

El problema de la Energía en Chile y Plan de electrificación nacional

Raúl Simón
José Luis Claro
Manuel Ossa
Reinaldo Harnecker
Julio Santa María
Eduardo Reyes Cox
Agustín Huneeus
Ricardo Simpson

Santiago, 18 de marzo. 1939

Señor Presidente
Instituto de Ingenieros de Chile,
Presente.

SEÑOR PRESIDENTE:

La energía eléctrica, en sus múltiples aplicaciones, está hoy en día intensamente ligada al progreso y bienestar humano, en sus aspectos económico, técnico y social.

En su aspecto económico, la energía eléctrica contribuye a la mecanización de la producción industrial. Dicha energía aumenta la productividad del trabajo, ya que tiene un efecto benéfico en las tres direcciones decisivas de los procesos de la producción: la intensidad, la mecanización y la racionalización.

En nuestro país, el desarrollo de su electrificación, traería el estímulo para numerosas industrias, como la de las ampolletas, artefactos, conductores, aisladores y materiales de instalaciones eléctricas. Contribuiría también a tonificar las industrias de la laminación del acero y hierro, del cemento, etc.. Propendería, además, a crear las industrias electro-metalúrgica y electro-química. Facilitaría la electrificación de nuestros ferrocarriles y de los medios de transporte urbanos. Por último, abriría las posibilidades del regadío artificial en gran escala, en los cursos medios y, especialmente, en los inferiores, de nuestros ríos de la zona central, incorporando así, a la riqueza nacional, algunos cientos de miles de hectáreas de buenos suelos de cultivo, actualmente de sécano.

En su aspecto técnico, el desarrollo de la electrificación del país, abriría nuevos campos de trabajo para los ingenieros, técnicos y operarios electricistas y mecánicos; profesiones muy restringidas hoy en día en nuestro país. Así, por ejemplo, en la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile, la carrera de Ingeniero Electricista sólo interesa a menos del 10% de los alumnos, mientras que en otros países, como los Es-

tados Unidos de N. A. y Alemania, más del 40 a 50% de los alumnos de Ingeniería siguen exclusivamente la carrera de electricista, en las variadas especialidades en que ésta se ha repartido. Nuevos inventos y aplicaciones y el perfeccionamiento constante de lo existente, abren para la técnica y para las aplicaciones de la energía eléctrica nuevos y más extensos campos de posibilidades, que crecen día a día.

En su aspecto social, la electrificación del país trae benéficos resultados, no sólo por la elevación del standard de vida derivado del robustecimiento de la economía nacional y la creación de nuevas posibilidades de trabajo bien remunerado, sino que también por los efectos directos de un mejor alumbrado público y domiciliario, las mejores comodidades del hogar, y del taller familiar, el uso más extendido de los aparatos de radio, la posible extensión de los servicios a zonas rurales y otros.

La importancia vital del abastecimiento de la energía eléctrica, ha sido bien comprendida en la mayoría de los países. En Sud-América, el Primer Congreso Sud-Americano de Ingeniería, celebrado en el mes de enero del año en curso en nuestra Capital acordó, por aclamación:

«Recomendar que cada Estado elabore un plan de electrificación que permita «atender debidamente las demandas de energía y fomentar el desarrollo de sus «riquezas».

Por su parte, el Instituto de Ingenieros de Chile, en sesión de fecha 24 de noviembre último, designó una Comisión, formada por los ingenieros—Raúl Simon (Presidente), José Luis Claro, Reinaldo Harnecker, Agustín Huneeus, Manuel Ossa (1), Eduardo Reyes Cox, Julio Santa María y Ricardo Simpson—a la cual se le encomendó el estudio de las medidas necesarias para asegurar en el futuro el abastecimiento de la energía requerida para el desarrollo económico del país.

La referida Comisión ha estudiado detenidamente este problema llegando a la conclusión de que, para el año 1950, será necesario tener en funcionamiento 265,000 KW adicionales en plantas eléctricas con un costo aproximado de 930 millones de pesos m/l., aparte de 200 millones de pesos que será preciso invertir desde luego a fin de habilitar las minas de carbón para que, en dicha fecha, puedan abastecer los consumos que no sean susceptibles de ser atendidos por la red de plantas eléctricas que se propone.

Como consecuencia del escaso tiempo que la Comisión ha dispuesto para este estudio y de lo complejo del problema, el plan ideado es, necesariamente, de carácter preliminar, y no fija sino las líneas generales que deben seguirse, primero en cuanto a las obras que deben ejecutarse, y, en seguida, en cuanto al orden de su realización escalonada. En términos generales, este plan consulta obras por ejecutarse en dos períodos distintos de cinco años cada uno, en el primero de los cuales la mayor parte de las inversiones se han destinado a satisfacer las necesidades de la Zona Central del país, que es aquella en que están ubicadas las ciudades más importantes y en que existen también grandes industrias, todas las cuales se encuentran en peligro de sufrir en su desarrollo por falta de una provisión suficiente de energía eléctrica. Para el resto del país, durante el primer período, se ha consultado obras de carácter prepara-

(1) Deseamos dejar constancia que el ingeniero señor Manuel Ossa, si bien asistió a la mayor parte de las sesiones de la Comisión, no se encontró presente en la sesión final en que fueron aprobadas las conclusiones generales del Plan de Electrificación.

torio para poder desarrollar en el período siguiente un plan semejante al estudiado para la Zona Central.

En el segundo período de cinco años, se ha consultado la construcción de plantas hidroeléctricas de gran importancia en la Zona Sur, donde las reservas hidráulicas de energía son abundantes y donde las condiciones naturales se prestan para el establecimiento de nuevas e importantes industrias. En la Zona Central, en este segundo período, se ha considerado las ampliaciones que puede requerir el desarrollo normal en el sentido de procurar que las futuras instalaciones industriales se ubiquen en la Zona Sur.

La cuantía de las inversiones requeridas para el plan de electrificación y la necesidad de considerar estas inversiones como un medio de fomento de la producción industrial, indican que ellas no pueden esperarse solamente de la iniciativa privada y que deben ser afrontadas conjuntamente por el Estado y por las empresas particulares. (1)

Saluda a Ud. atentamente,

RAÚL SIMON,
Presidente de la Comisión

(1) La Comisión se complace en dejar constancia de que ha considerado en muchas de sus partes el estudio sobre «Política Eléctrica Chilena» realizado en 1936 por el Instituto de Ingenieros de Chile.

INDICE DE MATERIAS

I.—PRODUCCIÓN Y STANDARD DE VIDA.

II.—POTENCIALIDAD INDUSTRIAL Y FUENTES DE ENERGÍA.

III.—CRECIMIENTO ILIMITADO DE LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL.

IV.—DISPONIBILIDADES DE ENERGÍA EN CHILE.

V.—RESERVAS DE CARBÓN.

VI.—RESERVAS DE ENERGÍA HIDRÁULICA.

VII.—SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROVISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

VII a) Zona Norte

VII b) Zona Central

VII c) Zona Sur

VII d) Resumen de las tres zonas

VIII.—CONSUMO PROBABLE DE ENERGÍA EN EL PERÍODO DE 1940 A 1950

VIII a) Zona Norte

VIII b) Zona Central

b-1) Crecimiento Vegetativo del Consumo

b-2) Crecimiento Fomentado del Consumo

b-3) Insuficiencia de Energía Eléctrica

VIII c) Zona Sur

c-1) Crecimiento Vegetativo del Consumo

c-2) Crecimiento Fomentado del Consumo

c-3) Insuficiencia de Energía Eléctrica

VIII d) Resumen de la demanda próxima y de la insuficiencia de Energía Eléctrica en las tres Zonas.

IX.—DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ELECTRIFICACIÓN PROPUESTO.

IX a) Zona Norte

IX b) Zona Central

b-1) Plantas

b-2) Líneas de Transmisión

IX c) Zona Sur

IX d) Resumen del Plan y Presupuesto

X.—CONCLUSIONES.

I. PRODUCCION Y «STANDARD DE VIDA»

Es un hecho económico que el «Standard de Vida» de un país depende únicamente del tonelaje y calidad de la producción del mismo país. Asimismo, el standard individual medio no es otra cosa que la producción nacional dividida por la población.

Ni el valor de la moneda, ni el monto de los salarios, influyen prácticamente en la ecuación anterior, ya que los últimos cuando su valor es excesivo, impiden la exportación y provocan, como corrección, la depreciación de la moneda.

Sólo los empréstitos externos, elevando las importaciones, provocan un aumento momentáneo del tonelaje de mercaderías destinadas al consumo; pero, finalmente, el pago de éstos empréstitos conduce a una restricción de las importaciones, salvo el caso de que la inversión de las mismas haya dado lugar a un mejoramiento de la utilización de producción y a una mayor cantidad de exportaciones.

La medida del «standard de vida» es, lógicamente la «Entrada Nacional» y ella se relaciona directamente con el tonelaje de la producción, según se demuestra en los valores que siguen:

CUADRO N.º 1.—ENTRADA NACIONAL Y TONELAJE DE LA PRODUCCION

PAÍSES	Entrada Nacional Millones de Dólares		Tonelaje de la Producción Millones de Toneladas (1)	
	Total	Por Hab.	Total	Por Hab.
Estados Unidos.....	62,000	510	1,220	10.00
Alemania.....	13,000	195	452	6.73
Francia.....	6,150	150	211	5.05
Argentina.....	1,450	120	44	3.70
Chile.....	440	97	9	1.88

Los valores expresados confirman prácticamente una relación directa entre tonelaje de producción y «Entrada Nacional», o sea, entre producción y «standard de vida».

(1) Datos del estudio «El Concepto de la Industria Nacional y la Protección del Estado», presentado al Congreso de Ingeniería por los señores Raúl Simón, Rodolfo Jaramillo, Walter Müller y Vicente Izquierdo.

Los datos de producción se refieren al tonelaje movilizado por los ferrocarriles.

II. POTENCIALIDAD INDUSTRIAL Y FUENTES DE ENERGIA

En términos generales, la producción de un país se clasifica en agrícola, minera y manufacturera; pero, para el objeto del presente estudio, estableceremos la división fundamental de producción de brazo y producción mecánica.

La primera corresponde a faenas agrícolas y mineras de carácter primitivo cuya importancia, excepto en la agricultura, es secundaria. La industria del salitre, que antiguamente ocupaba 65,000 obreros, se encuentra a la fecha mecanizada y sólo de de sus plantas, con 10,000 hombres, bastarían a la fecha para atender a la totalidad de la producción. La producción de cobre, igualmente, se ha concentrado en tres grandes plantas, las que han transformado una industria extractiva en una industria mecánica.

En general, definiremos como industria mecánica aquella que consume energía mecánica, ya se trate de carbón, petróleo o electricidad. La capacidad de producción de la industria mecánica es prácticamente independiente de la población y sólo se relaciona, aparte del capital invertido en su utilería, con las disponibilidades de energía mecánica del país.

El cuadro que sigue resume las disponibilidades propias de energía de los países principales, tanto en carbón, como en petróleo e hidroelectricidad, habiéndose reducido los valores de consumo a la común medida del KWH. Los datos respectivos han sido referidos al año 1929, inmediatamente anterior a la reciente crisis.

CUADRO N.º 2.—RECURSOS PROPIOS DE ENERGIA DE LOS PRINCIPALES PAISES DEL MUNDO

PAÍSES	Carbón millones tons.	Petróleo reducido a carbón	Energía hi- dro eléctrica reducida a carbón (1)	Total redu- cido a millones KWH	Kg. de car- bón o KWH por Hab. por año
Alemania	187.8	....	6.4	194,200	2,990
Inglaterra	241.6	....	1.0	242,600	6,100
Francia	51.4	....	8.4	59,800	1,430
Rusia Europea	31.5	19.6	1.0	52,100	310
Resto de Europa	134.7	9.6	38.0	182,300	820
EUROPA.....	647.0	29.2	54.8	731,000	1,490
Estados Unidos.....	514.7	202.5	46.8	764,000	6,260
Canadá	13.2	....	18.4	31,600	3,150
Chile	2.0	....	0.5	2,500	580
Resto de América	1.0	46.1	4.0	51,100	450
AMÉRICA.....	530.8	248.7	69.6	849,000	3,500
China	16.0	....	....	16,000	37
Japón	31.7	....	7.2	38,900	640
India Inglesa.....	21.7	3.0	0.7	25,400	76
Resto de Asia	17.7	16.3	0.5	34,500	165
ASIA	87.1	19.3	8.4	114,800	114
AFRICA	13.4	0.5	0.1	14,000	81
AUSTRALIA	17.6	....	0.8	18,400	193
MUNDO	1,295.9	297.6	133.7	1,727,200	860

(1) 1 Kg. de carbón=1 KWH.

Datos de la publicación «The Economic Forces of the World»—«Dresdner Bank-Berlin-1930»—«Foreign Commerce»—«U. S. Department of Commerce» y otras publicaciones.

Este cuadro mide y compara los recursos propios de energía de los principales países y establece de hecho las razones que diferencian, por ejemplo, la potencialidad económica de los Estados Unidos con 6,260 de KWH por habitante al año, y de la China con sólo 37 KWH. por habitante al año.

Podría decirse que es la actividad industrial la que determina el consumo de energía. Pero si se revisa el cuadro anterior se podrá observar que sólo son países industriales aquellos que disponen de recursos naturales de energía, como Estados Unidos, Inglaterra, Alemania, y otros. En cambio, países más antiguos y de mayor población, como la China y la India, no han podido desarrollar una actividad industrial apreciable y su vida económica languidece en una explotación agrícola que, si

basta para las necesidades de la alimentación, no es suficiente para crear el «exceso de entrada nacional» requerido para la formación de un alto «standard de vida».

III. CRECIMIENTO ILIMITADO DE LA PRODUCCION INDUSTRIAL

En un país, como Chile, en el cual la superficie arable no alcanza a la cuota de una hectárea por habitante, no puede pretenderse la creación de saldos agrícolas exportables de importancia. En cuanto a las exportaciones de salitre y cobre, ellas, como se sabe, se encuentran limitadas por la demanda exterior y por las cuotas establecidas en los «cartels» internacionales.

Ningún mejoramiento apreciable en el «standard de vida» de Chile podría así originarse en la agricultura y en la minería del salitre y del cobre, cualquiera que fuese el esfuerzo inmediato que se aplicase al aumento de producción. El resto de la minería puede tener un desarrollo apreciable, pero cuya magnitud depende de las condiciones geológicas del país.

La producción industrial o manufacturera es, en cambio, ilimitada, ya que las necesidades de confort son también ilimitadas. El cuadro que sigue, referido a la producción manufacturera de los E. E. U. U. muestra el aumento de esta producción en un período de 50 años.

CUADRO N.º 3.—CRECIMIENTO ILIMITADO DE LA PRODUCCION MANUFACTURERA (CASO DE LOS ESTADOS UNIDOS)

Año	Población total Millones	Obreros Millones	HP instalados	Valor agregado por la manufactura Millones US \$	Valor agregado de la producción por habitante en Dólares
1880	50.1	2.70	3.411,000	1,973	39.4
1889	62.9	4.25	5.939,000	4,210	67.0
1899	75.9	4.71	10.098,000	5,657	75.0
1909	91.9	6.88	18.675,000	8,529	93.0
1919	105.7	8.99	29.298,000	24,748	234.0
1929	122.8	8.82	42.869,000	31,783	258.0

NOTA.—Datos del «Statistical Abstract of U. S.—1937».—Página 738. Desde 1920 inclusive se excluye establecimientos con producción inferior a 5,000 dólares anuales (artesanos e industriales domésticos).

