COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA

LIMITADO
CEPAL/MEX/SRNET/25
Julio de 1979

ESTUDIO REGIONAL DE INTERCONEXION ELECTRICA DEL ISTMO CENTROAMERICANO

Informe de avance correspondiente al período abril-junio de 1979

79-8-367-100

INDICE

/INTRODUCCION

INTRODUCCION

El presente informe resume los avances obtenidos en el Estudio Regional de Interconexión Eléctrica del Istmo Centroamericano, en el segundo trimestre de 1979.

Se han realizado revisiones relacionadas con información básica en materia de demandas y medios de generación motivados por cambios originados en los países participantes.

Se han completado las etapas de operación de centrales hidroeléctricas, programación de obras a largo plazo y estudios de operación de sistemas para los seis países de la región y para una de las alternativas de interconexión regional. También se han realizado avances importantes en materia de estudios de transferencias de energía entre países, redes de transmisión internacional y justificación económica.

1. Gestiones

1. Gestiones administrativas, financieras y de coordinación

Se le dio seguimiento a los trámites administrativos relacionados con el apoyo técnico-financiero y la coordinación general.

Se organizó y se celebró exitosamente la sexta reunión del Grupo Regional de Interconexión Eléctrica (GRIE) del 31 de mayo al 1o. de junio en San José, Costa Rica. En ese mismo lugar también se llevó a cabo la reunión previa interagencial (BCIE-BID-DCTD-PNUD-CEPAL) sobre el avance del Estudio Regional de Interconexión Eléctrica (ERICA) el día 30 de mayo. Como resultado de las reuniones anteriores, el grupo de trabajo que labora bajo la dirección de la CEPAL en México recibió el apoyo de todos los participantes en lo concerniente a los trabajos realizados y programados para completar el mencionado estudio. Adicionalmente se aprobaron recomendaciones para asegurar las actividades de seguimiento una vez completada la presente fase a finales de este año

Para las reuniones mencionadas se elaboraron los siguientes documentos:

1. Reunión Interagencial sobre el Estudio Regional de Interconexión Eléctrica del Istmo Centroamericano (CEPAL/MEX/SRNET/24)
2. Estudio sobre Interconenexión Eléctrica del Istmo Centroamericano. Nota de la secretaría (CCE/SC.5/GRIE/VI/2)
3. Informe del Relator de la sexta reunión del Grupo Regional sobre Interconexión Eléctrica (CCE/SC.5/GRIE/VI/6)
4. Lista de participantes a la sexta reunión del GRIE (CCE/SC.5/GRIE/VI/DI.5/Rev.1)
5. Informe de la sexta reunión del Grupo Regional sobre Interconexión Eléctrica (GRIE) (E/CEPAL/CCE/SC.5/130; CCE/SC.5/GRIE/VI/6/Rev.1)

Se continuó la revisión y procesamiento de las facturas enviadas por los consultores Montreal Engineering Company (MONENCO) cuyo monto total asciende a unos 341 000 pesos centroamericanos aproximadamente, lo que representa un 68% del monto total del contrato BCIE-MONENCO.

En lo que respecta a los fondos del Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE) asignados para el Estudio Regional de Interconexión Eléctrica, se estima que se dispone de un saldo superior a los 28 400 pesos centroamericanos aproximadamente a fines del presente trimestre.

/2. Estudios

2. Estudios de la demanda

Se recalcularon las demandas del sistema eléctrico de Panamá debido a cambios recientes en las estimaciones de las cargas correspondientes al proyecto de Mina de Cobre de Cerro Colorado, así como sus implicaciones en las demandas del sistema regional integrado.

Mediante la utilización de un programa de computación (CARDU) se calcularon las demandas trimestrales para el sistema regional mencionado correspondientes a cada uno de los años hidrológicos en el período 1984-2000, con base en las demandas horarias coincidentes de los países considerados. Esta información se requería como dato de entrada para el módulo LOADSY del modelo WASP-3.

3. Características técnicas y costos de proyectos hidroeléctricos

Se procesó la información básica correspondiente a ocho nuevos proyectos hidroeléctricos --con 24 alternativas de potencia instalada-- resultantes de las conclusiones del Plan Maestro de Desarrollo Eléctrico en Nicaragua, incluyendo la estimación de las inversiones y costos de operación correspondientes de parte de los consultores de MONENCO.

Se completó una versión revisada y actualizada del documento "Estudio de interconexión eléctrica del Istmo Centroamericano. Informaciones básicas para los estudios de desarrollo a largo plazo y de operación simulada" (CCE/SC.5/GRIE/VI/3).

4. Características técnicas y costos de alternativas termoeléctricas y geotérmicas

Esta actividad fue completada en el trimestre anterior.

5. Estudios de operación de centrales hidroeléctricas

Se completaron estudios de operación simulada para los nuevos proyectos de Nicaragua mencionados en el punto anterior.

