

COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA
COMITE DE COOPERACION ECONOMICA
DEL ISTMO CENTROAMERICANO
SUBCOMITE CENTROAMERICANO DE
ELECTRIFICACION Y RECURSOS HIDRAULICOS
Grupo Regional de Interconexión Eléctrica (GRIE)

LIMITADO
CCE/SC.5/GRIE/III/4
Mayo de 1976

Tercera reunión
México, D. F., 20 y 21 de mayo de 1976



AVANCE DEL ESTUDIO DE INTERCONEXION ELECTRICA DEL ISTMO
CENTROAMERICANO. SISTEMAS NACIONALES

Volumen I

RESULTADOS OBTENIDOS A MAYO DE 1976

1941
1942
1943

1944
1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025

1941
1942
1943
1944
1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025

INDICE

Página

Volumen primero

RESULTADOS OBTENIDOS A MAYO DE 1976

Presentación	vii
1. Introducción	1
2. Descripción general de los modelos CONCENTRABLE y MNI	2
3. Principales parámetros utilizados	3
4. Resultados obtenidos para los diferentes países	6
5. Comentarios	24

Volumen segundo

MODELO CONCENTRABLE

Presentación	vii
I. Guatemala	1
1. Introducción	1
2. Modelo CONCENTRABLE	3
a) Hipótesis principales	3
b) Datos necesarios	4
3. Análisis de resultados	5
a) Sensibilidad del modelo	5
b) Análisis de la política de operación de las centrales en el pasado	6
c) Estudio de la sensibilidad de la producción de las plantas de regulación anual para diferentes tasas de vaciado	7
d) Clasificación de la hidráulicidad	8
e) Producción de las plantas hidroeléctricas	8
4. Conclusiones	45
Apéndice 1: Duración de los bloques horarios	51
Apéndice 2: Datos y variables utilizados	59
Apéndice 3: Simulación de la planta Jurún Marinalá	73
Apéndice 4: Generación de plantas chicas	75
Apéndice 5: Selección de años típicos	77
Apéndice 6: CONCENTRABLE Nacional	79

/II. El Salvador

	<u>Página</u>
II. El Salvador	1
1. Introducción	1
2. Descripción teórica del modelo	1
3. Datos necesarios	2
4. Selección de tasas de vaciado	3
III. Honduras	1
1. Introducción	1
2. Descripción teórica del modelo	1
a) Principales hipótesis	1
b) Datos necesarios	3
3. Selección de la mejor tasa de vaciado	3
a) General	3
b) Honduras	4
c) Ejemplo del cálculo	6
4. Análisis de los resultados	8
a) Tasa histórica	8
b) Corrida de 1980	8
Apéndice 1: Características de plantas hidro	27
Apéndice 2: Variables usadas	29
IV. Nicaragua	1
1. Introducción	1
2. Descripción teórica del modelo	1
3. Datos utilizados	3
4. Selección de las tasas de vaciado	3
V. Costa Rica	1
1. Introducción	1
2. Descripción general del Modelo CONCENTRABLE	1
3. Datos, variables y suposiciones	3
4. Diferentes casos del estudio	6
5. Tasas de vaciado	7
6. Análisis de resultados	14
Apéndice 1	27
Apéndice 2	31
Apéndice 3	41

	<u>Página</u>
VI. Panamá	1
1. Introducción	1
2. Descripción teórica del modelo	2
3. Datos necesarios	4
4. Datos utilizados	5
a) Archivos	5
b) NAMELIST	6
5. Selección de la mejor tasa	10
6. Análisis de resultados	28
Apéndice 1: Archivo ESCURR: Evaporaciones y lluvia	31
Apéndice 2-A: CONCENTRABLE en potencia y energía para cada presa, para el mes de diciembre, bloque por bloque para los años seco: 1964, año medio: 1971 y año húmedo: 1967	39
Apéndice 2-B: CONCENTRABLE Nacional: mes por mes, bloque por bloque para los diez años históricos de escurrimientos, 1954 a 1973	45
Apéndice 2-C: Resumen anual de operación de las plantas hidráulicas, planta por planta y para los diez años y generación anual promedio (GWh) para cada planta	53
Apéndice 3: Curva de carga y los bloques horarios de los meses de enero y diciembre de 1974	57

10/10/10

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

10/10/10

PRESENTACION

A principios de octubre de 1975 se iniciaron en México los trabajos correspondientes al Estudio de Interconexión Eléctrica en el Istmo Centroamericano a través de la aplicación de la metodología de planeación desarrollada por la Comisión Federal de Electricidad de México en colaboración con la Electricité de France.

