

PLAN DE ELECTRIFICACION DEL PAIS

SEGUNDA PUBLICACION



ENDESA NACIONAL DE ELECTRICIDAD S.A.
ENDESA

CHILE

Capitulo I

BREVE HISTORIA DE LA ENERGIA

1. La energia y la vida humana.

La historia de la humanidad, desde sus albores, no puede exponerse sin tomar en cuenta el desarrollo de la técnica. Mientras más amplio es el dominio que el hombre va adquiriendo sobre la naturaleza, mayor es el progreso de la civilización. Desde los tiempos primitivos, cuando dependía totalmente del clima y de las demás condiciones del lugar en que vivía, hasta la actualidad, la historia es sólo la lucha constante del hombre para encontrar los medios más eficientes a fin de satisfacer sus necesidades primarias y aquellos otros necesarios para materializar sus aspiraciones, necesidades y aspiraciones que el desarrollo de la humanidad ha convertido en esenciales.

El primer gran invento tendiente a este fin fué, sin duda, el lenguaje articulado, que creó las condiciones requeridas para que la solidaridad de la especie humana fuera más desarrollada que en cualquier otro grupo viviente. El lenguaje permitió que los hombres formaran alianzas y establecieran la cooperación necesaria para la realización de objetivos comunes y tradiciones para afianzar los progresos alcanzados por los primeros núcleos.

Mientras el individuo, la familia o el grupo sólo alcanzaron a producir bienes para satisfacer las necesidades más primordiales de la comunidad, la vida de la gran mayoría de los hombres podía considerarse apenas como ligeramente superior a la de los seres irracionales. El progreso de los grupos humanos ha sido posible gracias al perfeccionamiento de las herramientas y métodos que desarrollaron para aumentar la producción dependiente de sus esfuerzos. Esta afirmación, que tiene valor en su totalidad, es particularmente cierta en aquello que constituye la exigencia primaria para la existencia del ser humano: la alimentación.

"El hombre es el único entre todos los seres que ha logrado hacerse dueño "y señor de la producción de sus propios alimentos, pre-estableciéndola, planifi"cándola y cubriendo no sólo sus necesidades del momento sino instituyendo ga"rantías sobre el porvenir, previniéndolo y sobrepasando sus exigencias inmediatas
"con una capacidad productiva que, en circunstancias normales y gracias a la
"máquinas y a la aplicación de los modernos métodos científicos a la agricultura,
"es muy superior a sus posibilidades de consumo" (1).

⁽¹⁾ Ramón Prieto: "Historia de la Industria".

"Cuando estas condiciones no se realizan, en regiones de muy bajo standard de vida, las relaciones entre el hombre y su ambiente se transforman en una "mera lucha de supervivencia, desapareciendo todo esfuerzo a largo plazo que signifique un mejoramiento futuro de las condiciones de vida. La alimentación es
una necesidad primordial; si es necesario, todo el trabajo humano será consumido en obtenerla. Mientras menor esfuerzo se gaste en conseguir esta alimentación, más tiempo tendrá disponible la población para poder producir otros
bienes que puedan formar una civilización próspera y progresista" (2).

Las bases fundamentales sobre las cuales se apoya el aumento de producción de los grupos humanos han sido clasificadas en tres etapas:

- a) El uso de las herramientas y los resultados obtenidos de la especialización de su uso;
- b) El empleo de la energía exterior, es decir, de la energía que es independiente de la fuerza humana;
 - c) Los métodos científicos aplicados a la técnica de la producción.

Estas etapas de la evolución de la civilización humana pueden sintetizarse como sigue: la primera corresponde a la liberación del hombre de la vida cavernaria, cuando usó herramientas y descubrió la importancia de los efectos producidos por la energía. El aprovechamiento de masas o pesos y el uso del garrote fueron, tal vez, las primeras manifestaciones resultantes del aprovechamiento de la energía potencial de la gravedad y de la aplicación de la energía cinética.