La columna que indica el valor de la producción se refiere al «valor agregado por la manufactura», es decir, se ha deducido el costo de las materias primas. Se trata, en otros términos, del aumento neto que, sobre la Entrada Nacional, produce la industria manufacturera. Este aumento, por habitante que era de 39 dólares en 1880 crecía a 258 dólares en 1929.

Si se tiene presente, ahora, que el total de la Entrada Nacional por habitante es de 500 dólares, se encontrará que la mitad de esa entrada total corresponde al efec-

to de la producción manufacturera, la cual se agrega al valor de la producción agrícola y minera que, por habitante, ha permanecido prácticamente constante y reduciendo, por lo tanto, su participación relativa en la Entrada Nacional. Las cifras siguientes, en efecto, así lo comprueban:

	1910	1930
Valor de la producción agrícola total	6,238 millones	11,941 millones
Valor por habitante.....	69 dólares	96 dólares

(Datos «Statistical Abstract of the US. 1937», página 606).

	1910	1930
Valor de la producción minera	1,910 millones	4,765 millones
Valor por habitante.....	21 dólares	39 dólares

(Datos «Statistical Abstract of the US. 1937», página 695).

* * *

Los datos que hemos expuesto comprueban, de este modo, que el desarrollo manufacturero de un país es prácticamente ilimitado ya que, como en el caso de los Estados Unidos, el valor neto de la producción (excluyendo las materias primas) ha podido subir, por habitante, casi siete veces en un período de 50 años mientras que la producción minera y agrícola, también por habitante, ha permanecido casi constante.

Si se analizan las columnas complementarias del cuadro anterior se encontrarán las siguientes relaciones de variación:

	Coefficiente de aumento en 50 años.	Porcentaje acumulativo anual
Población	2,44	2%
Número de obreros de fábricas.....	3,25	3%
HP. instalados.....	12,60	5%
Valor de la producción.....	16,20	5.5%

Estas relaciones confirman positivamente que no es la población total, ni tampoco el número de obreros lo que determina el aumento de la producción, sino que, en un grado de importancia tres veces mayor, el número de HP instalados, o, en otros términos, *el consumo de combustibles*.

Esta conclusión confirma, desde luego, la deducción empírica formulada al comparar, en el Cuadro N.º 2, la potencialidad económica y la producción de combustible en los principales países.

IV. DISPONIBILIDADES DE ENERGIA EN CHILE

El ejemplo del párrafo anterior, referido a los Estados Unidos, confirma que, cuando la población se multiplica por *dos* el consumo de energía se multiplica por *doce*. Si esto ha acontecido en los Estados Unidos en el pasado es natural suponer que lo mismo acontezca en Chile en el futuro.

Naturalmente, tal velocidad de industrialización requiere una inversión de capitales en la proporción de \$ 3,500 m/l. por HP instalado. No nos corresponde, en este estudio, determinar, desde el punto de vista financiero, la posibilidad de acumulación local de capitales o de inmigración de los mismos que permita tal velocidad de industrialización. Partimos de la base que ello sea posible ya que, si no lo fuese, nuestro país estaría condenado a un retroceso económico en relación al desarrollo ya *alcanzado* por otros países. Sólo queremos analizar si acaso las disponibilidades de combustible y energía permiten atender a dicho desarrollo sobre la base de un adecuado crecimiento acumulativo anual.

Las disponibilidades actuales de energía en Chile son, sobre la base de la producción del año 1937:

Carbón nacional:	2.001,000 toneladas de producción bruto
Hidroelectricidad:	700,000 miles de KWH.

y los consumos ascienden a:

Carbón nacional:	2.025,000 toneladas de consumo bruto
Hidroelectricidad:	700,000 miles de KWH.
Petróleo:	671,000 toneladas de importación
Gasolina:	103,000 m ³ de importación.

Por lo pronto, se señala un déficit importante entre consumo y producción de energía, del cual resulta un drenaje de 26 millones de pesos oro 6 d. (5.35 millones de US\$) por petróleo y 10 millones de pesos oro 6 d. (2.06 millones US\$) por bencina. Estos valores representan en conjunto el 10% de la moneda extranjera que queda en el país de las exportaciones totales. Demás estará decir, que, limitadas prácticamente estas exportaciones en volumen, no habrá posibilidad de aumentar las importaciones de gasolina y de petróleo sin reducir otras importaciones de consumo a menos de que se eleve el precio de los productos exportados. Esta eventualidad es, como se comprende, especulativa, y no puede ser considerada en este estudio.

Restarían únicamente el carbón y la energía hidroeléctrica como medios de atender a la provisión de las necesidades nacionales de energía.

V. RESERVAS DE CARBON

El carbón, como fuente de energía, necesita ser considerado junto con el petróleo y bencina, ya que estos últimos complementan al primero en los consumos individualizados de energía.

El cuadro que sigue resume las necesidades de combustible del país a partir de 1910.

CUADRO N.º 4.—PRODUCCION DE CARBON E IMPORTACIONES DE PETROLEO Y GASOLINA

AÑOS	<i>Producción neta de carbón tons.</i>	<i>Importación de carbón tons.</i>	<i>Importación de petróleo tons.</i>	<i>Importación de gasolina miles de litros</i>	<i>Total reduci- do a tons. de carbón o a miles de KWH</i>
1910	965,000	1,493,000	117,000	151	1,603,000
1915	1,051,000	465,000	339,000	124	
1920	927,000	384,000	638,000	23,658	
1925	1,295,000	264,000	845,000	55,842	
1930	1,284,000	19,000	865,000	139,033	
1935	1,695,000	7,000	380,000	98,796	
1937	1,867,000	12,000	671,000	103,340	2,874,000

NOTA.— 1 Kg. de carbón = 1.00 KWH.
1 Kg. de petróleo = 1.25 KWH.
1 Lt. de bencina = 1.50 KWH.

* * *

Puede observarse, desde luego, que la industria del carbón nacional atendía en 1910 al 60% de las necesidades de combustible y en 1937 al 65% de estas necesidades. Si se elimina la gasolina, que, por el momento, podemos considerar como irremplazable, el carbón nacional habría mejorado su participación en casi el 70% del consumo nacional de combustible. No puede, pues, desconocerse que esta industria ha seguido un desarrollo satisfactorio, bastando no sólo para conservar su participación en el consumo total de combustibles sino aun para mejorar apreciablemente esta participación.

Diversas alternativas de carácter internacional han afectado la industria del carbón introduciendo perturbaciones en su escala de producción e imprimiendo un carácter inestable a sus resultados financieros, lo cual lógicamente, se ha traducido en una falta de atracción para nuevos capitales. Desde la última crisis, sin embargo, la restricción forzada de las importaciones de petróleo y su encarecimiento por depreciación de la moneda nacional, junto con la insuficiencia de moneda extranjera para atender cualquier aumento apreciable de importaciones, han colocado a la industria del carbón como una necesidad nacional de primera importancia. Lo mismo que el trigo, el cual debe producirse en el país, cualquiera que sea su precio de costo, el carbón debe ser igualmente producido en el país a fin de reservar nuestra escasa disponibilidad de monedas extranjeras para otras importaciones que no sean susceptibles de reemplazo por la producción local.

El carbón, por lo tanto, no tiene, técnicamente, problemas de precio, ni, por consiguiente, de rentabilidad de capitales. Su consumo, por otra parte, está perfectamente asegurado y definido conforme a la distribución siguiente:

CUADRO N.º 5.—DISTRIBUCION DEL CONSUMO DE CARBON—AÑO 1937

	<i>Toneladas</i>
Ferrocarriles.....	495,000
Salitre y minas.....	184,000
Industria fabril.....	336,000
Gas y electricidad.....	260,000
Navegación.....	350,000
Calefacción y varios usos.....	200,000
Transporte marítimo de carbón.....	50,000
Consumo propio de las compañías productoras.....	100,000
Consumo del personal de las compañías productoras.....	50,000
Consumo total (1).....	2.025,000
Producción bruta (2).....	2.001,000
Producción neta (2).....	1.867,000

NOTAS.—(1) Estimación Sociedad de Fomento Fabril.

(2) Revista Estadística—Diciembre 1937.

* * *

Según la indicada distribución de los consumos, ninguno de los ítems expresados, excepto los susceptibles de hidroelectrificación, están sujetos a reducción. Es de presumir, entonces, que los consumos continúen en aumento. La ley de este aumento estará sujeta, naturalmente, a diversas alternativas, siendo las principales las disponibilidades de moneda extranjera para importaciones de petróleo y el desarrollo de la producción de energía hidroeléctrica. Como ya se ha expresado en párrafos anteriores, no existen posibilidades visibles que evidencien un aumento del valor de nuestras exportaciones del cual resulte una disponibilidad adicional de moneda extranjera para importaciones de petróleo. Por el contrario, será preciso reservar de las disponibilidades inmediatas de moneda extranjera una cuota suplementaria para los aumentos de la importación de gasolina derivados de la creciente mecanización de los transportes, ya que este combustible *no puede ser reemplazado* por carbón nacional ni hidroelectricidad.

El problema del suministro de energía queda así limitado al aumento de la producción de carbón y al aumento de la producción de energía hidroeléctrica.

Respecto del aumento de la producción de carbón, el *Anexo A* al presente estudio contiene las referencias necesarias a las existencias probables de carbón. En dicho anexo se mencionan las estimaciones efectuadas en diversas oportunidades y se reproduce el cálculo oficial del Departamento de Minas y Petróleo del Ministerio de Fomento, efectuado en 1938, el cual establece:

«Las reservas de carbón se pueden dividir en: carbón a la vista y carbón probable.

«*Carbón a la vista.*—Según el Reglamento de la Caja de Fomento Carbonero, «debe considerarse como carbón a la vista, el que se halla contenido dentro de un «bloque del cual se conoce dos caras contiguas situadas en ángulo recto, estimán- «dose por cara conocida, aquella que queda descubierta por una labor o cuya conti- «nuidad se puede prever por diversos puntos conocidos.

«Bajo este aspecto, se puede estimar que la existencia de carbón asciende en las «diversas regiones carboníferas, a las cifras siguientes:

Golfo de Arauco.....	80.000,000 tons.
Bahía de Talcahuano	10.000,000 tons.
Provincia de Arauco.....	10.000,000 tons.
Provincia de Valdivia	400,000 tons.
Provincia de Magallanes (aproxim.).	1.500,000 tons.

«En total, alrededor de 100.000,000 de toneladas de carbón a la vista.

«*Reserva carbonífera probable.*—La valorización de un campo carbonífero de- «pende en primera aproximación, de la regularidad observada en las regiones vecinas «y que dice relación con la potencia, el poder calorífico y la tectónica. La definición «de estas reservas está sujeta, además, a las hipótesis estratigráficas existentes y «cuya mayor o menor probabilidad deben entrar a determinar los organismos del «Estado, mediante una prospección adecuada por sondeos.

«De los antecedentes que obran en poder de este Departamento, puede estimar- «se que las reservas probables ascienden actualmente, dentro de la inseguridad que «se tiene, a 200.000,000 de toneladas, tal como se detalla a continuación:

Golfo de Arauco.....	100.000,000 tons.
Curanilahue, Pilpilco, Manto Grande	50.000,000 tons.
Lebu, Huenapiden, Garipilún	50.000,000 tons.
	200.000,000 tons.

«Sin embargo, las cifras que preceden, son sólo ilustrativas y están sujetas a «variaciones de acuerdo con el grado de seguridad que se acepte».

Aparentemente, por lo tanto, habría posibilidad de activar la producción de carbón y de mantenerla por un número apreciable de años, aunque sólo se considerase, para este efecto, la estimación de 100 millones de toneladas como «carbón a la vista». Si se considera, ahora, que el capital requerido se estima en \$ 100 por tonelada extraída al año, sería preciso una inversión de 200 millones de pesos para producir 2.000,000 anuales de toneladas de carbón en exceso de la producción actual, la que iguala a esa misma cantidad. Si se mantuviese el aumento medio de consumo de 5% al año, tal inversión debería encontrarse en plena producción antes de los próximos 15 años. Desgraciadamente, el ingeniero de minas señor Ricardo Fenner, en conferencia leída en el Instituto de Ingenieros, formulaba las siguientes observaciones, relativas a la zona de Arauco en donde, precisamente, se encuentra la mayor reserva a la vista:

«Más desfavorable es la situación para el caso de las minas sub-marinas del Golfo de Arauco, en las cuales el dinero que se invierte en piques y galerías de acceso, sólo empieza a producir después de un plazo no inferior a 10 ó 15 años. Perforar un pique en 100 metros verticales demora un año. Perforar galerías demora 2 años por kilómetro.

«La profundidad media de los piques en las regiones vírgenes alcanza a 500 metros y la distancia media a 4,000 metros.

«Resultaría que para tocar el manto se necesitan 13 años y para desarrollar la mina, otros tres más, o sea 16 años».

Estas observaciones indicarían la necesidad de invertir desde luego una suma mínima de 200 millones de pesos a fin de poder contar dentro de 15 años con una producción de 4 millones de toneladas de carbón. Esta producción bastará para atender un aumento normal de los consumos, limitados éstos a una demanda especializada (ferrocarriles, plantas térmicas aisladas, calefacción) no reemplazable en condiciones económicas por energía hidroeléctrica. Naturalmente, y en atención a la reducida magnitud de las reservas de carbón, no puede residir en el aprovechamiento intensivo de este combustible la solución integral del problema de la futura insuficiencia de energía.

VI. RESERVAS DE ENERGIA HIDRAULICA

Al tratar en el párrafo anterior de la producción de carbón hemos considerado como objetivo mantener en el futuro un incremento de consumo igual al de los últimos 10 años, es decir que, relativamente, no buscamos un aumento de la producción unitaria del país por este medio. Queda, por consiguiente, como único medio de aumentar esta producción unitaria y, como consecuencia, mejorar el «standard de vida», el desarrollo intenso de la energía hidroeléctrica. El aprovechamiento de los ríos y lagos para fuerza motriz tiene con el uso de los combustibles una diferencia fundamental, y es que con ello no se agotan reservas, de modo que las únicas medidas de prudencia necesaria son las de hacer el aprovechamiento en forma racional, para no perder parte de las potencias disponibles, y ubicar las distintas clases de consumo en forma también racional, de acuerdo con las características geográficas del país.

No existe un inventario o estudio general de las fuerzas hidráulicas disponibles en el país para fundar en él la verdadera economía del aprovechamiento. Sin embargo, existen datos que permiten apreciar, unos por exceso y otros por defecto, el orden de magnitud de la potencia disponible. Por una parte, el Departamento de Riego ha hecho estimaciones basadas en las diferencias de alturas de los cursos de cordillera y de centro y los gastos mínimos medios de cada río, los que permiten llegar a una cifra que se puede considerar como el máximo aprovechable. Por otra parte, en casi todos los ríos se han practicado estudios parciales, por iniciativa particular, buscando los sectores más económicos para servir determinadas necesidades, y la suma de las potencias obtenidas, por estos estudios, puede ser considerada como el mínimo disponible.

Para los efectos de este estudio, consideremos solamente la parte del país comprendida entre los ríos Aconcagua por el Norte y Maullín y Petrohué por el Sur, todos

inclusivos. Al norte del Aconcagua no existen fuerzas hidráulicas disponibles del orden de magnitud que se necesita, y al sur de Puerto Montt no se ve todavía la posibilidad de desarrollos que requieran de inmediato esta clase de fuerza motriz.