Con el propósito de mostrar el avance de los trabajos se acordó la elaboración de informes periódicos que incluyeran los resultados más importantes obtenidos en la aplicación de cada modelo.

Se presenta en esta oportunidad una relación de los avances y resultados obtenidos en relación con los Sistemas Nacionales a mayo de 1974, con motivo de la celebración de la tercera reunión del Grupo Regional de Interconexión Eléctrica (GRIE). La presentación se ha dividido en dos volúmenes, el primero de los cuales resume los parámetros utilizados y resultados obtenidos a la fecha mencionada en los dos primeros modelos (CONCENTRABLE y MNI). El segundo volumen presenta los informes de trabajo sobre los resultados obtenidos en la aplicación del modelo CONCENTRABLE para cada uno de los países de la región.

Estos trabajos fueron elaborados por funcionarios de los organismos eléctricos nacionales enviados a México a participar en el Estudio Regional de Interconexión y en consecuencia, sus conclusiones no representan necesariamente la opinión de las empresas para las cuales trabajan.

1. Introducción

Este trabajo contiene algunos de los resultados obtenidos hasta el momento en el Estudio de Interconexión Eléctrica en el Istmo Centroamericano. Presenta un breve informe acerca de los modelos CONCENTRABLE y MNI con la descripción de los principales parámetros requeridos por estos programas.

Contiene también las potencias instaladas y las energías disponibles hasta fines de 1980 para cada uno de los países que participan en el estudio.

El período analizado tiene una duración de 19 años desde diciembre de 1980 hasta diciembre de 1999, y se ha subdividido en cinco intervalos con duración de tres años los tres primeros y de cinco los dos últimos. Se señalan asimismo los resultados propuestos por el MNI, o sea el desarrollo óptimo para cada uno de los sistemas eléctricos en estudio, con una tasa de actualización del 12% anual.

Finalmente se hacen algunos comentarios sobre el trabajo realizado, el cual es preliminar.

2. Descripción general de los modelos CONCENTRABLE y MNI

Los modelos CONCENTRABLE y Nacional de Inversiones (MNI) son los dos primeros programas de un conjunto desarrollado por la Comisión Federal de Electricidad y Electricité de France para planificar en forma integrada un sistema de energía eléctrica.

La finalidad del modelo CONCENTRABLE es determinar la máxima potencia hidráulica que puede asignarse a un cierto número de bloques horarios en que se divide la curva de duración de carga de cada mes de un año determinado. Esta constituye una oferta de potencia hidráulica.

El propósito del MNI es obtener la política óptima de desarrollo a largo plazo de los medios de generación de un sistema de energía eléctrica. En forma específica minimiza sobre un determinado período la función económica compuesta por la suma actualizada de los costos de inversión, operación y falla. Es necesario para ello conocer el pronóstico del consumo para todo el período y definir un cierto número de categorías térmicas o hidráulicas que se puedan desarrollar; este modelo no trabaja a nivel de proyectos específicos, sino considerando la potencia a instalar por categorías de generación. En este informe se detallan, más adelante, los parámetros principales utilizados en ambos modelos.

3. Principales parámetros utilizados

Modelo CONCENTRABLE

El modelo CONCENTRABLE proporciona las energías anuales producidas en cada una de las presas en estudio. A partir de esta información se efectúa un análisis estadístico para determinar los años hidrológicos característicos (seco, medio y húmedo) así como su probabilidad de ocurrencia. Las cantidades de potencia concentrable correspondiente a estos años son datos de entrada para el MNI.

Parámetros importantes

- a) Características técnicas de cada uno de los proyectos, entre los que se incluyen:
1. Potencia máxima
 2. Tipo de regulación. Se consideran las categorías de hilo de agua, regulación diaria, regulación semanal y mensual, regulación anual y ampliaciones de potencia.
 3. Condición de cascada
 4. Volumen útil del embalse
 5. Carga mínima, máxima y de diseño
 6. Coeficiente energético promedio
 7. Coeficientes que relacionan la ecuación de carga-volumen
 8. Tasas de mantenimiento
 9. Tasa de vaciado y llenado del embalse, pérdidas por evaporación y aportaciones por lluvia para las plantas de regulación anual
 10. Escurrimientos mensuales de cuenca propia. El registro utilizado corresponde a una muestra de diez años (1964-1973). Esta muestra se escogió por estar disponible en todos los países participantes; el programa tiene una capacidad de 21 años de registro.

