudio del factor de diversidad existentes entre los sistemas del Istmo con datos de 1976. Se elaboraron las curvas de duración de la demanda a nivel mensual para los países del Istmo.

La información básica recopilada por la CEPAL mediante encuesta con las empresas eléctricas, así como proyecciones de las principales variables macroeconómicas hasta el año 2000 fueron entregadas a los consultores.

Los especialistas en mercado eléctrico de MONENCO recorrerán también los países del Istmo a fin de complementar las informaciones requeridas para realizar la actualización de los estudios existentes en los países.

/6. Revisión de

6. Revisión de características técnicas de proyectos hidroeléctricos

Se realizó un estudio hidrológico de análisis, extensión y generación sintética de las series hidrológicas para los proyectos considerados en el estudio de interconexión. Para la realización de este estudio fue necesario preparar un programa de generación estocástica de caudales mensuales (Modelo GENHID).

Como resultado de este estudio se elaboraron series de 30 años coincidentes en el tiempo para todos los proyectos hidroeléctricos. Estas series se utilizarán en los procesos de operación simulada de las centrales hidroeléctricas.

Una versión preliminar del informe resultante --para el cual se contó con la colaboración del consultor en hidrología, Fernando Aguilar-- será presentada próximamente a los países para sus comentarios.

Se trabaja en la preparación de antecedentes para aplicar el Modelo OPEHID, de operación simulada de una central hidroeléctrica destinado a proporcionar las características de operación de los proyectos.

Se está preparando un programa especial de simulación de la operación de varias centrales en cascada OPECAS que será utilizado en aquellos proyectos ubicados en un mismo río. (Casos de El Salvador y Costa Rica).

Se está ensayando un programa de selección de políticas de operación de un proyecto hidroeléctrico base en la prueba de una gama de políticas generadas automáticamente (OPEOPT).

7. Estudio de los recursos geotérmicos

Se completaron los primeros borradores de los estudios sobre los recursos geotérmicos financiados por el PNUD como sigue: el primero titulado "A Quantitative Assessment of Unproven Quantitative Geothermal Power Reserves in Central America", elaborado por James McNitt del Centro de Recursos Naturales, Energía y Transporte. El mismo presenta una estimación muy preliminar del potencial geotérmico para propósitos de generación en el Istmo Centroamericano, cuyos resultados indican un potencial mínimo estimado de 1 600 MW y con un valor promedio probable de 8 800 MW (valor estadístico esperado).

/El segundo

El segundo titulado "Geothermal Electric Power Development 1980-2000" fue elaborado por Svein Einarsson, Experto en Geotermía del PNUD. Presenta un programa preliminar de adiciones de centrales geotermoeléctricas para los seis países de la región en el período 1980-2000.

Sendos informes fueron objeto de discusión y aprobación en principio en la Primera Reunión del Grupo Regional de Energía Geotérmica (GREG), celebrada en San Salvador los días 14 y 15 de febrero. En dicha reunión se acordó que los países harían sus comentarios a los referidos informes a la brevedad del caso de modo que, los autores de los mismos pudieran completar sus versiones finales para mediados del mes de abril.

8. Estudios de operación

Se reanudaron los trabajos para la implementación del Modelo WASP que habían estado detenidos alrededor de tres meses por fallas en el computador del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).

Se completó la preparación de los archivos que describen el sistema existente en su componente termoeléctrico.

Fue necesario introducir modificaciones a varios de los programas que componen el Modelo WASP (módulos FIXSYS, VARSYS, LOADSY y CONGEN) debido a dificultades derivadas de diferencias entre los sistemas operativos de la Agencia Internacional de Energía Atómica y el del IMSS.

Se hicieron modificaciones en otros programas debidos a diferencias de nivel en el lenguaje FORTRAN en que estaban preparados.

Se completó la preparación de un programa computacional para el ajuste de un polinomio de 5o. grado a las curvas de demanda (POLINO) para su preparación en el Modelo WASP.