En la etapa siguiente, el hombre comenzó a usar, en su provecho, la energía exterior en su forma mecánica, tanto por medio del choque de masas, como por el empleo de las ruedas elementales de capachos para elevar agua. Esta etapa se extiende a diversos períodos del desarrollo de la civilización humana, hasta alrededor del año 1000. El hombre progresó lentamente durante ese tiempo al descubrir herramientas y su uso, al prevenir sus necesidades y al armonizar sus actividades en un desarrollo continuo. Esto le permitió acumular esfuerzos correspondientes al trabajo realizado y producir más que las necesidades de consumo inmediato. Acumuló esos esfuerzos en forma de habitaciones, vestidos, medios de labranza y transporte, animales domésticos y acopio de alimentos.

En la tercera etapa de la civilización, que cubre la evolución de la técnica en los últimos 1000 años, pueden distinguirse tres períodos, que por un símil arqueológico se han designado por eotécnico, paleotécnico y neotécnico. Cada uno de ellos se caracteriza por el aprovechamiento de un tipo determinado de materiales y, sobre todo, por la utilización de diferentes recursos de energía.

El período eotécnico, que se extiende desde el año 1000 hasta el 1750, es la época de la madera, del agua y del viento. Las características más esenciales de este período fueron, sin duda, el desarrollo del método experimental científico, del laboratorio y de la universidad. También en este período, la civilización occidental inventó y descubrió varios elementos esenciales. Estos fueron el reloj y los conceptos del tiempo y del espacio, como parte de un mundo independiente exterior, con su interpretación de la perspectiva, del movimiento uniforme y de la velocidad. La aceleración sólo apareció como concepto matemático al final del período. Durante este lapso aparecieron inventos capitales como:

⁽²⁾ Revista "Busines Conditions Weekly".

la imprenta, que impulsó en forma insospechada el avance de los conocimientos humanos al hacerlos independientes del tiempo y del lugar; las máquinas para producir papel; y el alto horno. Las fuentes principales de la energía exterior, durante ese período, fueron el agua y el viento.

Los esfuerzos del hombre para incrementar su capacidad de producción sólo rindieron, en un comienzo, débiles resultados. Sin embargo, posteriormente, el empleo de la energía exterior, para ahorrar tiempo en la elaboración de los artículos de consumo y en los transportes, multiplicó rápidamente su capacidad productora.

El período paleotécnico, que se extiende desde 1750 hasta 1900, se ha dado en llamar era mecánica. Las manifestaciones claras de este período aparecieron después de 1750, cuando el hombre aprovechó la energía térmica, por medio del uso del vapor de agua, y la energía química, en su utilización más importante que fué el uso de la pólvora. La civilización occidental sufrió una gradual evolución en sus costumbres, en sus espiraciones y en sus objetivos, la que permitió su adaptación parcial a la máquina en forma mucho más perfecta que otras civilizaciones que, sin embargo, conocieron con anterioridad los instrumentos esenciales de la tecnología moderna.

Se caracteriza el período paleotécnico por el empleo extensivo del carbón, como fuente de energía mecánica, y por el progreso considerable de los métodos para fundir los minerales de hierro y la consecuente introducción del acero como material de construcción.

Mientras el agua y el viento, fuentes principales de la energía externa de la fase eotécnica, no permitieron la concentración de la producción, el uso del carbón y el empleo de la máquina a vapor favorecieron poderosamente la concentración industrial en torno a las minas de carbón y tendieron hacia la organización de monopolios. Esto se vió ayudado con la conveniencia de aumentar la capacidad de la máquina a vapor, con el fin de reducir el costo de producción de la energía. Los factores indicados influyeron grandemente en las condiciones sociales de los obreros.

El aprovechamiento de la energía del carbón eliminó las limitaciones de orden geográfico y de clima que afectaban a las fuentes de energía aprovechadas durante el período eotécnico. El carbón pudo ser transportado y acumulado independientemente de las irregularidades de la lluvia y del viento. Esta característica de la energía del carbón y su empleo en cantidades enormes condujeron a considerar el tiempo como uno de los factores fundamentales de la producción. "La economía del tiempo se convirtió, entonces, en una parte importante de la economía del trabajo".

El período neotécnico, en pleno desarrollo en la actualidad, se caracteriza, entre otros hechos salientes, por la aplicación sistemática del método científico para la solución de los problemas técnicos y por el desarrollo del empleo de la electricidad. Esta nueva forma de utilización de la energía presenta la extraordinaria ventaja de poder ser generada a partir de todas las fuentes de energía hasta ahora aprovechadas y de muchas otras que se conocen en la actualidad, pero cuya utilización en escala industrial no se ha realizado todavía.