/b) Las

b) Las duraciones en miles de horas de cada uno de los seis bloques en que se divide la curva de duración de carga mensual del sistema para el año en estudio.

Modelo Nacional de Inversiones

Este modelo requiere una información más detallada que el anterior, la cual es básica para obtener resultados confiables.

Entre los principales datos que utiliza, se mencionan:

i) El período estudiado es de 19 años, divididos en 5 subperíodos, tres primeros de tres años cada uno y los dos últimos de 5 años. El año de inicio es 1981.

ii) Costos de inversión.^{1/} Los costos de inversión por kW para las categorías hidráulicas y térmicas para una tasa de actualización del 12% anual (véase el cuadro 1), incluyen: la inversión bruta, los intereses intercalares a una tasa del 9% y los gastos fijos de operación, afectados por un coeficiente de reemplazo (que considera el hecho de que la potencia instalada de cada categoría en desarrollo sea sustituida al final de su vida útil por una potencia igual de la misma categoría, esto hasta el infinito), el orden de entrada de las categorías térmicas al modelo concuerda con el orden creciente de los costos incrementales, como se muestra en el cuadro 1.

iii) Costos incrementales (véase el cuadro 1). Estos costos fueron calculados a base de los tipos de combustible, consumo específico y costo de combustible mostrados parcialmente en el cuadro 1.^{2/}

iv) El CONCENTRABLE de potencia hidráulica del sistema para los años seco, medio y húmedo, además de la relación de las energías anuales de cada una de las categorías hidráulicas para estos años con respecto al año seco y la distribución mensual de la energía de cada año que requiere 1 MW de potencia de las diferentes categorías hidráulicas.

v) Proyección de demanda máxima. El consumo futuro es caracterizado a base de la demanda máxima al inicio del estudio (diciembre 1980) y 2 tasas de crecimiento. El modelo calcula las curvas de duración de carga mensual,

1/ CEPAL, "Parámetros económicos", Avance del estudio de interconexión eléctrica en el Istmo Centroamericano. Sistema interconectado. (CCE/SC.5/GRIE/III/5).

2/ Ibid.

Cuadro 1
COSTOS POR CATEGORIA

Tipo de plantas	Costos de inversión (dólares/kW) i = 12%	Costos incrementales (dólares/kWh)	Número de años en que se realiza la inversión	Consumo específico (kCAL/kWh)	Consumo específico (galón/kWh)	Costo combustible (dólares/galón)
<u>Hidráulicas</u>						
Rebombeo	592	-	3	-	-	-
Sobre-equipo	343	-	3	-	-	-
Reg. diaria	757	-	6	-	-	-
Reg. semanal	834	-	6	-	-	-
Reg. anual	818	-	6	-	-	-
<u>Térmicas</u>						
Geotérmica ^{a/}	957	0.0050	4	-	-	-
Vapor > 100MW ^{a/}	891	0.0173	4	2 400	0.0688	0.252 ^{b/}
Vapor 50-100 MW	636	0.0184	4	2 550	0.0731	0.252 ^{b/}
Vapor 25-50 MW	-	0.0210	-	2 900	0.0832	0.252 ^{b/}
Vapor < 25 MW	-	0.0238	-	3 300	0.0946	0.252 ^{b/}
Diesel	-	0.0291	-	2 700	0.0800	0.364 ^{c/}
Gas > 25 MW ^{a/}	273	0.0377	1	3 500	0.1037	0.364 ^{c/}
Gas < 25 MW	-	0.0431	1	4 000	0.1135	0.364 ^{c/}

^{a/} Categorías en desarrollo.

^{b/} Precio bunker.