/Anexo 1

Anexo 1

REVISION DEL PROGRAMA DE TRABAJO

a) Objetivo

Razones de diversa índole han impedido el normal desarrollo del Proyecto Regional de Interconexión Eléctrica del Istmo Centroamericano. La principal de ellas es que los arreglos institucionales destinados a concretar el aporte financiero del BID retrasaron el llamado a presentar propuestas para los estudios asignados a firmas consultoras y la integración al estudio del especialista en modelos matemáticos proveniente de la ENDESA. Tampoco ha sido posible contar en forma oportuna con el personal necesario para completar el equipo de trabajo dirigido por la CEPAL.

La invitación para presentar propuestas a las firmas consultoras se hizo el 9 de noviembre concediéndose plazo para recepción de las mismas hasta el 20 de diciembre. Aunque aún hay incertidumbre respecto a la fecha en que se firmaría el contrato con la ENDESA, existen elementos suficientes como para rehacer la programación del estudio, estudiar las actividades que determinan su ruta crítica y ajustar la disponibilidad de personal técnico a los requerimientos del estudio.

El presente informe contiene las conclusiones de un reestudio de la programación del proyecto. Estas pueden resumirse como sigue:

i) El plazo de ejecución es de 20 meses contados a partir de noviembre del presente año. Dentro de este período son determinantes los plazos ocupados por los consultores en efectuar los estudios de costos de centrales y mercado (7 1/2 meses) y del sistema de transmisión (5 meses);

ii) Los requerimientos de personal técnico del equipo formado en la CEPAL alcanzan a 79 meses-hombre. La disponibilidad de personal se estimó en 81 meses-hombre, comprendiendo en ella dirección, coordinación técnica, personal de la CEPAL y la participación del especialista en modelos matemáticos.

/b) Estudio de

b) Estudio de la ruta crítica

Las actividades elementales consideradas son las que se indican en el cuadro 1, en el cual se estimaron los tiempos de duración y las fechas de inicio y término. Se indican también los tiempos remotos de inicio y término con el objeto de detectar las holguras, cuando éstas existan.

Con estos antecedentes se construyó el diagrama "GANT" del cuadro 2, punto de partida para el estudio de la ruta crítica.

En el cuadro 3 se presenta el resultado del estudio de la ruta crítica, indicándose las actividades críticas con frecuencia quincenal.

c) Ajuste del programa con la relación de tiempo

Los requerimientos de personal de las actividades que serían realizadas por la CEPAL se estimaron en 79 meses-hombre, que se desglosan como se indica a continuación:[1/]

Actividad	Tiempo (meses-hombre)
Total	79.0
1. Asignación de contratos	2.5
2. Revisión de costos de proyectos hidroeléctricos	3.0[2/]
3. Características técnicas y costos de proyectos termoeléctricos	0.5[2/]
4. Estudios de la demanda	1.2[2/]
5. Revisión de características técnicas de los proyectos	8.0
6. Estudio de recursos geotérmicos	0.2
7. Estudios de programación a largo plazo	15.0
8. Estudios de operación en el mediano plazo	18.0
9. Estudios de transferencia de energía	8.0
10. Estudio de la red de transmisión	5.0
11. Justificación económica	3.0
12. Análisis de sensibilidad	-
13. Formulación de programas de obras	1.0
14. Informe final	8.0
15. Vacaciones	5.6

1/ Cabe hacer notar que las actividades de los consultores también demandan tiempo del personal de la CEPAL (entrega de datos, inspección de estudios, etc.
2/ Estudios asignados a consultores.