El resumen de las disponibilidades, indicando los máximos y mínimos de estimación, determinados como se ha indicado más arriba y clasificado según las hoyas de los ríos que llegan al océano, son:

CUADRO N.º 6.—DISPONIBILIDADES DE POTENCIA HIDRAULICA

Ríos	Estimación máxima	Estimación mínima
Aconcagua.....	93,000 KW	45,000 KW
Maipo	300,000 KW	226,000 KW
Rapel	336,000 KW	154,000 KW
Mataquito	180,000 KW	20,000 KW
Maule	370,000 KW	60,000 KW
Itata.....	150,000 KW	40,000 KW
Bio-bío	1.300,000 KW	280,000 KW
Imperial.....	250,000 KW	20,000 KW
Toltén	300,000 KW	25,000 KW
Valdivia	140,000 KW	75,000 KW
Bueno	75,000 KW	50,000 KW
Maullín.....	23,000 KW (1)	5,000 KW (1)
Chamiza	34,000 KW (1)	15,000 KW (1)
Petrohué.....	100,000 KW (1)	30,000 KW (1)
TOTAL	3.485,000 KW	1.045,000 KW (2)

(1) Estimado por la Comisión.

(2) Esta cifra es equivalente a un consumo medio de 8.000,000 de toneladas de carbón, al año.

* * *

En el cuadro anterior es necesario deducir, en la estimación máxima de los ríos Maipo y Rapel, los 60,000 KW y 40,000 KW, respectivamente, que ya se encuentran aprovechados.

La verdadera magnitud de la potencia disponible, que se encuentra, naturalmente, entre ambas cantidades límites, es en todo caso suficiente para atender por un largo tiempo el crecimiento de demanda exigido por la mecanización del país. Basta considerar que hasta ahora apenas se ha aprovechado un 10% del mínimo absoluto disponible.

Conviene tener presente, sin embargo, que estos recursos no son ilimitados, ya que, en condiciones normales de aprovechamiento de las plantas, la producción de KWH. equivaldría aproximadamente a un consumo de 8 millones de toneladas de carbón al año.

Parece evidente, por lo tanto, que, al menos dentro de límites razonables de tiempo, las reservas hidráulicas del país son más que suficientes para atender las necesi-

dades del consumo de energía sin que sea preciso agotar nuestras reservas de carbón ni dedicar una mayor cuota de disponibilidades de moneda extranjera a costear importaciones de petróleo.

VII. SITUACION ACTUAL DE LA PROVISION DE ENERGIA ELECTRICA

Para los efectos de estudiar la provisión de energía eléctrica, conviene dividir el país en cuatro zonas que presentan características esencialmente distintas y que son:

- a) Zona Norte, desde Arica a Petorca
- b) Zona Central, Desde Petorca a Linares
- c) Zona Sur, desde Linares a Puerto Montt.
- d) Zona Austral, desde Puerto Montt a Magallanes.

Para este estudio y plan de electrificación se ha considerado solamente las tres primeras zonas, pues en la cuarta no se han presentado necesidades inmediatas que satisfacer.

La situación actual, con respecto a la provisión de energía eléctrica de cada zona es:

VII a). ZONA NORTE—*Anexo N.º 1.*

Las principales actividades industriales de esta zona son la producción de cobre y de salitre. Para este objeto existen grandes plantas eléctricas que alimentan los establecimientos de Chuquicamata, Potrerillos, plantas salitreras, etc., y que forman la mayor parte de la producción eléctrica de la zona. El crecimiento de estos consumos depende de factores enteramente ajenos a los factores que determinan este plan, pues la producción de salitre y cobre está regida por las condiciones del mercado internacional. En esta situación, sería ocioso considerar estos consumos en un plan de fomento, ya que la provisión de energía eléctrica para estas industrias ha sido y será siempre atendida por los mismos interesados, puesto que la ampliación de cualquier planta eléctrica de estas empresas se considera como parte de la ampliación que corresponde al establecimiento minero o salitrero respectivo.

En consecuencia, los consumos por considerar en esta zona son los del servicio público de las ciudades y los de la pequeña industria y la minería.

El servicio público se atiende por 28 empresas independientes, cuyas características generales son:

Potencia disponible, excluyendo reservas	9,706 KW
Demanda máxima de energía en el año	
1937	5,774 KW
Producción de energía en el año 1937 ...	12.275,000 KWH

El margen apreciable entre la potencia disponible y la demanda, se debe a que en las ciudades de Iquique y Antofagasta existe un considerable exceso de fuerza, pues la demanda ha disminuído, como consecuencia de la reducción de actividades

relacionadas con la producción de salitre. En las demás ciudades la situación es estrecha y es necesario estudiar cada una de ellas para procurar su mejoramiento.

La industria privada excluyendo los grandes establecimientos, reúne las siguientes instalaciones:

Plantas eléctricas térmicas	7,615 KW
Plantas eléctricas hidráulicas.....	820 KW
	8,435 KW

La mayor parte de estas plantas están destinadas a servir establecimientos mineros aislados y han sido construídas de acuerdo con las características de consumo de cada uno de ellos.

Al estudiar el plan que proponemos realizar, se indicarán las mejoras que conviene introducir en ambas categorías de servicio.

VII b) ZONA CENTRAL—Anexo N.º 2.

La zona Central es la comprendida entre Petorca y Linares incluyéndose en ella las siguientes plantas eléctricas de servicio público o privado:

1) Plantas aisladas para servicio público de Petorca, Cabildo, La Ligua y Papudo, todas con motores térmicos y con una potencia instalada de	147 KW
2) Sistema interconectado para servicio público y privado de las Cías. Chilena de Electricidad, General de Electricidad (Sector Norte), Manufacturera de Papeles y Cartones y Refinería de Azúcar de Viña del Mar, con una potencia instalada de	165,025 KW
3) Plantas de servicio privado de la Braden Copper Co. con una potencia instalada de	44,000 KW
4) Planta de servicio privado de la Cía. de Minas de Naltahua, con una potencia instalada de	386 KW
5) Sistema interconectado de la Cía. Sudamericana de Servicios Públicos de Curicó, Lontué y Molina, con una potencia instalada de	750 KW
6) Planta aislada de la Cía. General de Electricidad en Talca, con una potencia instalada de	2,310 KW
7) Plantas aisladas de Peumo y Constitución, con una potencia instalada de	750 KW
Total	223,350 KW

La potencia instalada anterior se divide entre instalaciones hidráulicas y térmicas en la siguiente forma:

Instalaciones hidráulicas.....	153,585 KW instalados
Instalaciones térmicas	69,765 KW instalados
Total	223,350 KW instalados

Debido al régimen especial de los ríos de la zona central, no puede considerarse la potencia instalada como la verdadera capacidad de carga básica del conjunto pues es necesario considerar que algunas de estas plantas tienen una capacidad básica bastante inferior, que en ciertas épocas de los años secos no alcanzan a mantener aún dicha capacidad y que, algunas usan estanques de sobrecarga para ocupar la totalidad de sus máquinas durante ciertas horas del día.

Además, en un plan de desarrollo del consumo eléctrico, debe considerarse la interconexión e integración del sistema como primera condición, lo cual conduce al abandono de muchas plantas térmicas pequeñas y de muy bajo rendimiento.

Por las razones anteriores, el estudio detallado de cada una de las instalaciones, incluidas en la lista anterior, conduce al resultado de que la capacidad de las plantas de la zona central es:

	Años normales		Años secos	
	Base	Punta	Base	Punta
Plantas hidráulicas	120,000	150,000	105,000	135,000
Plantas térmicas	65,000	65,000	65,000	65,000
	185,000	215,000	170,000	200,000

Para llegar a las cifras anteriores se ha considerado como terminadas las plantas de Laguna Verde de la Cía. Chilena de Electricidad que entrará en servicio a mediados de 1939, y la de Cachapoal de la Cía. General de Electricidad Industrial, cuyo proyecto definitivo se encuentra listo. Se ha incluido también las plantas de Coya y Pangal de la Braden Copper Co. que son las únicas plantas de importancia de esta zona que no están interconectadas con las líneas de la Cía. Chilena de Electricidad. Aún cuando estas plantas generan a 60 ciclos, no sería difícil establecer una interconexión en Rancagua.

VII c)—ZONA SUR—Anexo N.º 3.

En la zona sur el servicio público eléctrico se suministra por intermedio de 71 empresas distintas, cuya potencia total instalada, excluidas las reservas, es la siguiente:

Plantas hidráulicas	3,660 KW
Plantas térmicas.....	15,195 KW
Total	18,855 KW

Además existen numerosos establecimientos industriales y particulares, principalmente molinos que tienen plantas propias y cuya potencia instalada es la siguiente:

Plantas hidráulicas	2,864 KW
Plantas térmicas	22,522 KW
Total	<u>25,386 KW</u>

En consecuencia, la potencia total instalada llega a 33,241 KW.

La característica principal de las plantas de esta zona es su extrema división y la circunstancia de que dominan las plantas térmicas en una región extremadamente rica en potencia hidráulica. Todas las plantas que forman los totales indicados más arriba son de pequeño tamaño, en forma que, con excepción de Concepción, Temuco y Valdivia todas tienen menos de 1,000 KW instalados. Lo mismo puede decirse de las plantas de servicio particular entre las cuales las únicas importantes son las de las minas de Lota y Coronel. No existen plantas interconectadas, y en el total de la zona hay solamente una línea de transmisión de alto voltaje entre Máfil y Valdivia.

En esta zona, las empresas de servicio público generaron, durante el año 1937, 36.524,000 KWH. No existen datos sobre producción de las empresas de servicio privado y puede estimarse, sin gran error, que ella debe haber sido del orden de 80.000,000 KWH., lo que daría un total de 116.000,000 KWH para toda la zona. La superficie de las provincias comprendidas en ella es de 126,807 Km². y su población de 1.708,862 habitantes, de manera que la densidad de población es de 13.5 habitantes por Km² y la producción de energía eléctrica de 68 KWH. por habitante. La comparación de esta cifra con las obtenidas en la Zona Central, y la circunstancia de que dominan las plantas aisladas térmicas en una región en que abunda la energía hidráulica, indica claramente que en esta parte del país hay campo para un gran progreso en la producción y consumo de energía eléctrica.

VII d)—RESUMEN DE LAS TRES ZONAS.

En el cuadro que sigue, N.º 7, se resume la potencia instalada y producción, durante el año 1937, de las Zonas Norte, Central y Sur.

Se ha anotado valores separados para las plantas industriales aisladas, las plantas de servicio público y las plantas de las grandes empresas de Salitre y Cobre. Se ha establecido, igualmente, la separación entre electricidad hidráulica y electricidad térmica.

CUADRO N.º 7.—POTENCIA INSTALADA, SIN RESERVAS Y PRODUCCION ACTUAL

	NORTE		CENTRAL		SUR		TOTAL	
	KW	Miles KWH	KW	Miles KWH	KW	Miles KWH	KW	Miles KWH
Plantas Industriales privadas sin Salitre y Cobre:								
Térmicas.....	7,615	22,845	8,000	7,000	22,522	70,000	38,137	99,845
Hidráulicas.....	820	2,460	11,500	38,000	2,864	10,000	15,184	50,460
TOTAL	8,435	25,305	19,500	45,000	25,386	80,000	53,321	150,305
Plantas de Servicio Público:								
Térmicas.....	9,706	12,275	60,779	68,000	15,195	30,024	85,680	110,299
Hidráulicas.....	.....	.....	98,685	411,000	3,660	6,500	102,345	417,500
TOTAL	9,706	12,275	159,464	479,000	18,855	36,524	188,025	527,799
N.º de Empresas de Servicio Público	28		10		71		109	
Salitre y Cobre.....	183,400	553,000	44,386	213,000	.....	.....	227,786	768,000
GRAN TOTAL	201,541	590,580	223,350	739,000	44,241	116,524	469,132	1,446,104
De ello Hidráulica ...	2,820	14,460	154,185	662,000	6,524	16,500	163,529	692,960
POBLACIÓN DE LA ZONA	531,000		1.962,000		1.709,000		4.202,000	
CONSUMO TOTAL POR HABITANTE AL AÑO..	1,110		377		68		342	

Se puede observar, en primer término, que la potencia instalada a base hidráulica representa un 35% de la potencia total. Asimismo, que la potencia hidráulica aprovechada representa menos del 10% de las reservas existentes.

VIII. CONSUMO PROBABLE DE ENERGIA EN EL PERIODO COMPREDIDO ENTRE 1940 y 1950

Para estudiar los consumos probables en el período por considerar, la experiencia demuestra que se puede basar en la historia pasada de cada mercado de fuerza, adoptando un coeficiente acumulativo igual al obtenido en un período de tiempo su-

ficientemente largo para eliminar los accidentes transitorios. De un año a otro los consumos pueden variar con relación a los previstos para un período más o menos largo, pero la ley de crecimiento acumulativo se cumple casi invariablemente. Es evidente que si existe razones especiales que causan aumentos o disminuciones en los consumos, tales como la conexión o desconexión de cargas importantes, estas expectativas deben considerarse separadamente, como fué el caso de la Cía. Chilena de Electricidad en los años 1921 a 1925, con la electrificación de parte de los Ferrocarriles del Estado, y de la Fábrica de Cemento Melón, la que también introdujo un aumento desproporcionado en el consumo, por las razones anteriores, en algunas de las zonas se produce dos clases de crecimiento, que son el vegetativo y el fomentado.

Por crecimiento vegetativo hemos entendido aquél que no necesita alicientes especiales ni instalaciones de grandes consumidores nuevos, pero entendiéndose que exista disponible la provisión suficiente de energía con tarifas adecuadas. Por crecimiento fomentado, se entiende aquél que incluye, además, consumos previstos en circunstancias extraordinarias, y que se obtienen en el deseo de obtener aumentos en la producción industrial o economía de combustible.

Como comprobación de que los crecimientos acumulativos se mantienen en promedio en un largo período de tiempo, puede citarse el caso de los Estados Unidos, en el período de 25 años, comprendidos de 1912 a 1937, en que las plantas de servicio público aumentaron su producción y potencia instalada en la forma en que se indica en el gráfico N.º 1, pasando de 11,600 millones de KWH a 119,000 millones de KWH, lo que corresponde a un aumento acumulativo de 8.5%. Igualmente, la potencia instalada pasa de 6.45 millones de KVA a 43.8 millones de KVA, o sea, un aumento acumulativo anual de 7.9%. En el gráfico N.º 2 se muestran las demandas máximas anuales de la Cía. Chilena de Electricidad desde 1920 a 1938, con un promedio acumulativo de 11%.

VIII a)—ZONA NORTE.

En esta zona, los consumos han seguido las diversas alternativas de su producción principal, que es el salitre y el cobre. Con excepción de la provincia de Coquimbo, en el resto de la zona, en los últimos 10 años, no ha habido aumentos y, en algunos casos, como Antofagasta e Iquique, ha existido disminuciones de consumo. Para determinar los consumos futuros, es preferible atenerse a la experiencia pasada y no esperar aumentos, pues, como se ha dicho anteriormente, en caso de producirse incrementos de producción en las grandes plantas mineras, ellas proveen a su propio incremento de producción eléctrica.

En la provincia de Coquimbo, en los últimos tres años, se ha producido un aumento importante, pues la energía generada pasó de 1.815,000 KWH en 1926 a 4,185 millones KWH en 1937, o sea un crecimiento acumulativo anual de 7.9%. Este crecimiento, que ha sido causado principalmente por el desarrollo de la pequeña industria de minería y la agricultura, puede considerarse que se mantendrá durante los próximos diez años.

En el gráfico N.º 3, se muestra la previsión del crecimiento de las demandas en las zonas de Ovalle y La Serena para el período de 1940 a 1950.

VIII b)—ZONA CENTRAL.