/Se realizaron

Se realizaron procesos adicionales de operación simulada en varios proyectos de Guatemala, El Salvador y Costa Rica para mejorar la operación de sus embalses con base en los resultados obtenidos, sobre variables de traspaso de energía entre períodos trimestrales, en la aplicación del modelo MGI.

6. Programación de obras a largo plazo

Se completó la elaboración y aplicación del modelo MGI para los seis países del Istmo, incluyendo los cambios en los proyectos hidroeléctricos de Nicaragua antes mencionados. Los resultados se utilizaron como datos de entrada para las corridas del modelo WASP-3 obteniéndose la programación específica de las obras de generación para cada país.

Dicha programación fue sometida a la consideración de la sexta reunión del GRIE también antes mencionada y los cambios y sugerencias de los organismos eléctricos involucrados fueron debidamente incorporados en las corridas finales. Los resultados de los estudios definitivos para los sistemas aislados se muestran en el anexo 1.

Se elaboraron los siguientes documentos:

1. Estudio sobre Interconexión Eléctrica del Istmo Centroamericano. Aplicación del modelo WASP-3 a los sistemas nacionales (CCE/SC.5/GRIE/VI/4)
2. Estudio sobre Interconexión Eléctrica del Istmo Centroamericano. Planeación de las adiciones de generación para los sistemas nacionales. Resultados preliminares (CCE/SC.5/GRIE/VI/5)
3. Honduras: Análisis del abastecimiento eléctrico para 1983 y 1984 (CEPAL/MEX/SRNET/20).

7. Estudios de operación de sistemas

Mediante la aplicación del modelo WASP-3 al programa de adiciones de generación seleccionado se realizaron estudios de operación detallada de los sistemas aislados para los seis países de la región y para los 17 años del período 1984-2000, así como para una de las alternativas de operación regional integrada. Como base para la estimación de los flujos de energía dentro de los sistemas nacionales se calcularon las generaciones individuales de las centrales hidroeléctricas mediante un programa de computación electrónica (RESOPE) a partir de los resultados obtenidos en el WASP-3.

/8. Estudios

8. Estudios de transferencia de energía

Se adelantó considerablemente en el desarrollo de un modelo (TRANSF) para la estimación de los flujos de energía entre países. Dicho modelo define la generación de las diversas centrales en la operación integrada del sistema regional y efectúa los balances de energía correspondientes. Como resultado se obtendrán las transferencias de energía entre países por trimestres y para tres condiciones hidrológicas para el período 1984-2000.

9. Estudios de la red de transmisión

Montreal Engineering Company completó los estudios de flujos para los sistemas de transmisión programados a 1983 en los seis países de la región. También se recopiló información de campo adicional sobre los sistemas de transmisión en Guatemala, Honduras y Panamá.

Los estudios de flujos mencionados fueron comprobados mediante procesos paralelos con el modelo FLULIN en la PDP-11 de la CEPAL. Se elaboró el informe titulado "Modelo FLULIN para análisis de potencia" (CCE/SC.5/GRIE/VI/DI.1).

10. Justificación económica

Se realizaron las primeras estimaciones de los ahorros globales derivados de la interconexión regional para la alternativa en que los países mantienen los programas de adiciones de generación requeridos en la operación aislada de sus sistemas. Los ahorros a obtenerse resultan del orden de los 500 millones de pesos centroamericanos (valor actualizado al año de 1984) con variaciones menores hacia arriba y hacia abajo, dependiendo de los costos de transmisión considerados. Según se explica en mayor detalle en el anexo 2. Cabe mencionar que los ahorros anteriores se basaron en los costos de combustible originalmente adoptados para el estudio y que se han incrementado considerablemente en fechas recientes.

/Finalmente se

Finalmente se ha estimado en forma preliminar que los ahorros en combustible para la región en el período 1984-2000 son en millones de barriles de unos 46.5 en bunker C y 4.0 en diesel, lo que equivale a un 50% aproximadamente del consumo correspondiente a la operación aislada de los sistemas para dicho período. Cabe mencionar que un 40% de los ahorros anteriores ocurrirán en el período 1984-1990. (Véase el anexo 3.)