/La disponibilidad

La disponibilidad de personal técnico del equipo de la CEPAL en el período de estudio sería la siguiente:

	Desde	Hasta	Meses-hombre
Total			81
Supervisión[3/]	Noviembre de 1977	Junio de 1979	10
Coordinador Técnico	Noviembre de 1977	Junio de 1979	20
Ingeniero de la CEPAL	Marzo de 1978	Junio de 1979	16
Auxiliar Técnico	Noviembre de 1977	Junio de 1979	20
Especialista en modelos matemáticos	Enero de 1978	Diciembre de 1979	12[4/]
Hidrólogo	Noviembre de 1977	Enero de 1978	3

Aunque el total de meses-hombre disponible ajusta aproximadamente con los requerimientos del estudio, fue necesario compatibilizarlos para cada actividad en particular, como se indica en el cuadro 4, el cual muestra el resultado de adelantar algunas actividades independientes y retrasar aquellas que tienen holgura. Como resultado se obtuvieron algunos cambios menores en el diagrama "GANT" inicial.

El programa de actividades corregido se entrega como cuadro 5.

México, D.F., a 25 de noviembre de 1977

3/ Tiempo compartido con otras actividades.
4/ En caso necesario podría llegar a 14.

/Cuadro 1

Cuadro 1

PROYECTO REGIONAL DE INTERCONEXION ELECTRICA DEL ISTMO CENTROAMERICANO

Estudio de la ruta crítica

Actividad				Descripción	Tiempos remotos		Holgura
Código	Inicio	Término	Duración		Inicio	Término	
				ASIGNACION DE CONTRATOS			
011	0.5	0.5	-	Llamado a propuestas	0.5	0.5	-
012	0.5	1.5	1.0	Plazo para ofertas	0.5	1.5	-
013	2.0	2.5	0.5	Estudio de propuestas	2.0	2.5	-
014	2.5	3.0	0.5	Discusión de contrato	2.5	3.0	-
015	3.0	3.0	-	Firma de contrato	3.0	3.0	-
				REVISION DE COSTOS DE PROYECTOS HIDROELECTRICOS			
021	3.0	4.0	1.0	Recopilación de antecedentes	3.0	4.0	-
022	3.0	4.0	1.0	Estudio de costos locales	3.0	4.0	-
023	4.0	6.0	2.0	Revisión de costos	4.0	6.0	-
024	6.0	7.0	1.0	Cálculo de curvas costo-capacidad	6.0	7.0	-
025	7.0	7.5	0.5	Entrega de información			
026	9.0	10.0	1.0	Entrega informe final	9.0	19.0	9.0
				CARACTERISTICAS TECNICAS Y COSTOS DE PROYECTOS TERMOELECTRICOS			
031	3.0	7.0	4.0	Estudio	3.0	7.0	-
032	7.0	7.5	0.5	Entrega de informaciones	7.0	7.5	-
033	9.0	10.0	1.0	Entrega informe final	9.0	19.0	9.0
				ESTUDIOS DE LA DEMANDA			
041	3.0	4.0	1.0	Recopilación de informaciones	3.0	4.0	-
042	4.0	7.0	3.0	Estudio	3.0	7.0	-
043	7.0	7.5	0.5	Entrega de informaciones	7.0	7.5	-
044	9.0	10.0	1.0	Entrega informe final	9.0	19.0	9.0
				REVISION CARACTERISTICAS TECNICAS PROYECTOS			
051	0.0	3.0	3.0	Estudios hidrológicos	0.0	3.0	-
052	3.0	5.0	2.0	Estudios de políticas de operación	3.0	5.0	-
053	5.0	7.5	2.5	Curvas potencia-energía	5.0	7.5	-
060	0.0	3.0	3.0	ESTUDIO DE RECURSOS GEOTERMICOS	0.0	7.5	4.5

/(Continúa)

Cuadro 1 (Conclusión)