Para estimar debidamente el crecimiento vegetativo, es decir, el crecimiento de consumos sin mayores alicientes que los ofrecidos hasta ahora, es necesario considerar que en la Zona Central se produce más del 85% de la energía generada para servicio público del país entero, aun cuando su población es sólo un 46% del total. Por consiguiente, en esta zona los consumos han llegado a un desarrollo relativamente avanzado, y no puede esperarse grandes e imprevistos aumentos de consumo. En 1938, la producción de energía en la zona fué de 739 millones de KWH para una población de 1.962,000 habitantes, o sea un consumo medio de 377 KWH. por habitante y por año, cifra que se compara favorablemente con las de muchos países europeos (Francia—378).

De los 739 millones de KWH producidos en la zona en 1938, corresponden 476 millones a las tres principales empresas de servicio público que existen en ella (65%); 213 millones a la Braden Copper Co., 43 millones a la Cía. Manufacturera de Papeles y Cartones para su propio uso, y el saldo, o sea 7 millones, entre las demás plantas de servicio público y privado. Es evidente que el crecimiento vegetativo estará determinado por las cinco entidades indicadas.

b-1)—CRECIMIENTO VEGETATIVO DEL CONSUMO.

En el período de 1930 a 1938 la demanda máxima y producción anual de las tres empresas de servicio público fué:

AÑO	KW de demanda máxima anual	Producción anual en miles de KWH.
1930	68,184	261,256
1931	72,373	250,249
1932	69,684	258,964
1933	70,420	287,450
1934	77,560	325,522
1935	84,810	359,264
1936	90,330	386,250
1937	101,000	438,157
1938	109,700	476,000

Estas cifras indican que la demanda ha aumentado en 61% en 8 años, lo que equivale a 7.2% acumulativo y la producción en 82%, lo que equivale a 7.8% acumulativo. Para verificar si estos crecimientos corresponden efectivamente al desarrollo general de la zona, conviene verificar que resultado se obtiene eliminando los tres grandes consumidores que compran energía a la Cía. Chilena de Electricidad, y que son los Ferrocarriles del Estado, Cemento Melón y los servicios de tranvías, ya que la naturaleza de estos consumos permite dudar de que sigan el crecimiento de los de-

más clientes. Eliminando estos tres consumos, la producción habría pasado de 180 millones de KWH. en 1930 a 324 millones de KWH en 1938, o sea un aumento de 80% en 8 años y un crecimiento acumulativo de 7.4%. Hay, pues, una coincidencia bastante exacta entre el crecimiento de consumos de los 144,000 clientes restantes y el del tráfico de ferrocarriles y tranvías y la producción de cemento. Por la misma razón puede considerarse que la producción de papel seguirá la misma marcha que el resto de la zona, pero no puede hacerse este razonamiento a la producción de cobre en El Teniente, pues esto depende de mercados enteramente ajenos a nuestra economía interna.

El período de 1930 a 1938 es bastante adecuado para obtener una indicación del verdadero crecimiento, ya que incluye la grave crisis económica e industrial de 1930 a 1933, y la recuperación y desarrollo industrial de 1933 a 1938. En consecuencia, puede estimarse que el crecimiento vegetativo del período 1940 a 1950 será el que corresponda a un incremento acumulativo anual de 7% con excepción de los consumos de El Teniente que se deben considerar en su actual valor.

El cuadro siguiente indica las demandas y producción que corresponden a este crecimiento vegetativo:

AÑO	<i>Demanda máxima anual KW</i>	<i>Consumo anual en miles de KWH.</i>
1940	178,000	812,000
1941	188,000	863,000
1942	198,000	908,000
1943	209,000	957,000
1944	220,000	1,027,000
1945	233,000	1,066,000
1946	247,000	1,126,000
1947	261,000	1,193,000
1948	271,000	1,259,000
1949	293,000	1,334,000
1950	310,000	1,410,000

El gráfico N.º 4 muestra las demandas máximas mensuales de la Cía. Chilena de Electricidad durante los 11 años de 1928 a 1938. El gráfico N.º 5 indica las demandas mensuales previstas para la zona Central, de 1940 a 1950, a base del crecimiento vegetativo de 7%.

b-2)—CRECIMIENTO FOMENTADO DEL CONSUMO.

Sin embargo, con motivo de la exagerada concentración de una parte tan importante de la población en el centro del país, es necesario considerar cuidadosamente cuáles son los aumentos de producción que conviene fomentar sin peligro de exagerar aún más esta concentración y de agotar prematuramente las reservas hidroeléctricas,

las que deben dedicarse preferentemente al servicio de las necesidades domésticas y comerciales de los habitantes y al servicio de aquellas industrias que, por su carácter mismo, deben estar cerca de los centros de producción. Este estudio indica las siguientes bases para las actividades de fomento:

- 1.º Procurar el aumento de los consumos domésticos para alumbrado, calefacción, cocinas, etc., porque mejoran las condiciones de vida y porque resta aún un margen bastante grande antes de llegar a un límite de saturación.
- 2.º Los consumos industriales, especialmente de la pequeña industria, necesitan ser protegidos para evitar alzas en el costo de la vida y para no detener el desarrollo alcanzado en los últimos cinco años en que el consumo de estos establecimientos ha aumentado en 232%.
- 3.º No es conveniente fomentar la instalación en esta zona de industrias de gran consumo, porque necesitan margen de precios muy bajos y porque en esta parte del país no existen reservas suficientes.
- 4.º Por el contrario, como los Ferrocarriles del Estado tienen en esta zona sus líneas de mayor tráfico y pendientes, es aconsejable proceder cuanto antes a su electrificación y debe reservarse desde luego la energía necesaria.
- 5.º Debe reservarse también la energía necesaria para los servicios públicos de la zona. En el aumento vegetativo se ha considerado el aumento de los servicios de tranvías, que ha sido bastante importante en los últimos años.

Para el consumo doméstico, puede estimarse que las tarifas deben fomentar un aumento de consumos de unos 50 KWH por consumidor y por año hasta llegar, al 10.º año, a 1,200 KWH por año, con lo cual puede decirse que se habría cumplido el objetivo previsto.

Con relación a los Ferrocarriles del Estado, habría que considerar, de acuerdo con las previsiones de la Empresa, la electrificación gradual a Talca en la siguiente forma:

<u>AÑO</u>	<u>Sección</u>	<u>Demanda Inst.</u>
1940 —	Santiago—San Antonio	4,500 KW
1943 —	Santiago—Rancagua y Paine—Talgante	8,000 KW
1945 —	Rancagua—San Fernando	3,000 KW
1947 —	San Fernando—Talca	12,000 KW

De acuerdo con las previsiones anteriores, el consumo fomentado resultaría en las siguientes demandas y producciones:

Año	<i>Demanda KW</i>	<i>Producción Millones de KWH.</i>
1940	185,000	838
1941	198,000	893
1942	209,000	940
1943	230,000	1,029
1944	240,000	1,092
1945	262,000	1,161
1946	278,000	1,222
1947	307,000	1,319
1948	325,000	1,386
1949	344,000	1,462
1950	364,000	1,539

Estas cifras se indican en el gráfico N.º 5. De acuerdo con los aumentos calculados por la Dirección General de Estadística, la población de la zona en 1940 sería de 2.030,000 habitantes lo que equivale a un consumo medio de 413 KWH por habitante, y en 1950 sería de 2.280,000 habitantes, o sea un consumo de 680 KWH por habitante.

b-3)—INSUFICIENCIA DE ENERGÍA EN LA ZONA CENTRAL.

1) Respecto del crecimiento vegetativo.

Según lo indicado anteriormente las disponibilidades totales son:

	<i>Base</i>	<i>Punta</i>
Años normales	185,000	215,000
Años mínimos.....	170,000	200,000

Como las demandas calculadas para el crecimiento son los máximos anuales, corresponde compararlos con las capacidades de punta y se obtiene los siguientes saldos de sobrante o déficit, suponiendo construída la Planta de Cachapoal.

Año	Demanda	Año normal		Año mínimo	
		Sobrante	Déficit	Sobrante	Déficit
1940	178,000	37,000	....	22,000	
1941	188,000	27,000	....	12,000	
1942	198,000	17,000	....	2,000	
1943	209,000	6,000	....	....	9,000
1944	220,000	....	5,000	....	20,000
1945	233,000	....	18,000	....	33,000
1946	247,000	....	32,000	....	47,000
1947	261,000	....	46,000	....	61,000
1948	271,000	....	56,000	....	71,000
1949	293,000	....	78,000	....	93,000
1950	310,000	....	95,000	....	110,000

b) Respecto del crecimiento fomentado.

En la misma forma se determina el siguiente cuadro de sobrantes o déficits con respecto al crecimiento fomentado:

Año	Demanda	Año normal		Año mínimo	
		Sobrante	Déficit	Sobrante	Déficit
1940	185,000	30,000	....	15,000	
1941	198,000	17,000	....	2,000	
1942	209,000	6,000	....	....	9,000
1943	230,000	....	15,000	....	30,000
1944	240,000	....	25,000	....	40,000
1945	262,000	....	47,000	....	62,000
1946	278,000	....	65,000	....	78,000
1947	307,000	....	92,000	....	107,000
1948	325,000	....	110,000	....	125,000
1949	344,000	....	129,000	....	144,000
1950	364,000	....	149,000	....	164,000

VIII c)---ZONA SUR.

c-1) CRECIMIENTO VEGETATIVO.

Durante el período de 11 años de 1926 a 1937, el servicio público eléctrico de esta zona, dividida según las provincias contenidas en ella, tuvo los siguientes aumentos:

Provincia	KWH generados		% anual acumulativo
	1926	1937	
Ñuble.....	2.099,000	2.200,000	0.4
Concepción	3.556,000	19.567,000	16.8
Cautín	2.490,000	6.317,000	8.9
Valdivia.....	2.754,000	8.440,000	10.7
TOTAL	10.899,000	36.524,000	11.6

Los aumentos considerables obtenidos en Concepción y Valdivia se deben principalmente a la instalación de nuevas industrias y electrificación de las existentes, en tanto que la situación de Ñuble refleja fielmente la situación de la provincia, prácticamente estagnada durante los últimos años.

Por otra parte, para todo estudio de un plan de conjunto es preciso considerar la interconexión de las numerosas plantas aisladas en un cierto número de sistemas de transmisión, pues de otro modo los desarrollos serán de todo punto imposibles. El estudio de los consumos indica que existen dos grupos de ciudades o plantas que corresponden a situaciones distintas y que son de Linares a Victoria y de Temuco a Puerto Montt.

El estudio del sector Linares-Victoria indica que la progresión de demandas máximas anuales, incluyendo los servicios públicos y privados sería:

Año	Demanda máxima
1937	25,966 KW
1940	32,014 KW
1945	46,402 KW
1950	68,462 KW

Para el sector Temuco-Puerto Montt, estas demandas serían:

Año	Demanda máxima
1937	13,156 KW
1940	18,072 KW
1945	31,601 KW
1950	51,060 KW

c-2) CRECIMIENTO FOMENTADO.

Sobre la base de la instalación de las industrias que se considera adecuadas para instalarse en cada zona, incluyéndose el suministro al Apostadero de Talcahuano y

la electrificación parcial de los Altos Hornos de Corral, pero sin incluir la electrificación de las líneas de los Ferrocarriles del Estado, se llega a las siguientes cifras de demanda máxima de invierno.

AÑO	Demandas máximas	
	Sector Linares - Victoria	Sector Temuco - Puerto Montt
1937	25,966 KW	13,156 KW
1940	32,014 KW	18,072 KW
1945	53,500 KW	40,960 KW
1950	85,000 KW	73,060 KW

Las insuficiencias de disponibilidades utilizables, con respecto a ambas bases de cálculo, serían las que se indican a continuación:

c-3) INSUFICIENCIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA ZONA SUR

Se anotan separadamente los valores para los dos sectores considerados.

AÑO	Linares - Victoria		Temuco - Puerto Montt	
	Vegetativo	Fomentado	Vegetativo	Fomentado
1940	1,810 KW	1,810 KW	2,906 KS	2,906 KW
1945	16,198 KW	23,296 KW	16,435 KW	25,794 KW
1950	38,258 KW	54,796 KW	35,894 KW	57.890 KW

En los gráficos N.º 8 y 9, se indica la previsión de demanda en esta zona para el período de 1940 a 1950.

VIII d) RESUMEN DE LAS DEMANDAS ENTRE 1940 Y 1950 EN LAS TRES ZONAS Y LA INSUFICIENCIA DE ENERGÍA.

Los párrafos inmediatamente anteriores se resumen en el cuadro que sigue, el cual abarca las tres zonas consideradas.

CUADRO N.º 8.—PLANTAS DE SERVICIO PUBLICO—INSUFICIENCIA DE ENERGIA EN KW POR INSTALAR

<i>Base de Crecimiento Vegetativo</i>	1940	1945	1950
Zona Norte.....	1,000	2,000	4,000
Zona Central (año normal) .....	....	18,000	95,000
Zona Sur:			
Linares - Victoria	1,810	16,198	38,258
Temuco - Puerto Montt.....	2,906	16,435	35,894
Sumas totalizadas	5,716	52,633	173,142
<i>Base de Crecimiento Fomentado</i>			
Zona Norte.....	1,000	2,000	4,000
Zona Central.....	....	47,000	149,000
Zona Sur:			
Linares - Victoria	1,810	23,296	54,796
Temuco - Puerto Montt	2,906	25,794	57,890
Sumas totalizadas	5,716	98,090	265,686

La insuficiencia de energía alcanzaría así, en las plantas de servicio público, a 5,716 KW instalados en 1940; a 98,090 KW instalados en 1945; y a 265,686 KW instalados en 1950.

Dicha insuficiencia no considera el desarrollo probable de las plantas propias del Salitre y el Cobre y de la minería en general, ya que estas industrias no están, por una parte, sujetas a crecimientos vegetativo, y, por otra, ellas atienden directamente a sus propias necesidades de expansión.

A «priori», es decir, estimando un costo medio de \$ 3,500 m/l. por KW instalado, incluso líneas primarias de transmisión, el costo de instalación entre 1940 y 1945 ascendería a 350 millones y entre 1940 y 1950 a 930 millones de pesos m/l.

IX. DESCRIPCION DEL PLAN DE ELECTRIFICACION PROPUESTO

Para poder satisfacer las necesidades del desarrollo industrial del país, determinadas de acuerdo con lo que se indica en el párrafo anterior, hemos estudiado numerosas soluciones y hemos llegado a formular un plan, que deberá llevarse a cabo en el período comprendido entre 1940 a 1950, y cuyas líneas generales son las siguientes:

IX a) ZONA NORTE.

Las características especiales de esta zona, que ya han sido explicadas, aconsejan no intentar la construcción de un sistema eléctrico interconectado, pues las distancias son demasiado grandes, los consumos demasiado pequeños, y, sobre todo, hay mucha

incertidumbre sobre los puntos en los cuales se producirá el verdadero aumento de consumo, ya que esto depende de factores que, como lo hemos dicho varias veces, están fuera del control de la economía nacional.

En primer lugar, consideramos que conviene extender créditos a las empresas existentes, para el mejoramiento general de las instalaciones, pues, con excepción de las ciudades de Iquique y Antofagasta, todas necesitan urgentemente mejorar sus redes y aumentar la potencia instalada para disponer de un margen suficiente. Como los consumos son pequeños, no se podría pensar en instalar plantas directamente por el Estado y es preferible que las mismas empresas aumenten y mejoren sus instalaciones. Estimamos que el monto de los créditos por considerar ascendería a \$ 2.000,000 en 1940 y a la misma cantidad en 1946.