/Anexo 1

Anexo 1

RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS DE EXPANSION DE LA GENERACION

Cuadro 1

PROGRAMA DE ADICIONES DE GENERACION DE LOS SISTEMAS NACIONALES INDEPENDIENTES, 1984-2000 a/

País	Año	Planta	Capacidad nominal (MW)
Guatemala	1985	Geotérmica	35
	1986	Chulac b/	440
	1989	Xalalá b/	350
	1991	Geotérmica	35
	1991	Atitlán b/	42
	1991	El Arco b/	40
	1992	Geotérmica	35
	1993	Chico b/	206
	1994	Vapor	200
	1994	Geotérmica	35
	1995	Tzucanca b/	90
	1995	Semuc b/	112
	1996	Geotérmica	35
	1996	San Juan b/	167
	1997	Vapor	200
	1998	Altavista b/	55
	1998	Polochic b/	120
	1998	Geotérmica	35
	1999	Estrella Polar b/	116
	1999	Vapor	200
	2000	Vapor	200
El Salvador	1984	Geotérmica	70
	1985	Turbina a gas	50
	1986	Geotérmica	35
	1987	Turbina a gas	50
	1987	Expansión 5 de Noviembre b/	124
	1988	Geotérmica	35
	1989	Geotérmica	35
	1989	Vapor	100
	1990	Zapotillo b/	120
	1990	Geotérmica	35

/(continúa)

Cuadro 1 (Continuación)

País	Año	Planta	Capacidad nominal (MW)
El Salvador (Conclusión)	1992	Geotérmica	70
	1993	Vapor	100
	1994	Turbina a gas	50
	1994	Geotérmica	35
	1995	Vapor	200
	1996	Expansión Cerrón Grande b/	67
	1996	Paso del Oso b/	40
	1996	Geotérmica	70
	1997	Vapor	200
	1999	Vapor	200
	2000	Vapor	200
Honduras	1991	Cuyamel (primera etapa) b/	150
	1994	Cuyamel (segunda etapa) b/	150
	1997	Cuyamel (tercera etapa) b/	225
	1997	Vapor	100
	1999	Piedras Amarillas b/	210
	2000	Naranjito b/	84
	2000	Culuco b/	75
Nicaragua	1984	Turbina a gas	100
	1985	Geotérmica	35
	1986	Vapor	50
	1986	Turbina a gas	50
	1987	Geotérmica	35
	1987	Brito b/	188
	1989	Geotérmica	35
	1990	Vapor	50
	1991	Geotérmica	35
	1991	Copalar (primera etapa) b/	300
	1994	Geotérmica	35
	1995	Copalar (segunda etapa) b/	300
	1996	Geotérmica	35
	1996	Tumarín b/	294
	1998	Geotérmica	35
	1999	Vapor	300
	2000	Mojolka b/	178

/(continúa)

Cuadro 1 (Conclusión)

País	Año	Planta	Capacidad nominal (MW)
Costa Rica	1985	Ventanas b/	80
	1986	Geotérmica	35
	1987	Angostura b/	146
	1989	Geotérmica	35
	1990	Geotérmica	35
	1991	Boruca (primera etapa) b/	250
	1994	Boruca (segunda etapa) b/	250
	1997	Boruca (tercera etapa) b/	310
	1998	Palomo b/	40
	1999	Vapor	200
	2000	Fernando b/	90
	2000	Brujo b/	200
Panamá	1987	Vapor	100
	1988	Changuinola D2-2 b/	200
	1989	Teribe B2-2 b/	292
	1994	Changuinola H1-1 b/	270
	1995	Teribe C2-2 b/	160
	1997	Culubre G3-2 b/	195
	1998	Culubre F1-2 b/	128
	1999	Teribe C7-2 b/	79
	2000	Vapor	200

a/ Véanse los programas a corto plazo 1978-1983 en el cuadro 2.
b/ Centrales hidroeléctricas.

/Cuadro 2

Cuadro 2

PROGRAMAS DE OBRAS DE GENERACION A CORTO PLAZO

(Período 1979-1983)[a/]

País	Año	Planta	Tipo	Capacidad nominal (MW)
Guatemala	1980	María Linda	Hidráulica	90
	1980	Sanarate	Turbina a gas	25
	1980	San Felipe	Turbina a gas	25
	1982	Pueblo Viejo	Hidráulica	300
	1982	Santa María II	Hidráulica	60
El Salvador	1980	Ahuachapán III	Geotérmica	35
	1982	San Lorenzo	Hidráulica	180
Honduras	1979	Puerto Cortés	Diesel	30
	1981	El Níspero	Hidráulica	22
	1983		Termoeléctrica	56[b/]
	1985	El Cajón	Hidráulica	292
Nicaragua	1981	Momotombo I	Geotérmica	35
	1982	Momotombo II	Geotérmica	35
	1983	Momotombo III	Geotérmica	35
Costa Rica	1979	Arenal	Hidroeléctrica	156
	1982	Corobicí	Hidroeléctrica	174
Panamá	1979	Estrella	Hidroeléctrica	38
	1979	Los Valles	Hidroeléctrica	42
	1983	La Fortuna	Hidroeléctrica	255

a/ Para Honduras 1979-1985.
b/ Probablemente diesel lento ubicado la mitad en Tegucigalpa y la otra mitad en la costa norte.