Actividad				Descripción	Tiempos remotos		Holgura
Código	Inicio	Término	Duración		Inicio	Término	
				ESTUDIO DE PROGRAMACION A LARGO PLAZO			
071	2.0	4.0	2.0	Desarrollo Modelo MGI	2.0	4.0	-
072	4.0	6.0	2.0	Cálculo de las variables del modelo	4.0	6.0	-
073	6.0	7.5	1.5	Prueba del modelo	6.0	7.5	-
074	7.5	9.0	1.5	Corridas definitivas	7.5	9.0	-
075	9.0	10.0	1.0	Análisis de resultados	9.0	10.0	-
				ESTUDIOS DE OPERACION EN MEDIANO PLAZO			
081	0.0	2.0	2.0	Implementación del Modelo WASP	0.0	2.0	-
082	2.0	5.5	3.5	Pruebas del Modelo WASP	2.0	5.5	-
083	5.5	6.5	1.0	Modificaciones al Modelo WASP	5.5	6.5	-
084	6.5	8.0	1.5	Pruebas de las modificaciones	8.5	10.0	2.0
085	10.0	11.0	1.0	Preparación de datos para el Modelo	10.0	11.0	-
086	11.0	12.0	1.0	Corridas definitivas	11.0	12.0	-
087	12.0	13.0	1.0	Análisis de resultados	12.0	13.0	-
				ESTUDIOS DE TRANSFERENCIA DE ENERGIA			
091	2.0	4.0	2.0	Desarrollo del Modelo TRANSF	9.0	11.0	7.0
092	4.0	6.0	2.0	Pruebas del Modelo	11.0	13.0	7.0
093	13.0	14.0	1.0	Corridas definitivas	12.0	14.0	-
				ESTUDIO DE LA RED DE TRANSMISION			
101	2.0	3.0	1.0	Recopilación de antecedentes	13.0	14.0	11.0
102	14.0	16.0	2.0	Estudios de flujos	14.0	16.0	-
103	16.0	18.0	2.0	Estudios adicionales	16.0	18.0	-
104	18.0	18.5	0.5	Entrega de resultados	18.0	18.5	-
105	18.5	19.0	0.5	Informe final	18.5	19.0	-
110	18.5	19.0	0.5	JUSTIFICACION ECONOMICA	18.5	19.0	-
120	-	-	-	ANALISIS DE SENSIBILIDAD	-	-	-
130	18.5	19.0	0.5	FORMULACION DE PROGRAMAS DE OBRAS	18.5	19.0	-
140	19.0	22.0	3.0	INFORME FINAL	19.0	22.0	-