Hay una excepción con respecto a esta situación, y es la que se refiere a las ciudades de Ovalle y Serena, en las cuales hay una falta inmediata de potencia que conviene remediar a la brevedad posible. Además como ambas ciudades han demostrado en los años pasados un crecimiento sostenido, estimamos que debe procederse inmediatamente al aumento de la capacidad y prever los aumentos futuros. El desarrollo que proponemos consiste en colocar desde luego, un grupo Diesel de 500 KW en Ovalle y de 700 KW en Coquimbo, y en prever la instalación de máquinas iguales a las anteriores en cada una de esas ciudades a fin de que funcionen en 1943, y prever además la instalación de una tercera máquina de 1,000 KW en Coquimbo y de 500 KW en Ovalle para que estén en funcionamiento en el año 1947. Ver gráfico N.º 3.

De acuerdo con el plan anterior, las inversiones por realizar en esta zona serían:

AÑO	Inversiones		
	Créditos	Plantas	Total
1940	2.000,000	3.000,000	5.000,000
1942 .....	.....	2.500,000	2.500,000
1946	2.000,000	4.000,000	6.000,000
TOTAL	\$ 4.000,000	\$ 9.500,000	\$ 13.500,000

En resumen, la inversión probable en esta zona ascendería a \$ 13.500,000 m/l.

IX b) ZONA CENTRAL.

Como las disponibilidades actuales de la zona Central, incluyendo las plantas nuevas de Laguna Verde (1), Cachapoal y Puntilla, proyectadas o en ejecución y que urge sobremedida que entren al servicio, permitiría llegar a atender los consumos hasta 1941 o 1942 inclusive, según sea el desarrollo de los consumos y la oportuna puesta en marcha de las referidas plantas; se ha considerado el período de 1940 a 1950 como

(1) Esta planta se encuentra terminada y podrá entrar pronto en funcionamiento.

aquel en que se aplicará el plan de desarrollo. Este cálculo se basa en la pronta puesta en servicio de las tres plantas citadas y en el aprovechamiento provisional que deberá hacerse de las reservas térmicas del sistema.

En líneas generales, el plan se subdivide en: I. *Plantas*, y II. *Líneas de Transmisión*.

I.—PLANTAS: *Ver gráfico N.º 6 y plano N.º 1.*

1) Construir desde luego una planta hidroeléctrica que sea, en definitiva capaz de llegar a 50,000 KW de potencia básica más 100,000 KW de potencia máxima en años mínimos. En esta planta se instalarán unidades de 50,000 KW cada una y se comenzará la instalación con dos de ellas.

Como la disponibilidad actual es de 120,000 KW básicos y de 150,000 KW hidráulicos de punta, calculadas en las condiciones ya descritas, la instalación de las dos nuevas unidades dará en total 170,000 KW de capacidad básica y 250,000 KW de capacidad de punta, con lo cual puede atenderse el total de las demandas hasta 1945, quedando entonces la capacidad actual a vapor de 65,000 KW como reserva.

2) En 1945 deberá quedar instalada la tercera unidad de 50,000 KW en la nueva planta con lo que la capacidad de punta subiría a 300,000 KW.

3) En 1947 será necesario aumentar la capacidad básica del sistema que estaría en esa fecha reducida a menos del 60% de la punta de invierno, y se ha pensado para ello en aprovechar el nuevo acueducto para agua potable de Santiago, que se debe suponer construido para entonces y que puede dar seguramente 30,000 KW de potencia absolutamente básica.

4) En 1949 será necesario aumentar nuevamente en 50,000 KW la capacidad básica y se ha pensado para entonces en instalar en la planta térmica de Laguna Verde una segunda máquina; pero de 50,000 KW en lugar de 22,500 KW que es la potencia de la actual. La razón para preferir una planta térmica en vez de hidráulica es de seguridad contra años secos y de regulación del voltaje del sistema por el extremo de Valparaíso. Además, trabajando como planta de punta en combinación con las otras plantas, esta instalación apenas alcanzaría a producir el 1.5% de los KWH en el último año del período. Ver gráfico N.º 7.

5) Con referencia a la primera planta hidráulica propuesta, después de considerar detenidamente las diversas soluciones, se ha acordado recomendar una planta de embalse como la estudiada por el señor Boso en el Maipo Bajo, por considerar que es necesario asegurar una acumulación suficiente de las aguas de deshielo lo que no puede obtenerse, por razones obvias en lo referente a las reservas existentes. Las ubicaciones vacantes en las zonas de cordillera no llenan las necesidades previstas. Además de la planta de Maipo Bajo, es conveniente investigar las posibilidades del proyecto de Pudahuel en el Mapocho y del Guanaco en el Rapel pues, aun cuando no hay datos precisos sobre ellos, hay indicaciones de que pueden ser posibles soluciones alternativas.

II.—LÍNEAS DE TRANSMISIÓN: *Ver planos N.º 1 y 2.*

Para el estudio de las líneas necesarias de transmisión, se ha supuesto construída

la línea a 44 KV que deberá unir la planta Cachapoal con el sistema de la Cía. Chilena de Electricidad, ya que esta línea es el complemento lógico de dicha planta.

1) La primera etapa (1940 a 1945) contempla la construcción de una línea de doble circuito a 110 KV que una la planta de Maipo Bajo (o la que se construya en su reemplazo) con Florida para alimentar por ese punto las líneas de 110 KV de la Cía. Chilena de Electricidad. Como las actuales líneas de Queltehues a Laguna Verde pasan cerca de Florida este es un punto adecuado para establecer una estación de intercambio y control.

Sobre la misma línea de Maipo a Florida se establecería en Malloco una subestación de 110/44 KV con el fin de alimentar, por un lado, la línea que los Ferrocarriles del Estado deberán construir hasta Melipilla para alimentar sus subestaciones de tracción en Malloco y Melipilla y, por el otro lado, el sistema de 44 KV de las Cías. Chilena de Electricidad y General de Electricidad industrial. En esta forma con sólo dos subestaciones de 110 KV se puede alimentar todo el sector de Valparaíso a Rancagua. Además de lo anterior, en la primera etapa se comprende una línea de un solo circuito de 44 KV entre Rancagua y Talca con el fin de interconectar la planta de Cachapoal con las de Curicó y Talca. Esta línea está destinada en definitiva a formar una transmisión intermedia, pero en el primer tiempo tendrá que desempeñar las de transmisión primaria y para ello será necesario instalar en Curicó un regulador de voltaje, ya que en el extremo sur, la variación de voltaje sería excesiva; la construcción de este sector (Cachapoal-Talca) está consultada para los años 1943-1944.

2) La segunda etapa (1945-1950), en líneas de transmisión, comprende, en primer término, la construcción de una línea de 110 KV, en torres de acero y dos circuitos desde la planta Maipo Bajo a San Fernando con el fin de dar una alimentación directa a alta tensión al sector Rancagua-Talca, que, sin esto quedaría servido sólo por un circuito de 44 KV. Esta línea se construirá durante los años 1945-1946. Se ha preferido esta solución a la de una planta independiente en Talca porque el principal consumo del sector será los Ferrocarriles del Estado, lo que requiere una alimentación en muchos puntos a lo largo de la línea férrea de modo que la línea de transmisión es de todo punto inevitable.

Como alternativa de la línea entre Maipo Bajo y San Fernando, se presenta también la solución de elevar a 110 KV la tensión de la línea entre San Fernando y Santiago, conectándola probablemente a la Sub-Estación Malloco, y reforzar el tramo Maipo Bajo a Malloco, como se explica más adelante.

Para los años 1946-1947, se ha proyectado una línea de 110 KV y de un solo circuito de San Fernando a Talca, con el fin de reforzar la alimentación y de servir, en el futuro, de enlace con la planta que eventualmente se construirá en algunos de los ríos, Lontué o Maule.

En el presupuesto adjunto se detalla las inversiones necesarias. Las cantidades requeridas cada año son las siguientes:

<u>Año</u>	<u>Inversiones</u>
1940	\$ 61.000.000
1941	110.000.000
1942	72.000.000
1943	65.000.000
1944	6.000.000
1945	25.000.000
1946	49.000.000
1947	31.000.000
1948	20.000.000
1949	21.000.000
1950 .....	.....
TOTAL	\$ 460.000.000

Es evidente que las fechas indicadas para estas inversiones están basadas en el cálculo de aumento de consumos ya explicado y, naturalmente, cualquier variación en la rapidez de aumento debe reflejarse en un cambio en las fechas de las diversas inversiones.

En las sumas anteriores, no se han incluido provisiones para conceder créditos a las empresas eléctricas, con el fin de mejorar sus instalaciones. Como ya hemos dicho, en esta zona existen pocas empresas de servicio público, y todas ellas disponen, en general, de medios para afrontar la cuota de desembolso que les corresponde. Sin embargo, es posible que la construcción de la línea de 44 KV de Cachapoal a Los Morros que se ha supuesto construída por la Cía. General de Electricidad Industrial, necesite ser construída por el Estado, en caso que la referida Compañía no pueda financiarla.

Como alternativa de este sistema de líneas, como se ha dicho más atrás, se ha considerado la posibilidad de reemplazar la línea de 44 KV de Cachapoal a Malloco o Los Morros, y de Cachapoal a San Fernando, por una línea de un circuito de 110 KV. Como entre San Fernando y Los Morros, existe una línea de 15 KV esta solución permitiría mantener el servicio de distribución sin necesidad de voltaje intermedio. Esta línea se construiría de un solo circuito, comenzando inmediatamente por Cachapoal a Malloco o a Los Morros, el que sería continuado hasta la subestación del Club Hípico, por la Cía. Chilena de Electricidad. En este caso, la sub-estación Malloco de 110/44 KV se ubicaría en La Sota, y se construiría un segundo circuito de La Sota a Malloco de 44 KV para los Ferrocarriles del Estado. El costo total de esta solución es menor que la propuesta, pero el costo inmediato es mayor, pues sería necesario construir la línea de 110 KV de Cachapoal a Club Hípico inmediatamente. La elección de una u otra de las soluciones depende de lo que resulte del estudio definitivo de las plantas y de la época en que se inicie la construcción, de la planta de Cachapoal. Para ponernos en el caso más desfavorable, hemos conservado la solución primitiva que es la que representa mayor costo.

IX c) ZONA SUR.

Como hemos dicho al describir la Zona Sur, desde el punto de vista de los consumos de energía, puede considerarse dos mercados separados, el primero, formado principalmente por las provincias de Ñuble y Concepción, tiene como características de suministro, el grupo de consumos que va desde Curanilahue hasta Dichato por Lota, Coronel, Talcahuano, Concepción, Penco y Tomé, región que hoy en día se sirve a vapor por estar cerca de las minas de carbón, pero cuyo servicio con plantas hidráulicas permitiría dejar libre una cuota importante de combustible para otros usos. Además, hay que considerar la situación de las ciudades del interior, que si bien han sufrido mucho con la última catástrofe, la experiencia demuestra que los consumos se recuperan con gran rapidez. Estas ciudades son: Linares, Parral, San Carlos, Chillán, Bulnes, Los Angeles y Mulchén. Este problema ha sido estudiado desde hace muchos años y se han presentado tres soluciones generales que son:

1.º Construcción de una planta hidráulica, aprovechando el río Laja a su salida de la laguna de Laja, y construcción de una línea de transmisión a la costa, pasando por Los Angeles.

2.º Construcción de una planta hidráulica en el río Ñuble y línea de transmisión a Concepción, pasando por Chillán y Bulnes.

3.º Construcción de una planta hidráulica en el río Bureo aprovechando las aguas del Bío-bío, desviadas al Bureo, con línea de transmisión a Concepción, pasando por Los Angeles.

En este estudio se han considerado solamente las soluciones 1 y 2 porque la tercera se asemeja mucho a la primera en costo y tiene menos margen de desarrollo, por ser la potencia disponible mucho menor. Como la inversión requerida por este plan es considerable, se ha estudiado una solución provisional para la primera etapa que consiste en instalar plantas aisladas en Chillán y en la zona carbonera, y que servirían, en definitiva, de reserva. Con esto se abastecería el consumo mientras entra al servicio la central hidroeléctrica.

Las obras por ejecutar serían:

1.º Instalación de una planta térmica de 3,000 KW en Chillán de ejecución inmediata, para que entre en funcionamiento a la brevedad posible.

2.º De inmediata instalación, para que funcione el año 1940; una línea de interconexión de 44 a 66 KV, postación de madera y de un solo circuito, de Linares a Chillán y Bulnes, con sub-estaciones en: Linares, Parral, San Carlos, Chillán y Bulnes.

3.º De inmediata ejecución, para que funcione el año 1941: una planta turbovapor de boca-mina en Lota o Coronel, de 10,000 KW.; y una línea de interconexión, desde dicha central hasta Concepción, de 44 a 66 KV., torres de acero y doble circuito.

4.º De inmediato estudio, para que funcione el año 1945: línea de interconexión de 44 a 66 KV., entre Bulnes, Los Angeles y Mulchén.

Se presentan ahora dos soluciones posibles, para el ulterior desarrollo, cuyo estudio debería iniciarse de inmediato, para que las instalaciones estuvieran en marcha el año 1945. La elección definitiva entre ambas alternativas, que denominaremos A) y B), dependerían de la mejor conveniencia del desarrollo hidro-eléctrico y de la agrupación, que con mejor estudio, se adopte para la interconexión en alta tensión de dicha zona.

Las dos soluciones alternativas serían:

5.º *Alternativa A).* Planta hidroeléctrica en el río Laja alto, con una unidad de 30,000 KW que debe entrar en funcionamiento el año 1945, y una segunda unidad de 30,000 KW que entraría al servicio el año 1946 al 48.

Línea de transmisión de 110 KV o más desde la Central generadora, por Los Angeles, San Rosendo, Lota, Concepción y hasta Talcahuano. El tramo Lota a Concepción sería el mismo del punto 3.º. Con el refuerzo consiguiente a su mayor tensión y capacidad. Además Sub-Estaciones en los mismos puntos citados.

Alternativa B).—Planta hidroeléctrica en el río Ñuble, con una unidad de 30,000 KW que debe entrar en funcionamiento el año 1945, y una segunda unidad de 30,000 KW que entraría al servicio por los años 1946 al 48.

Línea de transmisión de 110 KV o más, desde la central generadora, por Chillán, Bulnes, Concepción y hasta Talcahuano, con Sub-estaciones en los puntos citados. Además una línea de 44 KV. desde Concepción hasta Dichato.

Se estima el costo de ambas alternativas como equivalente.

La zona Angol-Traiguén-Victoria se dejaría para futuros desarrollos, cuando la importancia de sus consumos justifique su interconexión con Mulchén o Los Angeles.

Las inversiones requeridas para este primer grupo serían:

Año	Inversiones
1940	\$ 32.600,000
1945	106.800,000
1948	60.000,000
TOTAL	<u>\$ 199.400,000</u>

Además, hay que considerar los resfuerzos de líneas que se estima en \$ 6.500,000, de modo que la inversión total requerida por el plan en esta zona alcanza a \$ 205.900,000.

El segundo grupo de consumos, es el que corresponde al sector comprendido entre Temuco y Puerto Montt. El desarrollo de este sector dentro del período de los 10 años considerados, debe también dividirse en dos etapas, de las cuales, la primera y más urgente consiste en la instalación de plantas aisladas, que, en definitiva, servirían de reserva. Estas plantas deberían instalarse en Temuco, Valdivia, Osorno y Puerto Montt, pues las cuatro ciudades tienen consumos de importancia, y se encuentran escasas de capacidad. Para evitar la necesidad de instalar reservas inmediatas en cada una de ellas, y como es necesario interconectarlas en definitiva, es preferible construir, desde luego, las líneas de Temuco a Valdivia y de Osorno a Puerto Montt, por cuanto esto no aumenta la inversión y permite el mejor aprovechamiento de las plantas, haciendo funcionar sólo una de ellas de ordinario. Además, hay algunos consumos intermedios de importancia, especialmente en el sector de Osorno a Puerto Montt.