/Anexo 2

Anexo 2

RESULTADOS ECONOMICOS DE LA INTERCONEXION ELECTRICA REGIONAL[1/]

1. Costos actualizados correspondientes a operación aislada e integrada regionalmente

Se indican a continuación los resultados obtenidos con el módelo WASP (módulo DYNPRO) para los sistemas eléctricos de los seis países del Istmo, tanto para la operación independiente como para la operación del sistema regional en forma integrada.

	Costo total actualizado a 1984 (millones de pesos centroamericanos)
Operación aislada de los países	
Total	4 250.70
Guatemala	1 073.30
El Salvador	783.60
Honduras	231.70
Nicaragua	822.80
Costa Rica	513.50
Panamá	825.80
Operación integrada del sistema regional	3 620.70
Diferencia	630.00

Como las inversiones en el sistema integrado --exceptuando las líneas de interconexión adicionales-- en este caso son iguales a las contenidas en los programas de los países, la diferencia se debe exclusivamente a los ahorros de combustible por operación conjunta.

2. Costo de las líneas de transmisión

Una estimación preliminar indica que todas las transferencias podrían realizarse con líneas de interconexión de uno o dos circuitos de 230 kV.

1/ Alternativa en que los países mantienen sus programas de adiciones de generación independientes.

/Con base

Con base en los acuerdos sobre voltajes, tramos y rutas de las líneas de transmisión definidas durante la sexta reunión del GRIE, se han estimado los costos de las líneas de transmisión en las siguientes cifras:

Interconexión	Tramo	Costo total 2/ (miles de pesos centroamericanos) Número de circuitos 1	2
Guatemala-El Salvador	(Guatemala Este-Ahuachapán)	3/	15 712
Guatemala-Honduras	(El Estor-El Progreso)	14 595	23 849
El Salvador-Honduras	(Comayagua-5 de noviembre)	17 759	29 420
Honduras-Nicaragua	(Suyapa-Managua)	3/	29 038
Nicaragua-Costa Rica	(Cañas-Los Brasiles)	3/	28 282
Costa Rica-Panamá	(Boruca-Changuinola)	15 299	22 598
Total		47 653	148 899

3. Comparación económica

Una comparación económica preliminar indica un ahorro variable entre 583 millones de pesos centroamericanos y 484 millones para la alternativa de desarrollo independiente-operación integrada como se muestra a continuación:

	Número de circuitos 1	2
	(millones de pesos centroamericanos)	
Valor presente de ahorros en operación	+630.00	+630.00
Inversión en líneas 4/	-47.60	-148.90
Valor residual de las líneas en el año 2000 5/	+4.40	+13.80
Valor presente del costo de operación de las líneas 6/	-3.40	-10.60
Beneficio neto	583.40	484.30

2/ Incluye ingeniería, administración, imprevistos, gastos generales e intereses durante la construcción.
3/ Un circuito ya existente a 1983.
4/ Suponiendo que entren en operación en 1984.
5/ Suponiendo una vida útil de 25 años.
6/ Estimado como el 1% de la inversión.

/Cabe destacar

Cabe destacar que esta estimación se basa en precios del petróleo equivalentes a 16 dólares el barril para 1984 y 25 dólares para el año 2000. Considerando que el precio actual del combustible es del orden de 18 a 22 dólares por barril puede esperarse que los beneficios sean considerablemente superiores.

También cabe mencionar que en esta estimación se supone que todas las interconexiones se necesitan en 1984, cosa que puede no ser necesaria. Por otra parte, en ciertos casos se requeriría adelantar líneas de los sistemas nacionales cuyo costo debería considerarse en una estimación más precisa.

/Anexo 3

Anexo 3

AHORROS EN CONSUMO DE DERIVADOS DE PETROLEO

	Miles de barriles	
	Bunker "C"	Diesel
1. Consumo de combustible de los sistemas eléctricos operando aisladamente (período 1984-2000) 1/		
Guatemala	17 278	248
El Salvador	25 299	1 948
Honduras	4 258	142
Nicaragua	18 112	786
Costa Rica	314	375
Panamá	22 641	518
Total	87 902	4 017
2. Consumo de combustibles de los sistemas eléctricos operando en forma integrada		
Sistema interconectado	41 385	53
3. Ahorros de combustible	46 517	3 964

4. Ahorros de combustibles por períodos

	Miles de barriles					
	1984-1990		1991-1995		1996-2000	
	Bunker	Diesel	Bunker	Diesel	Bunker	Diesel
Consumo de combustible de los sistemas eléctricos operando aisladamente	32 058	2 246	20 063	837	35 779	930
Consumo de combustible de los sistemad electricos operando en forma integrada	14 071	29	5 301	16	22 011	4
Ahorro de combustible	17 987	2 217	14 762	821	13 768	926

1/ Alternativa de interconexión en que los países mantienen sus programas de adiciones de generación independiente.