

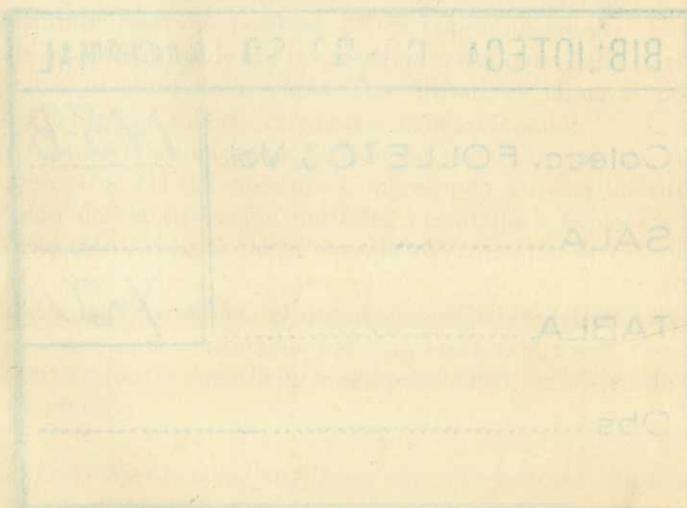


SECCION V

PUBLICACION N.º 3

DESARROLLO DE LAS FUENTES GENERADORAS HIDRO-ELECTRICAS EN LA REGION DE TEMUCO A PUERTO MONTT

PROFESOR INGENIERO REINALDO HARNECKER



IMPRESA UNIVERSITARIA
SANTIAGO DE CHILE — ESTADO 63
1939

DESARROLLO DE LAS FUENTES GENERADORAS HIDRO-ELECTRICAS EN LA REGION DE TEMUCO A PUERTO MONTT

Prof. Ing. REINALDO HARNECKER

1.—OBJETIVOS DEL PRESENTE TRABAJO: TEMUCO A PUERTO MONTT COMO FUTURA REGIÓN INDUSTRIAL DEL PAÍS

El presente trabajo, dada la falta de datos concretos que existen sobre la materia, constituye una mera aproximación preliminar a la solución de un interesante problema,

Habrà cumplido este estudio sus objetivos, si logra contribuir a que los industriales dirijan su atención hacia la región sur del país, desde Temuco hasta Puerto Montt, como la zona quizás más propicia para ubicar en ella las futuras industrias pesadas y de gran consumo de energía eléctrica barata.

En efecto, es la región citada, la más favorecida del país en recursos generadores hidro-eléctricos abundantes y de económico desarrollo en gran escala. Posee vías fluviales navegables cuyo mejoramiento y extensión puede hacerse con inversiones relativamente moderadas. Dispone de ciertas materias primas propias y fácil acceso marítimo y fluvial para las demás. Posee apreciables reservas posibles de carbones inferiores. El costo de la mano de obra tendrá que ser inferior al de las otras regiones del país, dada la riqueza agrícola y ganadera que abaratan el costo de la vida. Por último, su clima es propicio para hacer atractivo el trabajo dentro de talleres cerrados y calefaccionados.

En el presente trabajo, enfocamos una parte aislada de una materia más amplia, que hemos esbozado para la SECCIÓN III del presente Congreso, en un estudio titulado: «Desarrollo armónico de un plan de electrificación del país, ejecutado y explotado en la generación, transmisión y distribución primaria de la energía eléctrica, por el Estado, con fines de fomento».

Trataremos aquí, en líneas muy generales, el desarrollo probable del plan de electrificación en la primera de las tres etapas concebidas para su realización total y en la región geográfica «Temuco a Puerto Montt», que lleva el número cinco, en orden de norte a sur del país, en el trabajo ya citado.

2.—MAGNITUD Y CARACTERÍSTICAS DE LOS RECURSOS DE GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA DE «PRIMERA INSTALACIÓN» DE LA REGIÓN DE «TEMUCO A PUERTO MONTT»

Denominamos como de «primera instalación», aquellas fuentes generadoras de energía cuyo desarrollo es más económico, tanto en su instalación como en su explotación.