Para la planta de instalación inmediata en Temuco, se ha considerado la instalación de una unidad térmica de 3 000 KW; pero si es posible encontrar una ubicación en la inmediata proximidad de Temuco, para una planta hidráulica de capacidad más o menos parecida, sería preferible, por razones del costo del combustible en este punto. No disponemos de datos suficientes para resolver este punto. En cuanto a la planta de Valdivia no hay duda que conviene instalar una planta térmica, pues hay carbón en las vecindades, especialmente Máfil, donde ya existe una planta.

En cuanto a la planta por instalar en Osorno, se ha considerado diversas soluciones, las cuales han quedado reducidas a dos. La primera consiste en instalar una planta a vapor de 5,000 KW de potencia, en la ciudad misma, la cual serviría posteriormente como reserva. La otra solución consiste en construir una planta hidráulica de una potencia equivalente en el salto del Pilmaiquén. A favor de la primera solución, hay la circunstancia de que, como reserva, está más inmediata al consumo y no estaría afectada a interrupciones de la línea de transmisión. En cambio, existe a favor de la planta hidráulica la economía en el consumo de combustible y permitir el fomento de los consumos industriales de la zona Osorno-Puerto Montt desde 1941, hasta el momento de la puesta en marcha de la central hidroeléctrica, que, como solución definitiva debería abastecer toda la zona. La elección de una de estas soluciones necesita un estudio más detenido para verificar si la construcción de la planta Pilmaiquén puede o no afectar la utilización completa de la potencia disponible en los lagos Puyehue y Rupanco.

En cuanto a la planta de Puerto Montt, por razones topográficas y de ubicación, no hay duda que conviene instalar un grupo a vapor de 2,500 KW.

La línea de interconexión de Temuco a Valdivia y de Osorno a Puerto Montt serían ambas de 66 KV o 44 KV. y de un solo circuito sobre postación de madera.

La solución definitiva debe estar basada en una sola planta hidráulica de capacidad suficiente para atender todos los consumos durante un largo período de años, y en la interconexión a 110 KV o más, entre Osorno y Valdivia, pasando por La Unión. Esta solución, en cuanto a la generación de energía, puede buscarse, de acuerdo con los antecedentes que existen, en dos ubicaciones distintas, de las cuales la primera es la denominada Huilo Huilo, y que consiste en aprovechar las aguas de los lagos Pirehueico y Panguipulli, necesitándose una línea de transmisión hasta Valdivia, de 120 Kms. de largo.

La otra solución consiste en aprovechar el desnivel existente entre los lagos Puyehue y Rupanco, construyendo entre ambos un canal, y dando salida así, al actual río Pilmaiquén, por el río Rahue. Esta solución permite, conjuntamente, regularizar el río Rahue y mejorar su navegabilidad, desde Osorno hasta su confluencia con el río Bueno. La energía debe transmitirse a Osorno por una línea de alrededor de 60 Kms. de largo.

La elección entre estas dos ubicaciones depende de estudios que hasta la fecha no se han terminado, pero el costo de cualquiera de las dos soluciones parece ser equivalente, y como la línea de interconexión es necesaria en todo caso, puede adoptarse cualquiera de las dos soluciones para los efectos de determinar la inversión necesaria, con la seguridad de que, en todo caso, la línea que llegue a Valdivia debe tener 110 KV o más, pues, de otro modo, no podría asegurarse la alimentación de la línea a Temuco. También, debe considerarse la resolución que se adopte respecto de la usina

siderúrgica de Valdivia, cuyo consumo se ha considerado sólo parcialmente en este estudio. En todo caso las inversiones que siguen, incluyen la línea de 44 a 66 KV desde Valdivia a Corral, y la línea de interconexión entre Valdivia-La Unión y Osorno, de 110 KV o más; ambas de doble circuito en torres de acero.

El presupuesto de inversiones es el siguiente:

<u>AÑO</u>	<u>Inversiones</u>
1940	\$ 50.100,000
1943	9.000,000
1945	137.000,000
1948	59.000,000
 TOTAL	 <u>\$ 255.100,000</u>

IX d) RESUMEN DEL PLAN Y PRESUPUESTO.

Los cuadros anexos indican las inversiones año por año para cada una de las zonas y el resumen general de ellas.

En líneas generales, este plan consiste en dos etapas de carácter esencialmente distinto entre sí y para cada zona. La primera etapa está consultada para desarrollarse en los años 1940 a 1945, aún cuando sus inversiones han sido consultadas para los años 1940 a 1943 inclusive, y consiste, en las zonas Norte y Central en aumentar a la mayor brevedad la potencia eléctrica disponible para evitar una paralización en el desarrollo industrial y minero del país. En la zona Sur, esta etapa es de preparación y mejoramiento de las actuales instalaciones, y de estudios definitivos para preparar la segunda etapa, que es propiamente hablando, la de fomento de la producción en esta zona. El valor de las inversiones consultadas en esta primera etapa asciende a:

<u>AÑO</u>	<u>Inversiones</u>
1940	\$ 98.100,000
1941	148.400,000
1942	94.700,000
1943	71.000,000
 TOTAL	 <u>\$ 412.200,000</u>

La segunda etapa, para las zonas Norte y Central, consulta ensanches adecuados para las necesidades, de acuerdo con el crecimiento previsto, y para la zona Sur consulta la construcción de plantas hidráulicas que puedan servir ampliamente a un intenso desarrollo industrial que deberá haber sido preparado durante la primera etapa por los ensanches de plantas efectuadas. Las inversiones consultadas para la segunda etapa son:

<u>AÑO</u>	<u>Inversiones</u>
1944	\$ 66.000,000
1945	117.600,000
1946	148.000,000
1947	48.800,000
1948	52.000,000
1949	71.000,000
1950	19.000,000
TOTAL ..	\$ 522.400,000

Como se ha expresado anteriormente, en la zona Sur apenas se ha iniciado el desarrollo de la industria eléctrica y, siendo la zona más adecuada para una intensa actividad industrial, es natural que requiera inversiones de importancia. Creemos que esto explica la aparente contradicción de que se invierta en esta zona tanto como en la zona Central, contradicción que es sólo aparente ya que en ambas la población por servir es una proporción muy semejante de la población total del país (37% en zona Sur y 43% en zona Central).

* * *

En los cuadros resúmenes adjuntos detallamos:

Cuadro Resumen N.º I.—Plan de Electrificación—Distribución de las Inversiones por años y por Zonas, y totales parciales y acumulados (1940-1950).

Cuadro Resumen N.º II.—Zona Norte.

Cuadro Resumen N.º III.—Zona Central.

Cuadro Resumen N.º IV.—Zona Sur.

X. CONCLUSIONES

Antes de resumir en conclusiones el presente estudio, debemos advertir que nuestro punto de vista no es sólo el de suministrar a las industrias energía abundante y a bajo costo, ya que esto, en el valor de la producción industrial, es una proporción relativamente baja del costo de la producción manufacturera. Tampoco creemos que la instalación de las centrales de fuerza baste por sí sola para crear la industria manufacturera. Nuestro estudio parte de la base de que el país seguirá en los próximos años un proceso de industrialización semejante al desarrollado en los Estados Unidos, Alemania, Inglaterra y otros países en los últimos cincuenta años, ya que, al no hacerlo, ello significaría la estagnación en un standard de vida inferior al que corresponde a la aspiración natural de un país sometido al régimen de instrucción obligatoria. Siendo, precisamente, de la falta de paralelismo entre educación y standard de vida de donde nacen las perturbaciones sociales, el mejoramiento del standard de vida pasa a ser una necesidad inevitable de protección social.

Desgraciadamente, el análisis ya efectuado entre los recursos de energía y el grado de industrialización, demuestra que este último es dependiente del primero, ya que la cantidad de producción industrial depende más de la energía mecánica disponible (HP instalados o aprovechables) que de la población y demás factores que intervienen en ella.

No nos preocupa, por consiguiente, tanto el costo de la energía como la posibilidad de obtenerla. Como se sabe, no existe petróleo, al menos en forma aprovechable de inmediato, ni tampoco disponemos de divisas para importarlo. La producción de carbón estará limitada por algunos años y, finalmente, las compañías productoras de electricidad se encuentran ante la imposibilidad de obtener capitales en el mercado nacional y extranjero.

El problema es, por consiguiente, de una gravedad innegable y exige la atención del Estado por la misma razón que esta atención se ha dispensado ya a otros problemas de mucha menor importancia, económica y social.

La Comisión ha estimado la demanda de energía en los próximos diez años, insinuado los medios de satisfacerla y estimado también su costo en 930 millones de pesos en diez años.

Parece evidente que las empresas privadas, con tarifas controladas y aplicadas en un régimen de moneda decreciente, no estarán en situación de obtener todos los capitales necesarios ni dentro ni fuera del país. El Estado, por consiguiente, deberá complementar o suplir las deficiencias del capital privado, utilizando para ello su mayor facilidad de crédito.

No entra en el programa de esta Comisión insinuar el financiamiento del plan que se propone ya que ello, lógicamente, corresponde a la dirección de Hacienda Pública, la cual debe seleccionar, entre diversos órdenes de gastos, tanto ordinarios como extraordinarios, cuales deben ser preferidos dentro del concepto económico que inspire la política gubernativa. Por tal motivo nos hemos limitado, simplemente, a determinar el consumo probable inmediato de energía, las disponibilidades y el costo de las obras necesarias para igualar tales disponibilidades al consumo.

La Comisión no se ha pronunciado sobre la capacidad material, técnica y administrativa del país para realizar el plan en el plazo mencionado. Se ha limitado únicamente a exponer las necesidades efectivas y los medios teóricos para satisfacerlas. Correspondería al Gobierno, por intermedio de las reparticiones públicas correspondientes, estudiar la posibilidad práctica de su realización dentro de dicho plazo.

Anotamos, a continuación, las conclusiones recomendadas:

- 1.° El mejoramiento del standard de vida del país sólo puede obtenerse por medio del aumento de la producción en general y, especialmente, de la producción industrial de consumos internos, ya que ésta no se encuentra limitada por los mercados exteriores.
- 2.° El desarrollo de la producción industrial es dependiente de la producción de energía, ya que, como lo demuestran las estadísticas de 50 años en los Estados Unidos, la producción industrial puede llegar a crecer en 10 veces con un aumento de población de dos veces, pero ello exige un aumento de 9 veces en la potencia motriz instalada.

- 3.º El consumo de energía en Chile solo puede atenderse con la extracción de carbón y la producción de energía hidroeléctrica, ya que el consumo de petróleo exige el empleo de divisas extranjeras que el país requiere para otras importaciones, no reemplazables por productos nacionales.
- 4.º El consumo de carbón, con el ritmo de crecimiento actual, alcanzará dentro de 15 años a 4 millones de toneladas, lo cual requiere una inversión inmediata de 200 millones de pesos en ampliación de las actuales instalaciones.
- 5.º El consumo de energía eléctrica en plantas de servicio público exigirá en 1950 una potencia instalada adicional de 266,000 KW sobre la capacidad de las actuales plantas y de las que se encuentran en construcción o ya financiadas, capacidad que suma 250,000 KW.
- 6.º Para abastecer el consumo probable y evitar de ese modo la paralización del desarrollo industrial del país, es de extrema urgencia iniciar desde luego la construcción de nuevas plantas hidroeléctricas, ya que no conviene a la economía nacional agotar prematuramente sus escasas reservas de carbón. Con este fin se ha preparado las líneas generales de un plan de electrificación destinado, además, al fomento industrial y cuya realización requerirá una inversión de \$ 935.000,000 en plantas y líneas primarias de transmisión, aparte de las sumas necesarias para el refuerzos, extensión y transformación de las líneas secundarias y de distribución existentes.
- 7.º La cuantía de las inversiones requeridas para el plan de electrificación y la necesidad de considerar estas inversiones como un medio de fomento de la producción industrial, indican que ellas no pueden esperarse solamente de la iniciativa privada y que deben ser afrontadas conjuntamente por el Estado y por las empresas particulares.

RAÚL SIMON
Presidente de la Comisión.

JOSÉ LUIS CLARO
MANUEL OSSA

REINALDO HARNECKER
JULIO SANTA MARÍA
EDUARDO REYES COX.

AGUSTÍN HUNEEUS
RICARDO SIMPSON

RESUMEN GENERAL CUADRO N.º I.
PLAN DE ELECTRIFICACION. DISTRIBUCION DE LAS INVERSIONES

	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	Totales
Zona Norte.....	3,000,000	2,000,000	1,500,000	1,000,000	.....	.....	1,000,000	3,000,000	2,000,000	.....	.....	13,500,000
Zona Central....	61,000,000	110,000,000	72,000,000	65,000,000	6,000,000	25,000,000	49,000,000	31,000,000	20,000,000	21,000,000	.....	460,000,000
Zona Sur.....	34,100,000	36,400,000	21,200,000	5,000,000	60,000,000	92,600,000	98,000,000	14,800,000	30,000,000	50,000,000	19,000,000	461,100,000
Totales	98,100,000	148,400,000	94,700,000	71,000,000	66,000,000	117,600,000	148,000,000	48,800,000	53,000,000	71,000,000	19,000,000	934,600,000
TOTALES ADJ- MULADOS	98,100,000	246,500,000	341,200,000	412,200,000	478,200,000	595,800,000	743,800,000	792,600,000	844,600,000	915,600,000	934,600,000	

ZONA NORTE. CUADRO N.º II.