^{c/} Precio diesel.

representada por 6 bloques horarios idénticos a los definidos en el CONCENTRABLE. Las alturas de los bloques se especifican como un porcentaje de la demanda máxima del año. El modelo supone que la demanda real se encuentra alrededor de esta proyección siguiendo una ley de probabilidad del tipo normal de desviación standard σ

El cuadro 2 muestra los datos anteriores para cada uno de los países.

vi) Casos elementales. Debido a que el modelo calcula el costo de operación sobre una esperanza matemática, es necesario utilizar la probabilidad de ocurrencia de los casos a considerar. Esta probabilidad está compuesta por la del año hidrológico y la del nivel de consumo esperado. Lo anterior se expresa en forma de 12 casos mensuales en los cuales se consideran diferentes combinaciones de hidraulicidad (seca, media y húmeda) y demandas de potencia (baja, normal y alta). En total son 144 casos.

a) Casos de operación

- Hidraulicidad seca, consumo alto
- Hidraulicidad seca, consumo bajo
- Hidraulicidad media, consumo alto
- Hidraulicidad media, consumo bajo
- Hidraulicidad media, consumo normal

b) Casos de falla

Los casos de falla son siete y sólo consideran diferentes consumos altos para hidraulicidad seca.

vii) Costo de falla. A causa de que el modelo penaliza el hecho de no suministrar el total de la demanda requerida por el sistema, es necesario especificarle el costo originado por esta restricción de energía eléctrica.

4. Resultados obtenidos para los diferentes países

Estos resultados se muestran en los cuadros 3, 4 y 5, a continuación.

Cuadro 2

POTENCIA MAXIMA AL AÑO 1980, TASAS DE CRECIMIENTO DEL CONSUMO

	Potencia máxima Dic.1980 (MW)	Tasa 1	Año hasta el que se utiliza	Tasa 2	Año hasta el que se utiliza	
Guatemala	329	10.52	1990	9.53	2000	0.049
El Salvador	337	88.84	1988	8.16	2000	0.082
Honduras	184	12.40	1984	10.03	2000	0.030
Nicaragua	266	9.7	1986	8.26	2000	0.0532
Costa Rica	451	8.82	1988	8.82	2000	0.075
Panamá	397	9.97	1987	11.31	2000	0.011

Cuadro 3-A

GUATEMALA: POTENCIA HIDRAULICA INSTALADA AL 31 DE DICIEMBRE, 1980

Nombre de la planta	Potencia (MW)	Número de unidades	Energía anual en GWh a/			Tipo de regulación
			Año seco	Año medio	Año húmedo	
María Linda I	90	3	288	372	458	Diaria
Jurún Marinalá	58	3	179	219	240	Anual
Los Esclavos	14	2	60	58	76	Diaria
Plantas chicas	21	-	114	139	143	Anual
Total	183	8	788	641	927	

a/ Energías obtenidas a través del CONCENTRABLE.

Cuadro 3-B

EL SALVADOR: POTENCIA HIDRAULICA INSTALADA AL 31 DE DICIEMBRE, 1980

Nombre de la planta	Potencia (MW)	Número de unidades	Energía anual en GWh ^{a/}			Tipo de regulación
			Año seco	Año medio	Año húmedo	
5 de Noviembre	81.0	5	419.95	417.90	451.65	Semanal
Guajoyo	15.0	1	56.90	63.29	72.38	Anual
Cerrón Grande	135.0	2	505.64	597.47	659.94	Anual
<u>Total</u>	<u>231.0</u>	<u>8</u>	<u>982.49</u>	<u>1 078.66</u>	<u>1 183.97</u>	

a/ Energías obtenidas a través del CONCENTRABLE.

Cuadro 3 - C

HONDURAS: POTENCIA HIDRAULICA INSTALADA AL 31 DE DICIEMBRE, 1980

Nombre de la planta	Potencia (MW)	Número de unidades	Energía anual en GWh ^{a/}			Tipo de regulación
			Año seco	Año medio	Año húmedo	
Cañaveral	42.7	3	129	159	219	Anual
Río Lindo	80.0	4	377	442	528	Semanal
<u>Total</u>	122.7	7	<u>506</u>	<u>601</u>	<u>745</u>	

a/ Energías obtenidas a través del CONCENTRABLE.

Cuadro 3-D

NICARAGUA: POTENCIA HIDRAULICA INSTALADA AL 31 DE DICIEMBRE, 1980

Nombre de la planta	Potencia (MW)	Número de unidades	Energía anual en GWh ^{a/}			Tipo de regulación
			Año seco	Año medio	Año húmedo	
Centroamérica	48	2				Anual
Gral. Somoza García	46	2	-	-	-	Semanal
<u>Total</u>	<u>94</u>	<u>4</u>				

a/ Datos no disponibles en México, se encuentran en Managua.