Los recursos generadores hidro-eléctricos se encuentran en la zona de los lagos de la región, alejados de los centros principales de consumos. Su aprovechamiento económico deberá hacerse en grandes proyectos, que combinen la generación de energía eléctrica en centrales de importancia, con la regularización de los ríos con fines de navegabilidad o de mejor aprovechamiento agrícola de los terrenos actualmente inundados por las creces en forma periódica.

Por otra parte, la energía generada en las centrales deberá buscar su mercado en la región entera, la que deberá estar recorrida por una vértebra homogénea de transmisión y distribución primaria de la energía eléctrica.

Por las razones anteriores y dada la finalidad que debe tener la energía eléctrica, el desarrollo de las fuentes generadoras debería ser hecho por el Estado, quien ejecutaría y explotaría las plantas generadoras, las líneas de transmisión y distribución primaria de la energía eléctrica, para entregarla, en sub-estaciones propias ubicadas en puntos vitales, en alta tensión y en grandes bloques con fines de fomento.

La citada vértebra de transmisión-distribución se extendería desde Temuco hasta Puerto Montt, y las sub-estaciones primarias podrían quedar ubicadas, más o menos, en los siguientes puntos vitales: Temuco, Pitrufquén, Gorbea, Loncoche, Máfil, Valdivia, La Unión, Osorno, Río Negro, Corte Alto, Puerto Varas y Puerto Montt.

En las citadas sub-estaciones primarias de propiedad del Estado, y hasta un radio de unos 30 o más kilómetros a su alrededor, la energía sería recibida y distribuida para su reventa por las entidades de servicio público, ya sea privadas o municipales; o aprovechada directamente por las grandes industrias.

Un primer ensayo de apreciación del orden de magnitud de los recursos generadores hidro-eléctricos de «primera instalación» de la región Temuco a Puerto Montt, sería como sigue:

APRECIACIÓN PRELIMINAR DE LOS RECURSOS GENERADORES HIDRO-ELÉCTRICOS
DE «PRIMERA INSTALACIÓN» DE LA REGIÓN DE TEMUCO A PUERTO MONTT

En orden de precedencia

No. Orden	Fuente generadora	Energía eléctrica entregada en Sub- Estaciones prim. Millones de K. W. H. al año	Observaciones
1.º	Puyehue-Rupanco...	240	De estudios preliminares hechos.
2.º	Lago Ranco.....	240	» » » »
3.º	Lagos de Valdivia. . .	390	De estimación general.
4.º	Río Petrohué.....	660	» » »
5.º	Lago Chapo.....	90	» » »
6.º	Río Puelo.....	360	» » »
TOTAL.....		1980	

En resumen, los recursos generadores hidro-eléctricos de «primera instalación» de la región Temuco a Puerto Montt, se pueden estimar preliminarmente en unos 2 000 millones de K.W.H. anuales, entregados en las sub-estaciones primarias del sistema.

Dada la característica de las fuentes generadoras, la mayoría de ellas del tipo de embalse o de acumulación, la apreciación de sus capacidades ha debido hacerse en K.W.H. anuales y no en K.W. de potencia instalada o de demanda.

3.—COSTO DE INSTALACIÓN DE LAS CENTRALES GENERADORAS.—LÍNEAS DE TRANSMISIÓN, DISTRIBUCIÓN Y SUB-ESTACIONES PRIMARIAS DE ENTREGA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.—PRECIO MEDIO DE VENTA PROBABLE DEL K. W. H. EN DICHAS SUB-ESTACIONES.

