

NACIONES UNIDAS

CONSEJO
ECONOMICO
Y SOCIAL



LIMITADO

ST/ECIA/CONF.7/L.1.21
11 de julio de 1961

ORIGINAL: ESPAÑOL

BIBLIOTECA NACIONES UNIDAS MEXICO

SEMINARIO LATINOAMERICANO SOBRE ENERGIA ELECTRICA

Auspiciado por la Comisión Económica para América Latina, la Dirección de Operaciones de Asistencia Técnica y la Subdirección de Recursos y Economía de los Transportes de las Naciones Unidas, conjuntamente con el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos.

México, 31 de julio a 12 de agosto de 1961

PROPIEDAD DE
LA BIBLIOTECA

CATALOGADO

MÉTODOS EMPLEADOS POR LA EMPRESA NACIONAL DE ELECTRICIDAD
S.A. (ENDESA) PARA LA SELECCION DE ALTERNATIVAS DE
ABASTECIMIENTO ELECTRICO EN EL SISTEMA INTER-
CONECTADO DE LA ZONA CENTRAL DE CHILE

por Renato E. Salazar y Carlos Croxatto

NOTA: Este texto será revisado editorialmente.

Handwritten title or section header.

Handwritten text block, possibly a list or notes.

Main body of handwritten text, appearing to be a list or detailed notes.

Second main body of handwritten text, continuing the list or notes.

1. Introducción

La Empresa Nacional de Electricidad S.A. (ENDESA) es una organización estatal encargada de planificar el desarrollo eléctrico y de suministrar energía eléctrica en Chile, en concurrencia con las empresas privadas de servicio público y de servicio industrial.

A fin de juzgar los métodos empleados por la ENDESA a fin de elegir entre las posibles soluciones que se presenten en Chile para servir el consumo eléctrico, es necesario dar a conocer en líneas generales las características de la región central del país, que está abastecida por el llamado "Sistema Interconectado".

En el mapa y en los cuadros 1 y 2 se han incluido los datos de mayor interés relacionados con el consumo eléctrico de la Zona, el esquema del "Sistema Interconectado" que lo abastece y los recursos potenciales hidroeléctricos más importantes.

Tal como se aprecia en el mapa, en la Zona Central de Chile están incluidos los dos centros económicos e industriales más importantes del país: la región vecina a las ciudades de Santiago, Valparaíso y Viña del Mar y la región vecina a Concepción, Talcahuano, Penco, Tomé y Coronel, ciudad esta última cerca de la cual están ubicados los yacimientos de carbón. El resto del territorio de la Zona Central está esencialmente dedicado a la actividad agrícola y en el extrema norte a la actividad minera.

Dadas las favorables condiciones de los recursos hidráulicos de la Zona Central, el elevado costo del carbón y la carencia de petróleo para abastecer el consumo total del país, el abastecimiento eléctrico de esta Zona, en un futuro previsible, será realizado fundamentalmente a base de energía hidráulica.

Por otra parte, la diversificación de los regímenes hidrológicos y su complementariedad de Norte a Sur, llevaron a la ENDESA al convencimiento de que la mejor forma de lograr un abastecimiento integral de la Zona Central se conseguirá mediante el aprovechamiento de centrales hidroeléctricas, dispuestas a lo largo de la zona, trabajando interconectadas y en combinación con un cierto número de centrales térmicas. La interconexión no sólo comprende las centrales generadoras de la ENDESA

/sino que

sino que también las empresas privadas de servicio público y las de las empresas industriales autoproductoras.

En la parte del "Sistema Interconectado" comprendida entre las ciudades de Santiago y Concepción, donde actualmente se concentran los consumos eléctricos más fuertes, las posibles centrales hidroeléctricas están ubicadas en la zona en que los ríos tienen un régimen glacial, con sus gastos máximos en primavera y verano. Por otra parte, hay pocas posibilidades de embalses y los lagos naturales de la región cordillerana no tienen la capacidad suficiente para regular los gastos de los ríos, tanto para tomar las variaciones interanuales como las estacionales, especialmente debido al régimen muy irregular de los ríos chilenos.