Cuadro 3-E

COSTA RICA: POTENCIA HIDRAULICA INSTALADA AL 31 DE DICIEMBRE, 1980

Nombre de la planta	Potencia (MW)	Número de unidades	Energía anual en GWh ^{a/}			Tipo de regulación
			Año seco	Año medio	Año húmedo	
Menores	40.0	-	288.29	298.76	291.03	Hilo de agua
Garita	30.0	2	176.14	180.39	188.92	Diaria
Río Macho	120.0	5	670.19	573.12	692.98	Diaria
Cachí	96.0	3	658.09	586.84	718.89	Mensual
Arenal	135.0	3	787.92	617.21	825.68	Anual
<u>Total</u>	<u>421.0</u>	<u>13</u>	<u>2 580.63</u>	<u>2 256.31</u>	<u>2 717.50</u>	

a/ Energías obtenidas a través del CONCENTRABLE.

Cuadro 3-F

PANAMA: POTENCIA HIDRAULICA INSTALADA AL 31 DE DICIEMBRE, 1980

Nombre de la planta	Potencia (MW)	Número de unidades	Energía anual en GWh ^{a/}			Tipo de regulación
			Año seco	Año medio	Año húmedo	
La Yeguada	7.0	1	36.20	36.20	36.20	Hilo de agua
La Estrella	38.0	2	265.82	194.26	274.12	Diaria
Los Velles	42.0	2	279.87	211.64	282.35	Diaria
Bayano	150.0	2	788.11	627.20	882.13	Anual
<u>Total</u>	<u>237.0</u>	<u>7</u>	<u>1 369.99</u>	<u>1 069.29</u>	<u>1 474.80</u>	

a/ Energías obtenidas a través del CONCENTRABLE.

Cuadro 4-A

GUATEMALA: POTENCIA TERMICA INSTALADA AL 31 DE DICIEMBRE DE 1980

Nombre de la planta	Potencia (MW)	Número de unidades	Categoría MNI
Moyuta	30	1	Geotérmico
Escuintla vapor 2	53	1	Vapor 50-100 MW
Escuintla vapor 1	33	1	Vapor 25-50 MW
Laguna vapor	30	2	Vapor < 25 MW
Escuintla gas 1 y 2	50	2	Gas > 25 MW
Escuintla gas 2 y 3	25	2	Gas < 25 MW
Laguna gas	10	1	Gas < 25 MW
Diesel	12		Diesel
<u>Total</u>	<u>243</u>		

Cuadro 4-B

EL SALVADOR: POTENCIA TERMICA INSTALADA AL 31 DE DICIEMBRE DE 1980

Nombre de la Planta	Potencia (MW)	Número de unidades	Categoría MNI
Acajutla	63.0	3	Vapor 25-50 MW
Soyapango	59.0	3	Gas < 25 MW
Ahuachapán	90.0	3	Geotérmica
<u>Total</u>	<u>212.0</u>		

Cuadro 4-C

HONDURAS: POTENCIA TERMICA INSTALADA AL 31 DE DICIEMBRE DE 1980

Nombre de la planta	Potencia (MW)	Número de unidades	Categoría MNI
Miraflores	15	1	Gas < 25 MW
Santa Fé	10	4	Diesel
La Puerta	15	1	Gas < 25 MW
La Ceiba	26.4	4	Diesel
<u>Total</u>	<u>66.4</u>		

Cuadro 4-D

NICARAGUA: POTENCIA TERMICA INSTALADA AL 31 DE DICIEMBRE DE 1980

Nombre de la planta	Potencia (MW)	Número de unidades	Categoría MHI
Momotombo	100	2	Geotérmica
Puerto Somoza	100	2	Vapor 50-100 MW
Managua	45	1	Vapor 25-50 MW
Managua	26	2	Vapor < 25 MW
Chinandega	14	1	Gas < 25 MW
<u>Total</u>	<u>285</u>		