De estudios preliminares hechos, pueden estimarse prudencialmente, los costos de instalación y los resultados de la explotación para las fuentes de «primera instalación» como sigue:

Capital invertido, de nuestra actual moneda, en el desarrollo de la generación, transmisión, distribución y sub-estaciones primarias de la energía eléctrica, para la región «Temuco a Puerto Montt» \$ 0,70 por K.W.H. anual, entregado en Sub-estaciones primarias

Precio medio global de venta del K.W.H. entregado en Sub-Estaciones primarias, para un factor de carga del 46%:

Gastos de generación, transmisión y distribución primaria.....	\$ 0,06 por K.W.H.
Retribución del capital invertido, que se destinaría a extensiones y perfeccionamientos del sistema.....	0,05 por K.W.H.
TOTAL.....	<u>\$ 0,11 por K.W.H.</u>

Con el citado precio medio global, se podría vender la energía eléctrica, entregada en sub-estaciones primarias de la región Temuco a Puerto Montt, a los precios medios en función del factor de carga del consumo respectivo:

PRECIOS MEDIOS DE VENTA DEL K. W. H. ENTREGADO EN LAS SUB-ESTACIONES PRIMARIAS, REGIÓN TEMUCO A PUERTO MONTT

Factor carga %	Uso anual horas	Precio venta del K.W.H. \$	Tipo del consumo
30	2 630	0,170	Servicio público incluso industrias medianas.
40	3 500	0,127	
46	4 020	0,110	
50	4 380	0,102	
60	5 250	0,085	
65	5 700	0,079	Electrificación de los Ferrocarriles del Estado.
70	6 130	0,073	Grandes industrias, Altos Hornos de Corral, electroquímicas y similares.
75	6 560	0,068	

4.—DESARROLLO PROBABLE DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA

Concebimos que el Estado llevará como política la de fomentar los consumos de energía eléctrica, mediante una oferta y suministro de la energía abundante, barata y precedente, con respecto a la demanda; y que, estimulará, además, por otros medios, la instalación de industrias y la electrificación de la región de Temuco a Puerto Montt.

Con los estímulos citados, tenazmente impulsados, se podría esperar el desarrollo gradual de la electrificación, lo más completa posible, de los servicios domiciliarios; el incremento de las industrias medianas, pequeñas y de las caseras; la electrificación de los Altos Hornos de Corral y sus derivados; la electrificación del tramo «Temuco a Puerto Montt» de los ferrocarriles del Estado; y, por último, la implantación gradual y el desarrollo de las siguientes grandes industrias con más de 1 000 K.W. de demanda máxima cada una:

- 1.º Celulosa y papel.
- 2.º Cemento Portland férrico.
- 3.º Cemento fundido o aluminoso.
- 4.º Carburo de calcio.
- 5.º Carbonato de calcio, molido, para la agricultura.

Quizás también:

- 6.º Desarrollo de astilleros y de fábricas de material ferroviario en Valdivia y Puerto Montt.
- 7.º Frigoríficos para carnes y pescado, Sub-productos.
- 8.º Fábricas de abonos.
- 9.º Industria del lino.
10. Maderas terciadas y envases de calidad.
11. Hilanderías de cobre y de acero.

Al ser iniciados, desde 1938, los estudios definitivos y luego después las primeras obras del sistema eléctrico de la región, se podría empezar el suministro de energía eléctrica abundante y barata, en la región Temuco a Puerto Montt, por el año 1946-47. Los consumos experimentarían muy probablemente, durante los primeros 25 años, o sea quizás hasta el año 1964, una expansión muy acentuada, hasta alcanzar, para dicha fecha, su saturación relativa y seguir después un ritmo de crecimientos vegetativos más calmado.

En las citadas condiciones, estimamos en el siguiente orden de magnitudes el desarrollo probable de los consumos fomentados.

DESARROLLO PROBABLE DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA, FOMENTADOS EN LA REGIÓN DE TEMUCO A PUERTO MONTT

Consumos	CONSUMOS EN MILLONES DE K. W. H. AL AÑO						
	Año 1952	Año 1958	Año 1964	(*) %	Año 1970	Año 1976	Año 1982
Servicio público, incluso industrias con menos de 1000 KW. de demanda máxima individual.	90	180	350	6	490	690	980
Altos Hornos de Corral e industrias derivadas.	-	34	116	4	147	186	236
Ferrocarriles del Estado. tramo Temuco a Puerto Montt.	-	80	93	—	110	130	154
Grandes industrias con 1 000 o más K. W. de demanda máxima individual	200	230	310	4	390	490	620
TOTALES	290	524	869	—	1 137	1 496	1 990

(*) Por ciento de crecimiento vegetativo medio anual con que se calculan los consumos después del año 1964.