PLAN DE ELECTRIFICACION. DISTRIBUCION DE INVERSIONES

	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	Totales
Créditos a empre- sas existentes para ensanchar y mejoramen- tos	1,000,000	1,000,000	.....	.....	.....	.....	1,000,000	1,000,000	.....	.....	.....	4,000,000
Plantas nuevas de Ovalls y Sarria a Coquimbo ..	2,000,000	1,000,000	1,500,000	1,000,000	.....	.....	.....	2,000,000	2,000,000	.....	.....	9,500,000
Total	3,000,000	2,000,000	1,500,000	1,000,000	.....	.....	1,000,000	3,000,000	2,000,000	.....	.....	13,500,000

ZONA CENTRAL CUADRON.º III.
PLAN DE ELECTRIFICACION. DISTRIBUCION DE INVERSIONES

	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	Totales
I												
1 a 2 Planta Maipo Bajo.....	60.000,000	100.000,000	60.000,000	59.000,000	....	13.000,000	13.000,000	....	....	....	....	305.000,000
3 Planta sobre el cucheto Lag Negra.....	....	....	....	....	....	....	10.000,000	21.000,000	....	....	....	31.000,000
4 Planta a vapor en Laguna Verde.....	....	....	....	....	....	....	....	....	20.000,000	21.000,000	....	41.000,000
II												
1 Línea Maipo Bajo Florida.....	....	8.000,000	8.000,000	....	....	....	....	....	....	....	....	16.000,000
2 Línea Melipilla Mullico.....	....	....	2.000,000	....	....	....	....	....	....	....	....	2.000,000
3 Línea Maipo Bajo S. Antonio.....	1.000,000	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	1.000,000
4 Línea Cachapoal Talca.....	....	....	....	6.000,000	6.000,000	....	....	....	....	....	....	12.000,000
5 Línea Maipo Bajo - San Fernando.....	....	....	....	....	....	12.000,000	12.000,000	....	....	....	....	24.000,000
6 Línea San Fernando-Talca.....	....	....	....	....	....	....	7.000,000	7.000,000	....	....	....	14.000,000
7 Líneas p. plantas acued L. Negra.....	....	....	....	....	....	....	3.000,000	....	....	....	....	3.000,000
III												
1 Subestación Maipo.....	....	2.000,000	2.000,000	....	....	....	....	....	....	....	....	4.000,000
2 Subestación San Fernando.....	....	....	....	....	....	....	2.000,000	....	....	....	....	2.000,000
3 Subestación Curicó.....	....	....	....	....	....	....	2.000,000	....	....	....	....	2.000,000
4 Subestación Talca.....	....	....	....	....	....	....	....	3.000,000	....	....	....	3.000,000
TOTAL EN	100.000,000	110.000,000	70.000,000	65.000,000	60.000,000	35.000,000	40.000,000	31.000,000	20.000,000	21.000,000	....	460.000.000

ZONA SUR. CUADRO N.º IV
PLAN DE ELECTRIFICACION. DISTRIBUCION DE INVERSIONES

	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	Totales
Sección Linares-Victoria												
Planta nueva en Chillán 3,000 KW	2,800,000	2,000,000	....	....	....	....	....	....	....	....	....	4,800,000
Línea Linares - Chillán Buñes y S. E.	2,000,000	4,600,000	....	....	....	....	....	....	....	....	....	6,600,000
Planta 10,000 KW en Lota	6,000,000	6,000,000	6,000,000	....	....	....	....	....	....	....	....	18,000,000
Línea Lota-Concepción .....	....	....	3,200,000	....	....	....	....	....	....	....	....	3,200,000
Línea Buñes - L. Angol .....	....	....	....	....	....	1,000,000	1,000,000	1,700,000	....	....	....	3,700,000
Planta hidráulica Rábida o Laja .....	....	....	....	....	30,000,000	30,000,000	30,000,000	13,100,000	....	....	....	103,100,000
Ensayos planta hidráulica .....	....	....	....	....	....	....	....	....	30,000,000	30,000,000	....	60,000,000
Refuerzos y otros	2,000,000	....	2,000,000	....	....	2,600,000	....	....	....	....	....	6,600,000
	12,800,000	12,600,000	11,200,000	....	30,000,000	33,600,000	31,000,000	14,800,000	30,000,000	30,000,000	....	206,000,000

ZONA SUR. CUADRO N.º IV (Continuación)

	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	Totales
Sector Tinguirica-Puerto Montt												
Planta Temuco, 3,300 KW....	3,300,000	3,300,000	....	....	....	....	....	....	....	....	....	\$ 6,600,000
Planta Osorno, 5,000 KW....	5,000,000	4,000,000	....	....	....	....	....	....	....	....	....	9,000,000
Planta Valdivia, 5,000 KW....	....	4,000,000	5,000,000	....	....	....	....	....	....	....	....	9,000,000
Planta P. Montt, 3,000 KW....	3,000,000	2,500,000	....	....	....	....	....	....	....	....	....	5,500,000
Línea Temuco-Máfil y Osorno												
Puerto Montt, 44 KV....	5,000,000	5,000,000	5,000,000	5,000,000	....	....	....	....	....	....	....	20,000,000
Ensamble planta Valdivia, 5,000 KW....	....	....	....	....	....	4,000,000	5,000,000	....	....	....	....	9,000,000
Planta H. E. (Puyehue o Hualto Huilo) 50,000 KW....	....	....	....	....	30,000,000	30,000,000	40,000,000	....	....	....	....	100,000,000
Línea y S. E. 110 KV....	....	....	....	....	....	20,000,000	17,000,000	....	....	....	....	37,000,000
Ensamble planta hidroeléctrica 25,000 KW....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	20,000,000	12,000,000	32,000,000
Línea a Corral y S. E....	5,000,000	5,000,000	....	....	....	5,000,000	5,000,000	....	....	....	6,000,000	6,000,000
Refuerzos y otros	21,300,000	23,800,000	10,000,000	5,000,000	30,000,000	59,000,000	67,000,000	....	....	20,000,000	19,000,000	255,100,000
TOTALES.....	34,100,000	36,400,000	21,000,000	5,000,000	60,000,000	92,600,000	98,000,000	14,800,000	30,000,000	50,000,000	19,000,000	461,100,000

Gráfico N.º 1

FLAN DE ELECTRIFICACION

E. U. DE A.—EMPRESAS DE SERVICIO PUBLICO ELECTRICO

POTENCIAS INSTALADAS Y ENERGÍA PRODUCIDA, 1912 ▲ 1937

Kwh. producidos 1912/1937, incremento 8,5% anual

Potencia instalada " " 7,9% " "

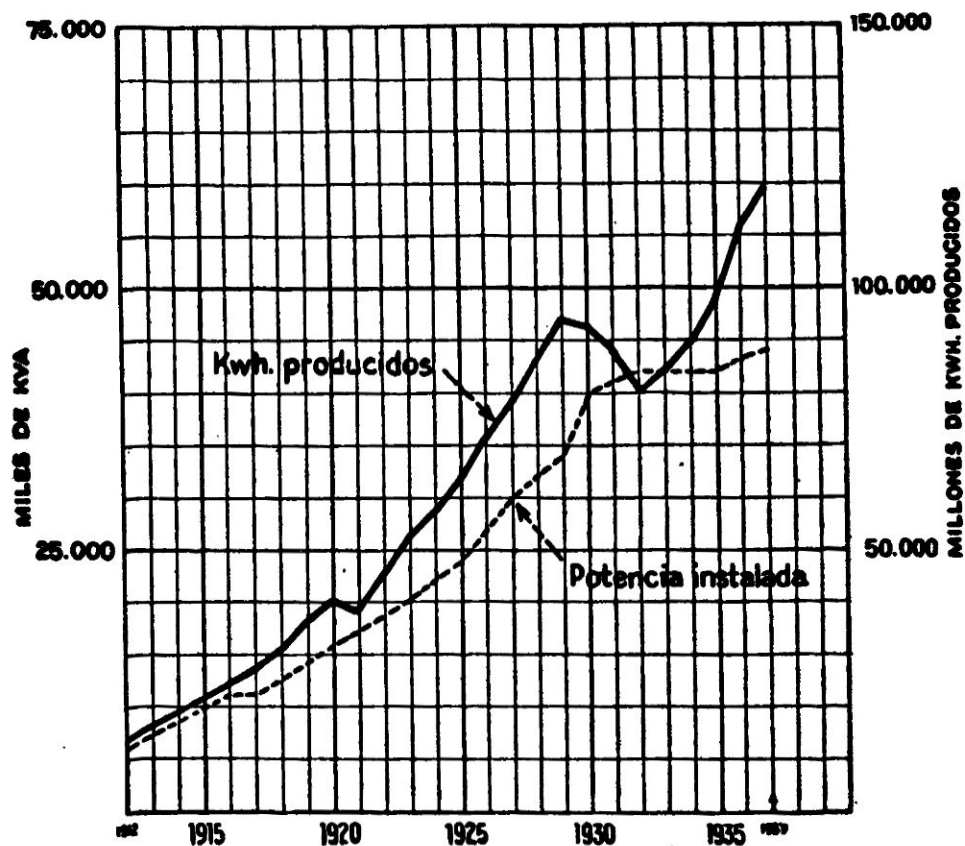


Gráfico N.º 2

PLAN DE ELECTRIFICACION

ZONA SERVIDA POR LA CÍA, CHILENA DE ELECTRICIDAD LIMITADA

Demandas máximas anuales instantáneas

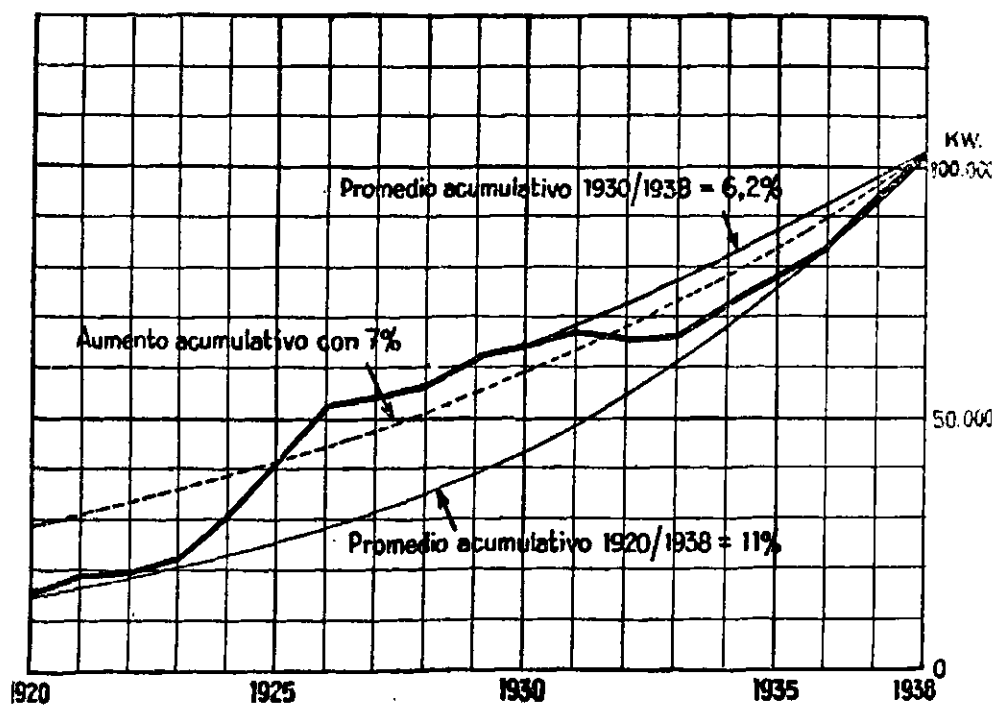


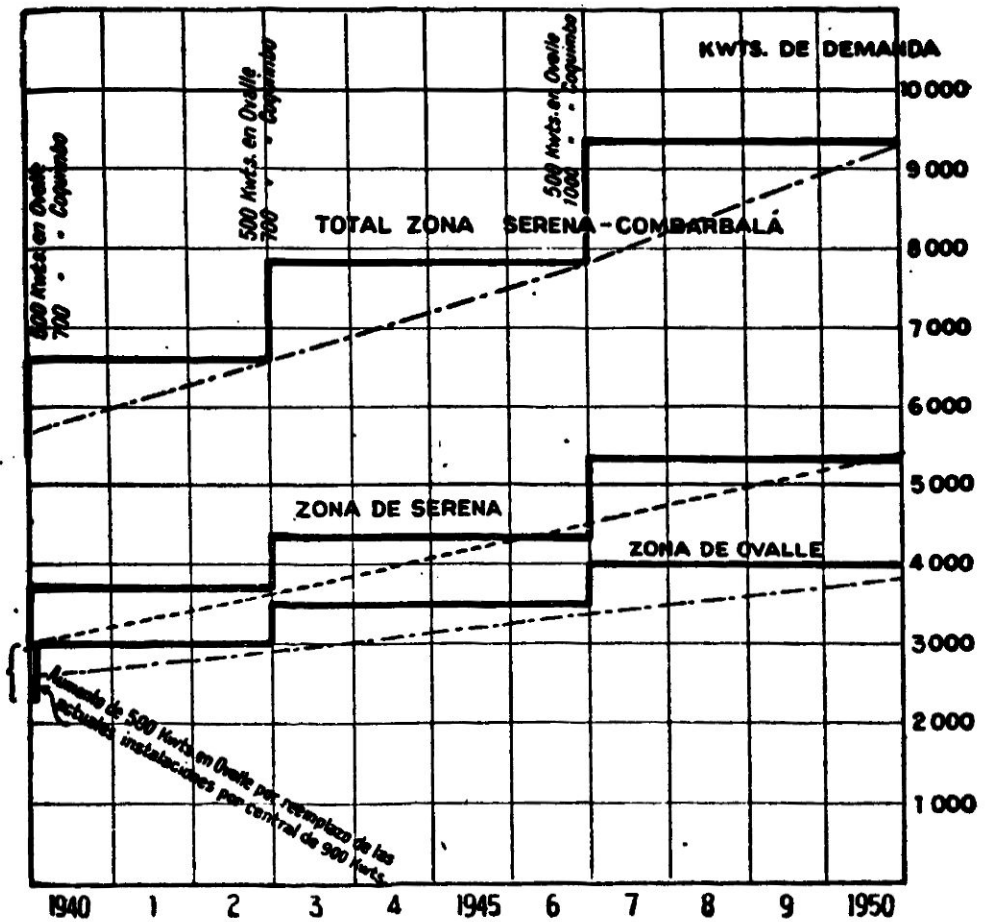
Gráfico N.º 3

PLAN DE ELECTRIFICACION

ZONA NORTE.—OVALLE Y SERENA

Previsión de demandas máximas y plantas por instalar

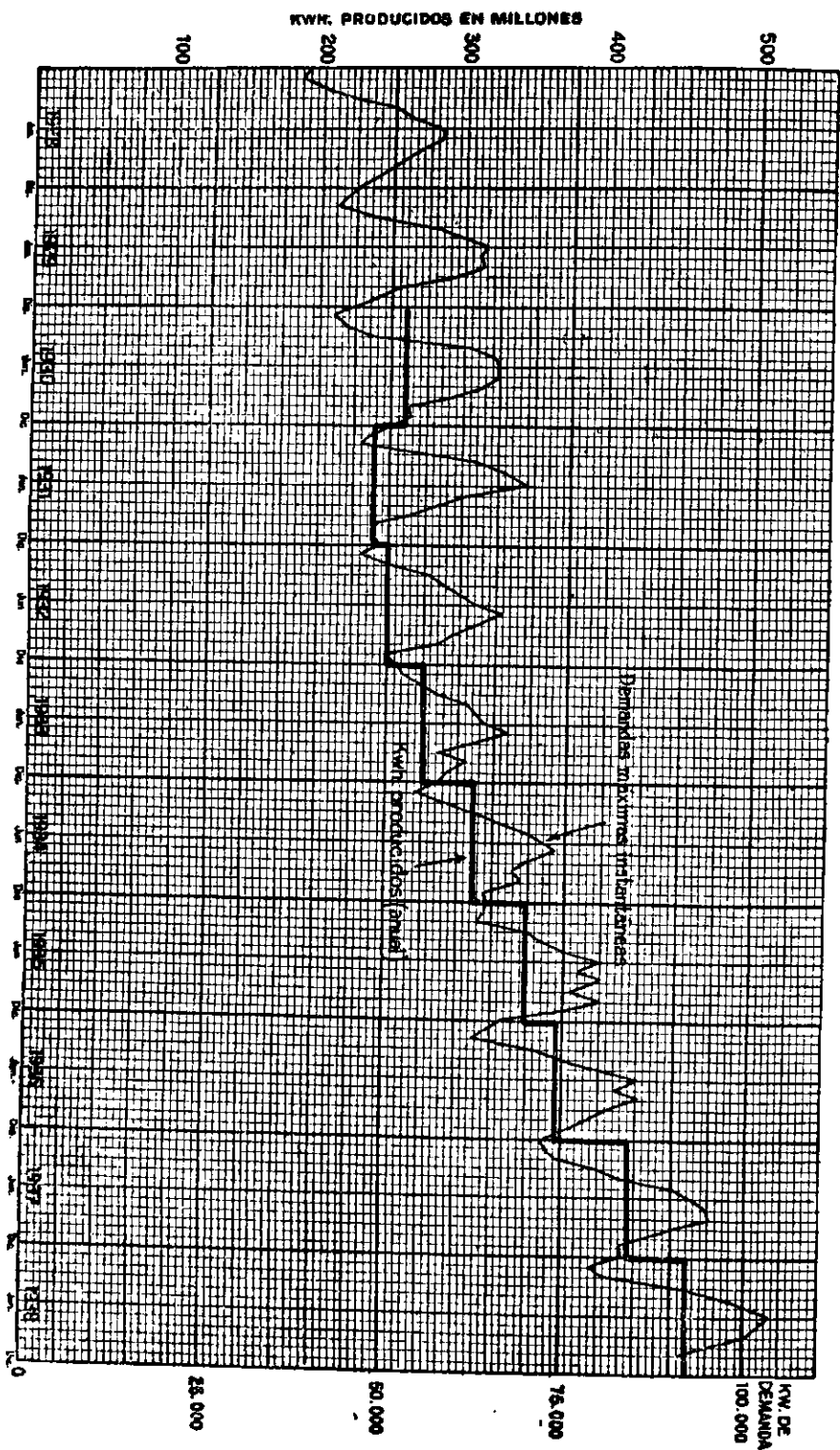
Potencia instalada ——— Demandas máximas - - - - -