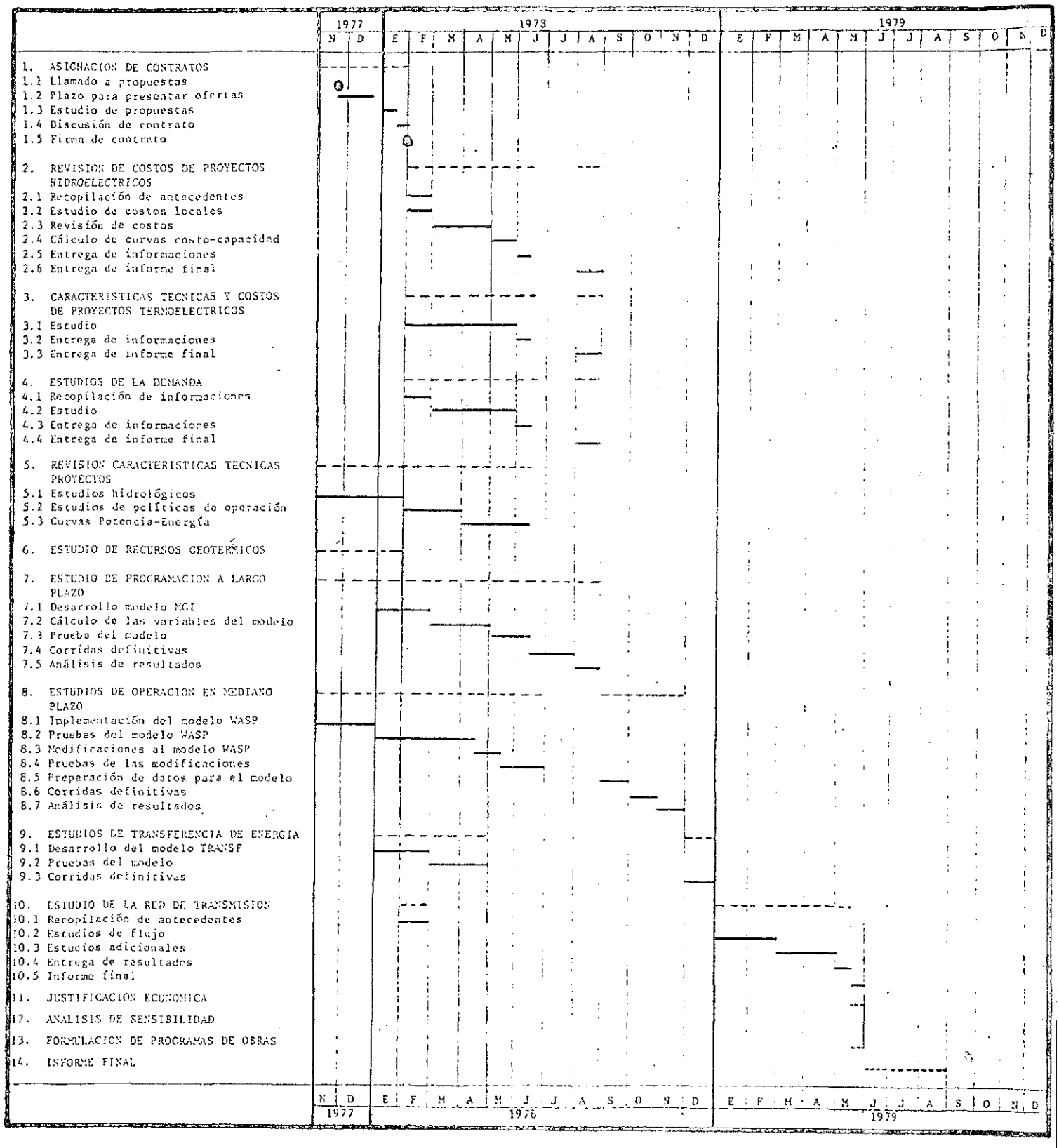
/Cuadro 2

Cuadro 2

PROYECTO REGIONAL DE INTERCONEXION ELECTRICA DEL ISTMO CENTROAMERICANO

Programa de actividades para estudio de ruta crítica

———— Actividades
- - - - - - - - - - Actividades globales



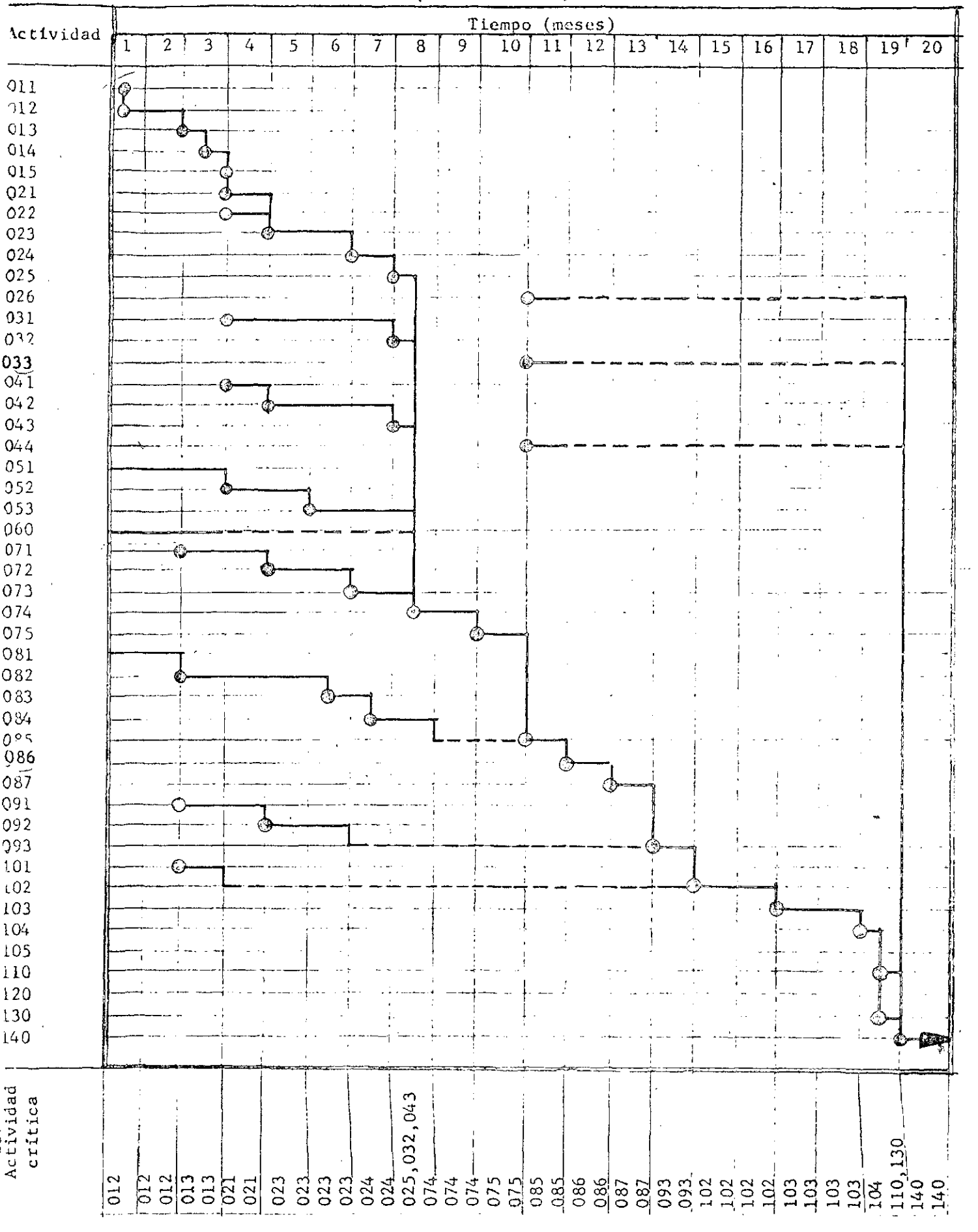
Cuadro 3

PROYECTO REGIONAL DE INTERCONEXION ELECTRICA DEL ISTMO CENTROAMERICANO

Programa de trabajo

Estudio de la ruta crítica

(Meses 1 al 20)



Cuadro 4

PROYECTO REGIONAL DE INTERCONEXION ELECTRICA DEL ISTMO CENTROAMERICANO

Estudio de la relación de tiempo. Grupo de trabajo de la CEPAL

(Meses-hombre)