Observamos que, después de unos 44 años de desarrollo fomentado de las fuentes generadoras y de los consumos de energía eléctrica, o sea, por el año 1982, los recursos hidroeléctricos de «primera instalación» de la región, que se han calculado en el Acápite N.º 2, quedarán totalmente utilizados. Alcanzaría, pues, la región Temuco a Puerto Montt, para dicha fecha, el término de su primera etapa en el plan de electrificación del país, y entraría a la segunda, durante la cual se desarrollarían los recursos generadores «de segunda instalación», o se interconectaría el centro de gravedad de sus capacidades generadoras o consumidoras con iguales centros de las regiones geográficas vecinas del país, como aparece descrito en nuestro trabajo general para la Sección III del presente Congreso.

5.—EVOLUCIÓN PROBABLE DEL FINANCIAMIENTO DE LA ELECTRIFICACIÓN DE LA REGIÓN «TEMUCO A PUERTO MONTT» EN SU PRIMERA ETAPA DE DESARROLLO

Hemos apreciado, en el acápite 3.º, el capital invertido en las obras de la generación, transmisión, distribución y sub-estaciones primarias que haría el Estado; además de la cuota, por K.W.H., que, de la explotación del sistema, se destinaría a extensiones y perfeccionamiento del mismo.

En el acápite 4.º, hemos estimado el desarrollo de los consumos probables.

Supongamos, ahora, que los estudios definitivos para la construcción de las primeras obras, se inicien el año 1939; que, en consecuencia, la energía eléctrica se entregue a partir de los años 1946-47, lo que se verificaría si las construcciones comenzaran inmediatamente después de terminados los proyectos definitivos. Concebimos, además, que, las cuotas por K.W.H. de explotación y destinadas a extensiones del sistema, sólo puedan ser aplicadas, en forma prudencial, a partir desde el año 1950. Por fin, partimos también de la base que, las inversiones en el sistema, para una capacidad de suministro determinada deban quedar completadas tres años antes de la fecha en que el consumo llegue a demandar o a absorber la referida capacidad.

Sobre las bases anteriores, tendremos como financiamiento probable para la primera etapa del plan de electrificación de la región Temuco a Puerto Montt, el que se anota en el cuadro de la página siguiente.

Se deduce del cuadro de la pág. 9, que el Estado contribuiría a financiar el desarrollo de la electrificación de la región de Temuco a Puerto Montt, durante los primeros 20 años, con cuotas provenientes del presupuesto destinado a obras públicas, a razón de unos \$ 18,2 millones anuales, durante los primeros 14 años y de unos \$ 12,8 millones cada uno de los seis años restantes. Después del referido lapso de 20 años, las cuotas provenientes de la propia explotación del sistema y destinadas a extensiones del mismo, no sólo bastarían para el desarrollo de la electrificación, en forma tal que el aporte fiscal se reduciría a cero; sino que, después del 26.º año, dejarían un superávit creciente, que se debería acumular en un fondo de reserva. Este fondo de reserva, acumulado con la explotación de fuentes generadoras de muy bajo costo de instalación, como lo serían las construídas durante la primera etapa, contribuiría a hacer económicamente posible, y sin elevación futura de los precios medios de venta de la energía, el desarrollo de la electrificación durante la segunda etapa, o sea la utilización de las fuentes generadoras de «segunda instalación» de mayor costo, o la interconexión eléctrica con las regiones vecinas.