En el extremo sur, donde se encuentran los recursos hidráulicos más importantes, los regímenes de los ríos son pluviales, con sus gastos máximos en invierno. Existen además posibilidades de grandes embalses y de un fácil aprovechamiento de la capacidad de regulación de numerosos lagos naturales que existen en dicha región.

Sin embargo, hasta el momento y en el futuro próximo, los consumos de la región comprendida entre Santiago y Concepción, serán abastecidos en su mayor parte por centrales hidráulicas ubicadas cerca de los consumos, ya que pese a su régimen irregular, aún es más económico aprovechar dichos recursos hidráulicos, que traer energía del extremo sur, a distancias muy grandes de los consumos.

En líneas generales, se tendrá un sistema preponderantemente hidráulico, combinado con centrales térmicas destinadas a suplir la energía deficitaria de las plantas hidráulicas durante los meses de invierno y en los años secos.

2. Criterios empleados para fijar prioridades

La planificación del desarrollo del "Sistema Interconectado" destinado a abastecer el consumo eléctrico de la Zona Central de Chile, lo está realizando la ENDESA a base de planes decenales, en los cuales se fija el orden de prioridad de las centrales hidráulicas, térmicas y sistemas de transmisión, con indicación del año en que se ejecutará cada una

de las obras. Dentro del período correspondiente a cada programa decenal sólo se introducen modificaciones de menor importancia y durante dicho período se elabora el plan correspondiente al próximo decenio.

Por esta razón y dadas las características del "Sistema Interconectado" las comparaciones se hacen no entre dos centrales, sino más bien entre programas alternativos, que incluyen cada uno varias centrales y los correspondientes sistemas de transmisión.

La elección entre los distintos programas alternativos, se hace comparando sus respectivas rentabilidades en conformidad a las bases generales que se exponen a continuación en forma sucinta.

Para cada posible desarrollo hidroeléctrico, correspondiente a los distintos programas alternativos, se realiza un estudio previo destinado a determinar en forma aproximada la mejor solución.

Este estudio es especialmente importante en las centrales de pasada, o en las de embalse de insuficiente capacidad de regulación, las que exigen trabajar combinadas con una central térmica, que entregue la energía deficitaria, de modo que en conjunto tengan una alta seguridad (superior a 95 por ciento).

El estudio consulta en primer lugar la ejecución de varios anteproyectos para diferentes capacidades de las obras hidráulicas, siendo la menor aquella que corresponde al gasto de seguridad total 95 por ciento, incluyendo el efecto regulador en el caso de una planta de embalse.

Es conveniente insistir en la necesidad de contar con las informaciones topográficas, geológicas e hidrológicas adecuadas, a fin de que los resultados reflejen en forma suficientemente aproximada los costos y disponibilidades de energía de cada anteproyecto. Esto exige que con la debida anticipación se instalen las estaciones de aforo y se ejecuten los estudios topográficos y geológicos que proporcionan los datos básicos para los anteproyectos.

Mediante el uso sistemático de las estadísticas hidrológicas, se puede determinar en forma rápida la energía que entregan las distintas soluciones estudiadas, correspondientes a diferentes capacidades hidráulicas. Se puede determinar también la potencia y la energía térmica necesaria para servir con alta seguridad un consumo de características semejantes a las

del "Sistema Interconectado", y cuya demanda máxima sea igual a la potencia hidráulica instalada.

La comparación entre el costo medio de la energía hidráulica y térmica que pueden suministrar cada una de las soluciones analizadas, nos permite elegir la de costo mínimo, que será la que en definitiva se incluirá en el respectivo programa.