Cuadro 4-E

COSTA RICA: POTENCIA TERMICA INSTALADA AL 31 DE DICIEMBRE DE 1980

Nombre de la planta	Potencia (MW)	Número de unidades	Categoría MHI
San Antonio 1	10.0	2	Vapor < 25 MW
San Antonio 2	38.0	2	Gas < 25 MW
Barranca	40.0	2	Gas < 25 MW
Colima	17.5	5	Diesel
Mofin	32.0	4	Diesel
<u>Total</u>	<u>137.5</u>		

Cuadro 4-F

PANAMA: POTENCIA TERMICA INSTALADA AL 31 DE DICIEMBRE DE 1980

Nombre de la planta	Potencia (MW)	Número de unidades	Categoría ENI
Bahía Las Minas	134.0	5	Vapor 25-50 MW
Avenida Sur	16.0	5	Vapor < 25
San Francisco	22.0	3	Vapor < 25
San Francisco	12.0	1	Gas < 25
San Francisco	28.0	4	Diesel
Otras	22.0	7	Diesel
<u>Total</u>	<u>234.0</u>		

Cuadro 5-A

GUATEMALA: DESARROLLO PROPUESTO POR EL MNI

(Tasa de actualización 12%)

I) Equipo térmico

Periodo	Geotérmica (MW)	Vapor >100MW (MW)	Vapor 50-100MW (MW)	Gas >25MW (MW)	Total (MW)
1	0	0	0	0	0
2	90	0	0	0	90
3	90	0	0	0	90
4	90	105	16	35	246
5	0	41	61	36	138

II) Equipo hidráulico

Periodo	Rebombeo (MW)	Sobreequipo (MW)	Regulación diaria (MW)	Regulación semanal (MW)	Regulación anual (MW)	Total (MW)
1	0	0	0	0	300	300
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	25	22	0	47
4	0	1	138	201	56	396
5	0	104	153	111	22	390

Inversión total = 589.416 \$ x 10⁶
 Costos de operación = 114.351 \$ x 10⁶
 Valor final = 138.138 \$ x 10⁶
 Costo total = 565.629 \$ x 10⁶

ALFA: 0.3 \$/kWh

Cuadro 5-B

EL SALVADOR^{a/}: DESARROLLO PROPUESTO POR EL MNI

(Tasa de actualización 12%)

I) Equipo térmico

Período	Geotérmica (MW)	Vapor >100MW (MW)	Vapor 50-100MW (MW)	Gas >25MW (MW)	Total (MW)
1	47	1	0	9	57
2	120	0	0	0	120
3	43	15	0	21	79
4	0	101	5	85	191
5	0	147	119	147	413

II) Equipo hidráulico

Período	Rebombeo (MW)	Sobreequipo (MW)	Regulación diaria (MW)	Regulación semanal (MW)	Regulación anual (MW)	Total (MW)
1	0	0	53	22	0	75
2	0	0	0	20	0	20
3	0	0	0	22	98	120
4	0	0	0	55	304	359
5	0	25	62	0	57	144

^{a/} Desarrollo no definitivo.

ALFA = 1.0: 147 \$/kWh

Inversión total	=	384.9	\$x10 ⁶
Costos de operación	=	149.6	\$x10 ⁶
Valor final	=	120.4	\$x10 ⁶
Costo total	=	414.1	\$x10 ⁶

Cuadro 5-C

HONDURAS^{a/}: DESARROLLO PROPUESTO POR EL MNI

(Tasa de actualización 12%)

I) Equipo térmico

Período	Geotérmica (MW)	Vapor > 100MW (MW)	Vapor 50-100MW (MW)	Gas > 25MW (MW)	Total (MW)
1	0	3	2	9	14
2	0	4	3	10	16
3	0	6	4	13	23
4	0	8	5	17	30
5	0	2	1	23	26

II) Equipo hidráulico

Período	Rebombeo (MW)	Sobreequipo (MW)	Regulación diaria (MW)	Regulación semanal (MW)	Regulación anual (MW)	Total (MW)
1	0	0	67	81	51	199
2	0	0	18	22	19	59
3	0	0	49	73	38	160
4	0	0	53	44	33	131
5	0	0	172	247	222	640

a/ Desarrollo no definitivo.