	Total	1977		1978												1979											
		N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1. ASIGNACION DE CONTRATOS	2.5																										
1.1 Llamado a propuestas	0.5	0.5																									
1.2 Plazo para presentar ofertas	0.0																										
1.3 Estudio de propuestas	1.0			1.0																							
1.4 Discusión de contrato	1.0			1.0																							
1.5 Firma de contrato	0.0																										
2. REVISION DE COSTOS DE PROYECTOS HIDROELECTRICOS	3.0																										
2.1 Recopilación de antecedentes	1.0				1.0																						
2.2 Estudio de costos locales	0.0																										
2.3 Revisión de costos	0.5						0.5																				
2.4 Cálculo de curvas costo-capacidad	0.5								0.5																		
2.5 Entrega de informaciones	0.5									0.5																	
2.6 Entrega de informe final	0.5											0.5															
3. CARACTERISTICAS TECNICAS Y COSTOS PROYECTOS TERMOELECTRICOS	0.5																										
3.1 Estudio	0.0																										
3.2 Entrega de informaciones	0.3								0.3																		
3.3 Entrega informe final	0.2											0.2															
4. ESTUDIOS DE LA DEMANDA	1.2																										
4.1 Recopilación de informaciones	0.5			0.5																							
4.2 Estudio	0.0																										
4.3 Entrega de informaciones	0.5									0.5																	
4.4 Entrega de informe final	0.2											0.2															
5. REVISION CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS PROYECTOS	0.0																										
5.1 Estudios hidrológicos	3.0	1.0	1.0	1.0																							
5.2 Estudios de políticas de operación	3.0				1.5	1.5																					
5.3 Curvas Potencia-Energía	2.0						1.0	0.5	0.5																		
6. ESTUDIO DE RECURSOS GEOTERMICOS	0.2			0.2																							
7. ESTUDIO DE PROGRAMACION A LARGO PLAZO	15.0																										
7.1 Desarrollo modelo MGI	3.0			1.5	1.5																						
7.2 Cálculo de las variables del modelo	4.0					2.0	2.0																				
7.3 Prueba del modelo	3.0							1.5	1.5																		
7.4 Corridas definitivas	3.0								1.5	1.5																	
7.5 Análisis de resultados	2.0										2.0																
8. ESTUDIOS DE OPERACION EN MEDIANO PLAZO	10.0																										
8.1 Implementación del modelo WASP	3.0	1.5	1.5																								
8.2 Pruebas del modelo WASP	3.0	1.0	1.0			1.0	1.0	1.0																			
8.3 Modificaciones al modelo WASP	1.0							1.0																			
8.4 Pruebas de las modificaciones	3.0									1.5	1.0	0.5															
8.5 Preparación de datos para el modelo	2.0											2.0															
8.6 Corridas definitivas	2.0												2.0														
8.7 Análisis de resultados	2.0													2.0													
9. ESTUDIOS DE TRANSFERENCIA DE ENERGIA	8.0																										
9.1 Desarrollo del modelo TRANSF	3.0											0.5	2.5														
9.2 Pruebas del modelo	3.0												0.5	2.5													
9.3 Corridas definitivas	2.0														2.0												
10. ESTUDIO DE LA RED DE TRANSMISION	3.0																										
10.1 Recopilación de antecedentes	2.0															2.0											
10.2 Estudios de flujo	0.5															0.5											
10.3 Estudios adicionales	0.5																		0.5								
10.4 Entrega de resultados	1.0																			1.0							
10.5 Informe final	1.0																			1.0							
11. JUSTIFICACION ECONOMICA	3.0																		1.0	1.5	0.5						
12. ANALISIS DE SENSIBILIDAD	0.0																										
13. FORMULACION DE PROGRAMAS DE OBRAS	1.0																0.5				0.5						
14. INFORME FINAL	10.0																1.0	2.5	2.0		2.5	1.5	1.5				
VACACIONES	5.6		0.6												2.5	2.0	0.5										
TOTAL	82.0	4.0	4.1	5.2	4.0	4.5	4.5	4.8	4.5	3.0	3.0	3.9	5.0	4.5	4.5	4.5	2.0	2.5	3.5	3.5	3.5	1.5	1.5				
DISPONIBLES 1/	84.0	3.5	3.5	4.5	3.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	1.5	1.5				

1/ a) Supervisor: medio jornada durante todo el período (11 meses-hombre); b) Coordinador técnico: todo el período (22 meses-hombre); c) Ingeniero de la CEPAL: marzo 1978 en adelante (16 meses-hombre); d) Auxiliar técnico de la CEPAL: todo el período (20 meses-hombre); e) Especialista en modelos matemáticos: enero 1978-diciembre 1978 (12 meses-hombre), y f) Hidrólogo: noviembre 1977-enero 1978 (3 meses-hombre).

Cuadro 5

PROYECTO REGIONAL DE INTERCONEXION ELECTRICA DEL ISTMO CENTROAMERICANO

Programa de trabajo ajustado con la relación de tiempo

———— Actividades
- - - - - Actividades globales