Una vez elegidas las mejores soluciones hidráulicas de cada programa alternativo, se hace un rápido análisis de los recursos hidráulicos integrados, a fin de determinar si en consideración al hecho que algunas de las centrales tienen regímenes hidrológicos complementarios, es posible disminuir la potencia y la energía térmica deficitarias, fijando finalmente la potencia y fecha de puesta en marcha de las plantas térmicas requeridas.

El estudio de cada programa se complementa con un anteproyecto de los sistemas de transmisión y la determinación de la energía perdida en la transmisión.

En consideración a que en cada programa aparecen inversiones que se hacen en distintas fechas, se utiliza el método de actualización llamado del "Valor Presente".

Para calcular las entradas que corresponden a cada programa alternativo es necesario determinar el valor de la energía vendida.

El precio medio que se le asigna a la energía es tal que la rentabilidad de los sistemas eléctricos no sobrepasa la fijada por las leyes chilenas vigentes.

También en este caso es necesario actualizar la venta de energía y los gastos anuales de los distintos programas alternativos, a fin de poder hacer las comparaciones sobre bases iguales.

Conocidos todos estos datos y utilizando los mismos criterios adoptados para la determinación de cada planta, es fácil elegir el programa más favorable, que como ya dijimos es el que produce la máxima rentabilidad.

Naturalmente que en ciertos casos la rentabilidad máxima no es la que determina el programa óptimo, ya que puede haber razones de otro tipo que exijan hacer cambios respecto al programa de rentabilidad máxima.

/Por último,

Por último, creemos conveniente dar a conocer el criterio usado por la ENDESA cuando se trata de comparar dos soluciones hidráulicas, destinadas a complementar a determinado programa de instalaciones. En ese caso, se calcula la rentabilidad de cada planta asignándole al kWh producido un valor diferente según sea la época del año y las horas del día en que se consume. Hasta este momento, los valores relativos de la energía de invierno y de verano, y los de día y de noche, se han obtenido de la experiencia de otros países, con sistemas eléctrico similares al "Sistema Interconectado". Las cifras utilizadas son las siguientes:

$$\frac{\text{kWh de invierno}}{\text{kWh de verano}} = 1,5 \qquad \frac{\text{kWh de día}}{\text{kWh de noche}} = 2$$

En la actualidad se están haciendo estudios en la ENDESA destinados a calcular el valor de estas cifras para el caso específico del "Sistema Interconectado" de la Zona Central de Chile.

/Cuadro 1

Cuadro 1

CHILE: CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS Y ECONOMICAS DE LA ZONA CENTRAL ABASTECIDA
POR EL SISTEMA ELECTRICO INTERCONECTADO, 1960

Re- gión geo- grá- fica	Lími- tes a proxi- mados (Lat. S)	Super- ficie (miles km ²)	Pobla- ción (miles de ha- bitan- tes)	Capacidad generadora eléctrica instalada (MW)				Consumo anual de energía eléctrica (GWH)			
				Hídrica	Vapor	Diesel	Total	Hídrica	Vapor	Diesel	Total
2a.	27° 32°	82	390	17.2	15.8	19.2	52.2	77.9	43.1	18.0	139.0
3a.	32° 36°	73	4 170	382.2	104.9	30.2	517.3	2 104.7	174.6	19.0	2 298.3
4a.	36° 38° 30'	54	1 250	138.5	47.7	0.2	186.4	621.8	70.8	1.6	694.2
5a.	38° 30' 42°	63	960	39.9	3.7	1.8	45.4	120.1	2.8	0.6	123.5
Total sistema	27° 42°	272	6 770	577.8	172.1	51.4	801.3	2 924.5	291.3	39.2	3 255.0