FINANCIAMIENTO PROBABLE DE LA ELECTRIFICACIÓN DE LA REGIÓN «TEMUCO
A PUERTO MONTT», EN SU PRIMERA ETAPA DE DESARROLLO

Años	Cot como anual en Sub-Est. Millones de K.W.H.	Inversiones totalizadas generales Millones de \$	Cuota Anual para exten- sión Sistema Millones de \$	APORTES TOTALIZADOS PARCIALES AL FINAL DE CADA PERÍODO, EN MILLONES DE PESOS			Aporte medio anual del Estado Millones de \$
				Cuota del Es- tado al Sistema	Cuota de explotación del Sistema		
					Al Sistema	A Reserva (*)	
1939	Iniciación del plan						} 18,2
49		200					
52	290	285	14,5	255	30	—	
55		370					} 12,8
58	524	490	26,2	77	128	—	
61		610					
64	869	705	43,4	—	215	2	—
67		800					} —
70	1 137	925	57,0	—	220	88	
73		1 050					
76	1 496	1 225	75,0	—	300	105	—
79		1 400					} —
82	1 990	1 600	100,0	—	375	162	
Total aporte del Estado en millones de \$				332			
TOTAL APORTE DE LA EXPLOTACION DEL SISTEMA:							
Para las fuentes de 1.ª instalación En millones de pesos.....					1 268		
Para reserva destinada al desarrollo de las fuentes de 2.ª instalación. En millones de pesos.....						357	

(*) Los superávits provenientes de la cuota por K.W.H. para extensión del sistema, se destinarían a formar un fondo de reserva para abaratar el desarrollo futuro de las fuentes de 2.ª Instalación en la segunda etapa de desarrollo del plan de electrificación.

CONCLUSIONES

1.ª) El desarrollo y explotación de las fuentes generadoras hidráulicas, de las líneas de transmisión, distribución y de las sub-estaciones primarias de la energía eléctrica por el Estado, en la región de Temuco a Puerto Montt; con el mejoramiento consiguiente de sus vías fluviales y accesos marítimos, y estímulos de otro orden; pueden convertir la citada parte del país en una zona industrial privilegiada, con grandes ventajas para la economía nacional.

2.ª) Se estima, en forma preliminar, la capacidad de las fuentes generadoras hidro-eléctricas de instalación más económica, de la región Temuco a Puerto Montt, en unos DOS MIL MILLONES de K.W.H. anuales, capacidad que, con un desarrollo estimulado de los consumos, podría ser totalmente absorbida por el año 1982.

3.ª) La energía eléctrica primaria, en grandes bloques y en alta tensión, podría ser entregada en sub-estaciones también de propiedad del Estado, y ubicadas en los puntos vitales del consumo, en forma abundante y barata, con precios medios globales de venta que fluctuarían entre unos \$ 0,068 a \$ 0,170 por cada K.W.H. para factores de carga de 75 a 30%, respectivamente. De las citadas sub-estaciones primarias, sería distribuída para su reventa por las empresas de servicio público locales, o tomada por las grandes industrias para su aprovechamiento directo.

4.ª) El aporte del Estado, para las obras de generación, transmisión, distribución y sub-estaciones primarias de la energía eléctrica, sería del orden de unos \$ 18 millones anuales durante los primeros 14 años, y de unos \$ 13 millones en cada año de los seis siguientes. Después del primer período de 20 años, el sistema podría desarrollarse por sí sólo, con las cuotas provenientes de la explotación del mismo.

Santiago, 26 de Agosto de 1938.

RESUMEN

En el presente trabajo se hace un estudio preliminar del desarrollo de las fuentes generadoras hidro-eléctricas, en la región desde Temuco a Puerto Montt del sur del país, que debería ser hecho por el Estado con fines de fomento y combinado con otras obras hidráulicas.

Se llama la atención a los industriales, consumidores de energía eléctrica, hacia las privilegiadas condiciones que la citada región sur posee para ciertas industrias de importancia.

Se estima provisoriamente el orden de magnitud de los recursos generadores hidro-eléctricos de instalación más económica, o de «primera instalación»; el desarrollo probable de los consumos de energía eléctrica; el costo probable de instalación de las obras de generación y distribución primaria; y los precios medios a que podría ser vendida la energía eléctrica en alta tensión y en grandes bloques en la región.

Se esboza el plan de financiamiento probable y se demuestra que el aporte del Estado, mantenido durante la etapa inicial del desarrollo, es relativamente módico, y que después el sistema costearía su propio crecimiento.

Se termina con cuatro conclusiones que sintetizan la materia tratada en el presente trabajo.