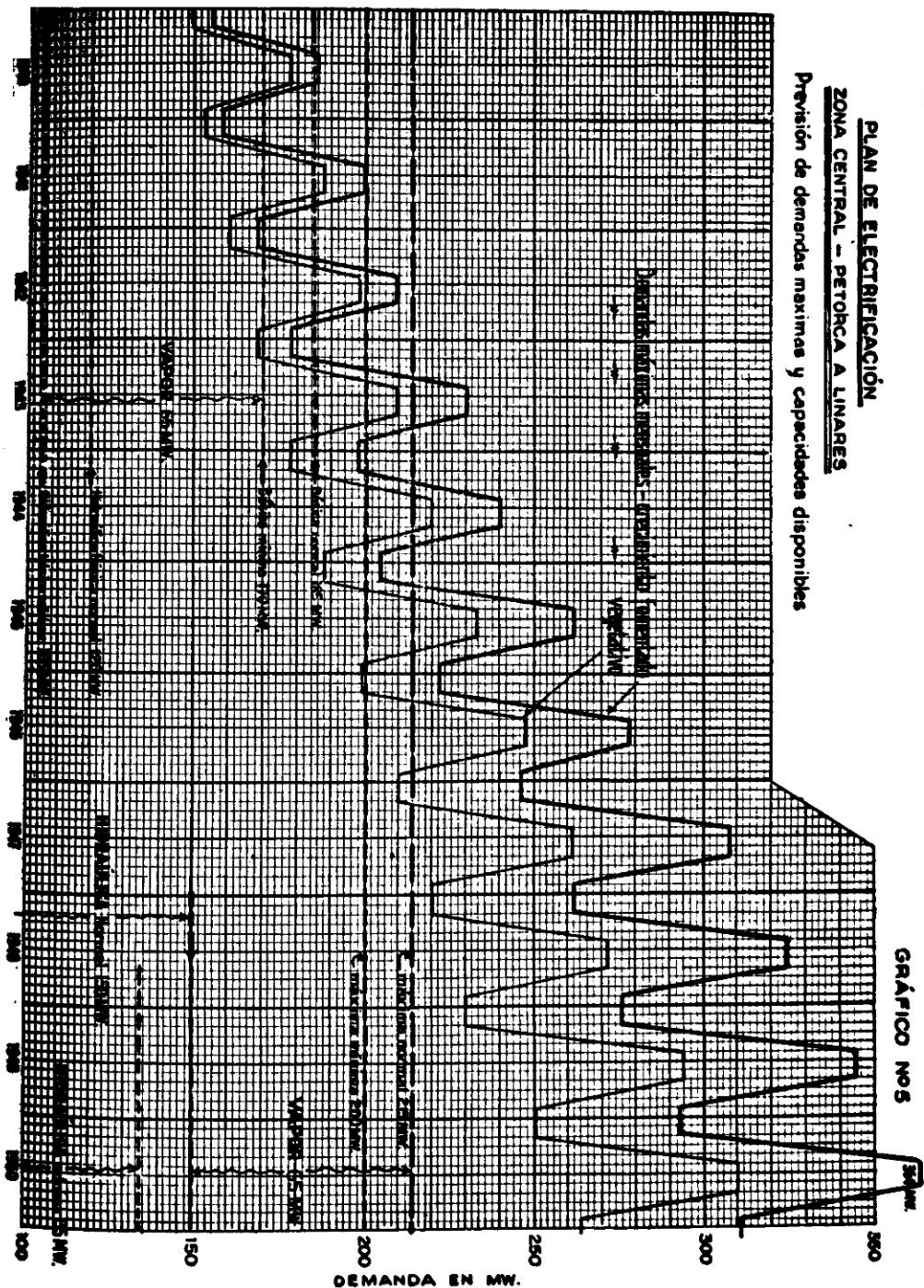
PLAN DE ELECTRIFICACION

CIA. CHILENA DE ELECTRICIDAD LTDA.

Demandas máximas mensuales instantáneas y producción de energía, 1926/1938



PLAN DE ELECTRIFICACIÓN
ZONA CENTRAL - PETORCA A LINARES
 Previsión de demandas máximas y capacidades disponibles



PLAN DE ELECTRIFICACIÓN
ZONA CENTRAL - PETORCA A LINARES - **RÉGIMEN DE EXPLOTACIÓN**
CONSUMO FOMENTADO - REPARTICIÓN DE LAS DEMANDAS.

GRÁFICO NO. 6

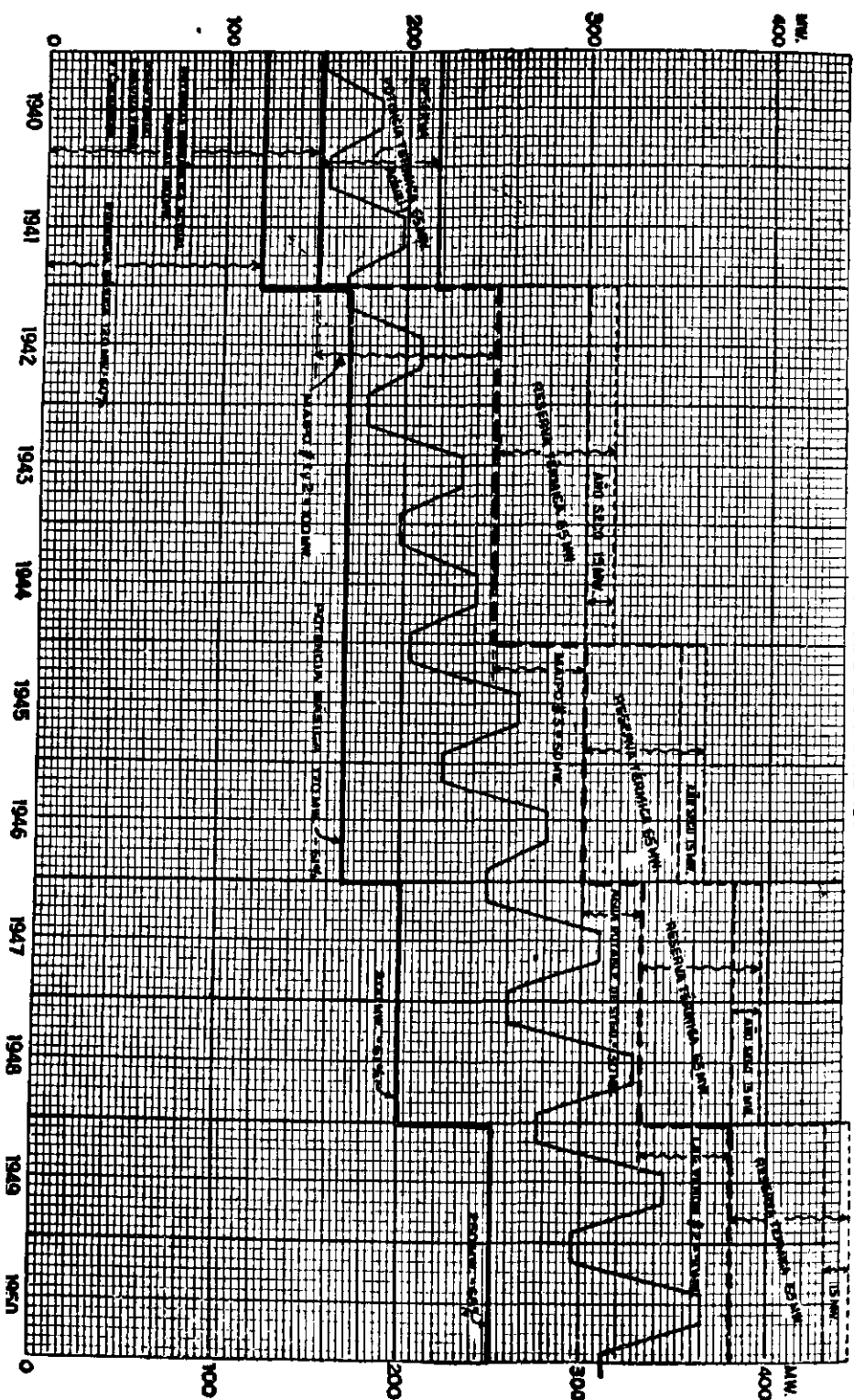


Gráfico N.º 7

PLAN DE ELECTRIFICACION
ZONA CENTRAL.—PETORCA A LINARES
REGIMEN DE EXPLOTACION

Repartición de la producción de energía (millones de Kwh.)

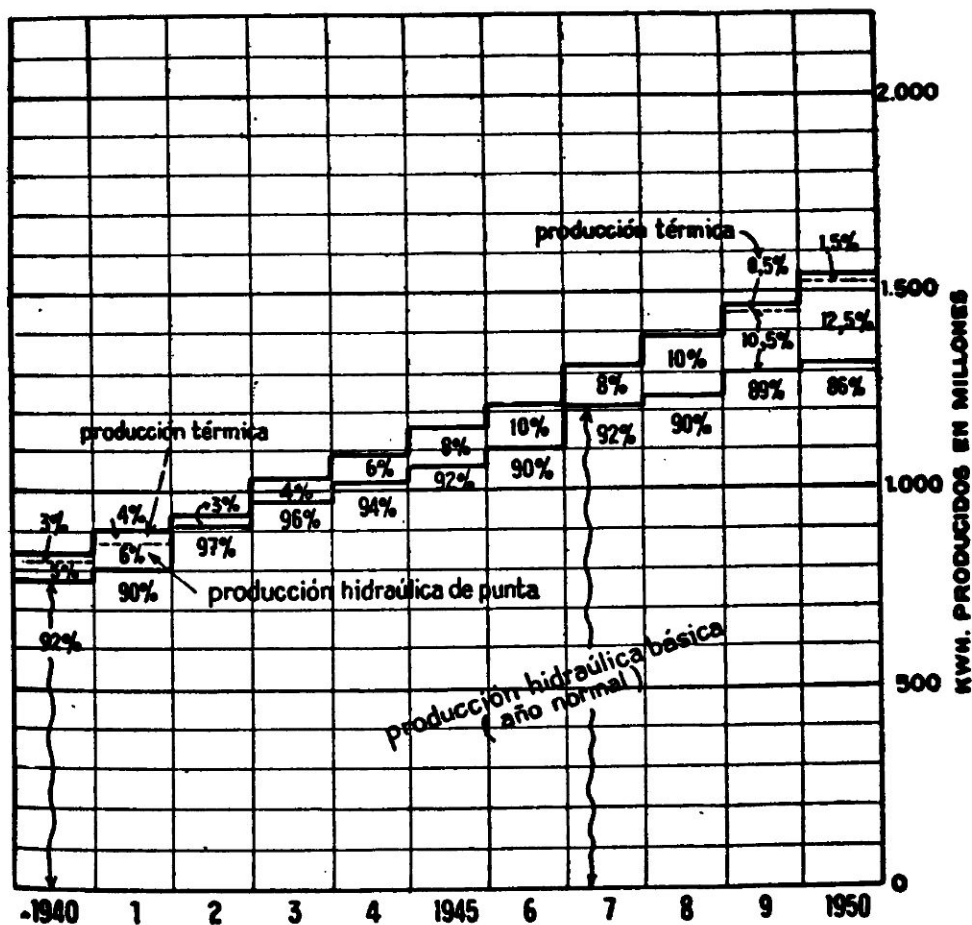


Gráfico N.º 8

PLAN DE ELECTRIFICACION
ZONA SUR.—LINARES A VICTORIA
Previsión de demandas máximas y plantas por instalar

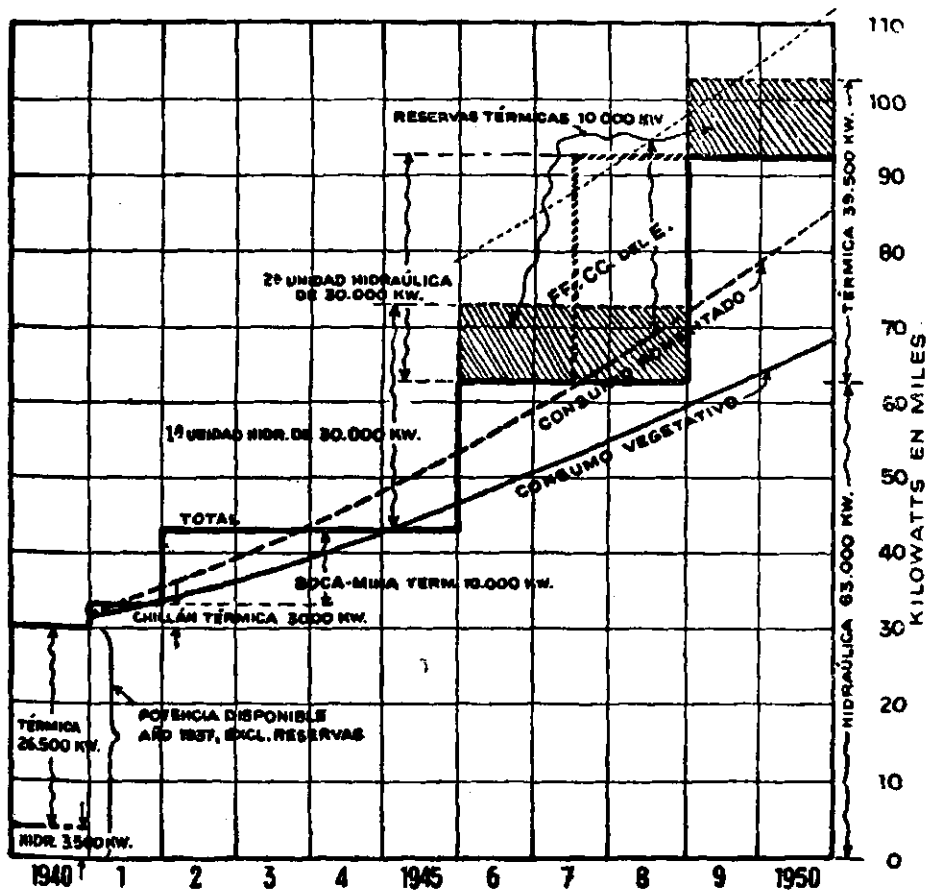


Gráfico N.º 9

PLAN DE ELECTRIFICACIÓN
ZONA SUR.—TEMUCO A PUERTO MONTT
Previsión de demandas máximas y plantas por instalar