Cuadro 5-D

NICARAGUA: DESARROLLO PROPUESTO POR EL MNI

(Tasa de actualización 12%)

I) Equipo térmico

Período	Geotérmica (MW)	Vapor > 100 MW (MW)	Vapor 50-100 MW (MW)	Gas > 25 MW (MW)	Total (MW)
1	50	0	0	0	50
2	85	0	0	0	85
3	70	0	0	25	95
4	250	0	0	19	269
5	270	0	0	104	374

II) Equipo hidráulico

Período	Rebombeo (MW)	Sobreequipo (MW)	Regulación diaria (MW)	Regulación semanal (MW)	Regulación anual (MW)	Total (MW)
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	10	10
3	0	0	0	20	15	35
4	0	0	0	25	19	44
5	0	0	0	60	104	164

Inversión total	=	267.38	$\$ \times 10^6$			ALFA = 0.3 \$/kWh
Costos operación	=	162.60	$\$ \times 10^6$			
Valor final	=	106.83	$\$ \times 10^6$			
Costo total	=	323.14	$\$ \times 10^6$			

Quadro 5-E

COSTA RICA^{a/}: DESARROLLO PROPUESTO POR EL MNI

(Tasa de actualización 12%)

I) Equipo térmico

Período	Geotérmica (MW)	Vapor >100 MW (MW)	Vapor 50-100MW (MW)	Gas >25 MW (MW)	Total (MW)
1	30	0	0	0	30
2	60	0	0	0	60
3	60	0	0	0	60
4	0	2	0	4	6
5	0	12	0	253	265

II) Equipo hidráulico

Período	Rebombeo (MW)	Sobreequipo (MW)	Regulación diaria (MW)	Regulación semanal (MW)	Regulación anual (MW)	Total (MW)
1	0	0	130	23	6	159
2	0	0	150	10	0	160
3	0	0	150	6	3	159
4	0	0	202	67	184	453
5	0	0	208	137	201	546

a/ Desarrollo no definitivo.

Inversión total = 483.51 $\times 10^6$

Costos operación = 72.29 $\times 10^6$

Valor final = 142.43 $\times 10^6$

Costo total = 413.37 $\times 10^6$

ALFA = 0.124 \$/kWh

Cuadro 5-F

PANAMA^{a/}: DESARROLLO PROPUESTO POR EL MNI

(Tasa de actualización 12%)

I) Equipo térmico

Período	Geotérmica (MW)	Vapor > 100 MW (MW)	Vapor 50-100 MW (MW)	Gas > 25 MW (MW)	Total (MW)
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
3	0.0	0.0	0.0	6.0	6.0
4	30.0	89.0	0.0	169.0	288.0
5	30.0	417.0	11.0	0.0	458.0

II) Equipo hidráulico

Período	Rebombeo (MW)	Sobreequipo (MW)	Regulación diaria (MW)	Regulación semestral (MW)	Regulación anual (MW)	Total (MW)
1	0.0	0.0	97.0	36.0	42.0	176.0
2	0.0	0.0	110.0	42.0	46.0	198.0
3	0.0	0.0	142.0	65.0	62.0	269.0
4	0.0	0.0	231.0	37.0	299.0	567.0
5	0.0	98.0	0.0	0.0	497.0	595.0

a/ Desarrollo no definitivo.

Inversión total = 568.52 $\times 10^6$

ALFA = 0.3 \$/kWh

Costos operación = 191.88 $\times 10^6$

Valor final = 186.45 $\times 10^6$

Costo total = 573.94 $\times 10^6$

5. Comentarios

En primer lugar es necesario recalcar que los resultados obtenidos hasta el momento son preliminares, ya que existen algunas simplificaciones y suposiciones en la preparación de los datos utilizados.

Debido a que la simulación del equipo hidráulico debe ser muy específica para cada sistema, se piensa que es necesario hacer al modelo MNI los ajustes apropiados para cada país. Es deseable llevar a cabo un estudio más detallado del CONCENTRABLE y no tomarlo en forma general, como hasta la fecha se ha hecho.

El estudio debe completarse utilizando los costos reales de las obras del programa de desarrollo de los países, de manera que cada categoría refleje su conveniencia relativa y permita definir la prioridad de los proyectos existentes. Se ha visto la ventaja de haber podido disponer de una muestra representativa de costos de proyectos.

Finalmente se considera que la metodología de estos modelos hace un enfoque muy moderno y completo de la planificación de obras de generación que puede ser de gran utilidad para los países del Istmo.