/Cuadro 2

Cuadro 2

CHILE: CARACTERISTICAS DE LAS CENTRALES HIDROELECTRICAS DEL SISTEMA INTERCONECTADO

Re- gión	Hoya del río	Disponi- bilidad poten- cial (MW) a/	Centrales hidroeléctricas contempladas en el período 1962-1978 b/				
			Nombre central	Potencia (MW)	Energía media anual (G/h)	Altu- ra (M)	Inver- ción (dóla- res/kW) c/
2a.	Copiapó	27.5					
	Huesco	30.8					
	Elqui	69.0					
	Limarí	86.4					
	Choapa	69.7	Cuncumén	29	208	600	510
	Subtotal	283.4					
3a.	Aconcagua	229.6					
	Maipo	606.6					
	Rapel	850.8	Rapel d/	280	830	76	200
	Mataquito	681.8					
	Maule	1 548.4	Isla Maule	68 280	450 1 650	92 297	265 280
	Subtotal	3 917.2					
4a.	Itata	161.6					
	Bío-Bío	2 383.1	Lago Laja Antuco	240 280	715 1 700	330 215	180 -
	Subtotal	2 544.7					
5a.	Imperial	79.4					
	Toltén	132.8					
	Valdivia	728.9	Pullinque	49	252	48	34.5
	Río Bueno	292.0					
	Mauñin	3.2					
	Petrohué	472.0					
	Chamiza	74.0	Ganutillar e/	50	385	230	240
	Puelo	694.5					
	Subtotal	2 476.8					
	Total	9 222.1					

a/ Valores para gastos promedio. b/ Se han indicado sólo aquellas centrales que tienen anteproyecto. Se necesitará instalar una capacidad superior para dar servicio hasta 1978. c/ Incluye el sistema de transmisión hasta la capacidad de cada central generadora. No incluye derechos de aduana por el equipo de importación. d/ Incluye obras civiles para la capacidad final de 350 MW. e/ Incluye obras civiles para una capacidad de 100 MW. El desarrollo final será de alrededor de 200

1. The first part of the document discusses the general situation of the country and the role of the government. It mentions the need for a strong central authority and the importance of maintaining order and stability.

2. The second part of the document deals with the economic situation and the need for reform. It suggests that the current economic policies are not working and that a new approach is needed to stimulate growth and development.

3. The third part of the document focuses on the social and cultural aspects of the country. It emphasizes the importance of education and the role of the family in shaping the future of the nation.

4. The fourth part of the document discusses the political system and the need for reform. It suggests that the current political structure is outdated and that a new system is needed to ensure the participation of all citizens in the decision-making process.

5. The fifth part of the document deals with the military and the need for modernization. It suggests that the current military is not equipped to handle the challenges of the modern world and that a new strategy is needed to ensure national security.

6. The sixth part of the document focuses on the environment and the need for protection. It suggests that the current policies are not doing enough to protect the environment and that a new approach is needed to ensure a sustainable future for the country.

7. The seventh part of the document discusses the role of the media and the need for reform. It suggests that the current media is not providing the information that citizens need and that a new system is needed to ensure the freedom of the press.

8. The eighth part of the document deals with the role of the judiciary and the need for reform. It suggests that the current judiciary is not independent and that a new system is needed to ensure the rule of law.

9. The ninth part of the document focuses on the role of the civil service and the need for reform. It suggests that the current civil service is not efficient and that a new system is needed to ensure the highest quality of public service.

10. The tenth part of the document discusses the role of the private sector and the need for reform. It suggests that the current policies are not doing enough to encourage investment and that a new approach is needed to ensure the growth of the private sector.

11. The eleventh part of the document deals with the role of the international community and the need for reform. It suggests that the current policies are not doing enough to attract foreign investment and that a new approach is needed to ensure the country's integration into the global economy.

12. The twelfth part of the document focuses on the role of the youth and the need for reform. It suggests that the current policies are not doing enough to provide opportunities for young people and that a new approach is needed to ensure the future of the nation.

13. The thirteenth part of the document discusses the role of the women and the need for reform. It suggests that the current policies are not doing enough to ensure the equality of women and that a new approach is needed to ensure the full participation of women in the development of the country.