El hecho de que la electricidad constituye una forma de energía de muy fácil transporte, distribución y utilización, ha liberado a la gran industria de la necesidad de ubicarse en torno a las minas de carbón, lo que ha permitido la difusión industrial y el acceso de todos los productores a las fuentes de energía. Esto contribuirá a eliminar, en el futuro, las ventajas que, para el predominio industrial en el Mundo, poseían muchos países europeos y los Estados Unidos. En consecuencia, crea la posibilidad de desarrollo de los países de Sud-América y de Africa que, en general, están escasamente dotados de fuentes conocidas de carbón, pero generosamente provistos de energía hidráulica. Por otra parte, la electricidad, como medio para transportar y distribuir la energía, ha producido reformas substanciales en el régimen de trabajo de las fábricas y progresos de considerable importancia en materia social.

El período neotécnico se distingue, también, por el empleo de gran número de materiales nuevos, en particular de aleaciones de metales livianos y de materiales sintéticos. La cámara fotográfica, la válvula electrónica, los aparatos eléctricos de comunicación y otros inventos, que han permitido ampliar la percepción y la sensibilidad de los sentidos humanos, han aportado nuevos factores que mul-

tiplican prodigiosamente las condiciones naturales del hombre.

En el actual período neotécnico, el hombre ha logrado dominar y poner a su servicio los recursos naturales y la energía en casi todas sus formas. Quizás podrá cerrarse este lapso con el uso de la energía atómica, cuyo aprovechamiento significará un avance gigantesco en la evolución de la técnica.

El uso y aprovechamiento de los recursos naturales y de la energía han producido una enorme elevación del nivel de vida y de cultura del hombre, al proporcionarle una gran capacidad para progresar y también para satisfacer mejor sus deseos e instintos. Para apreciar esto último basta comparar el desarrollo que ha tenido la civilización occidental durante los últimos 50 años con respecto a los resultados que obtuvo el hombre durante el transcurso de los siglos que median desde el comienzo de dicha civilización hasta 1900.

En esta rápida revisión de la evolución de la técnica en el último milenio, hay un factor que predomina como elemento fundamental: la energía exterior. Mientras el hombre sólo dispuso de su propio esfuerzo como única fuente de energía, estuvo totalmente imposibilitado para realizar un trabajo que fuese suficiente para permitirle modificar en forma apreciable el ambiente en el cual vivía. Sólo cuando el campesino comenzó a utilizar la energía animal, su capacidad de producción logró, por primera vez, ampliarse en una proporción adecuada para iniciar el progreso. No cabe duda de que al comienzo del período eotécnico hubo dos aplicaciones fundamentales que permitieron un aumento gradual en la utilización de la energía animal. Fueron la herradura (siglo IX), que permitió el empleo del caballo en áreas no rurales y aumentó su poder de arrastre, y el arnés de la forma actual (que los chinos habían inventado 2000 años antes de Cristo), que permitió que los caballos tirasen del encuentro y no del cuello (siglo XII).

A lo largo del desarrollo de este período de 1000 años es fácil seguir los progresos materiales de los pueblos, de acuerdo con las fuentes de energía de que dispusieron. Primeramente, mientras fueron el agua y el viento los elementos que constituyeron los principales abastecimientos de ella, los progresos se desarrollaron en las inmediaciones de estos recursos que son intransportables. Así se expli-

ca, por ejemplo, entre otras razones, la civilización que se extendió, a partir del siglo XI, desde Flandes hasta el Elba. Hace 150 años un observador señaló que en Holanda había 12 000 molinos de viento, cuya potencia total, en un cálculo aproximado, puede hacerse subir a 50 000 cv. Después, durante el período paleotécnico, la existencia de grandes yacimientos de carbón justificó el considerable auge material de los países poseedores de este combustible. El primero fué Inglaterra, después Alemania y, en seguida, Estados Unidos. Por último, ya en el período neotécnico, la enorme facilidad de transporte de la energía, de que ahora se dispone, explica el rápido progreso de todos aquellos países que, de cualquier modo, han podido aumentar su producción de energía.

El desarrollo económico, reducido a su esencia, constituye la medida de la habilidad del hombre para controlar y aprovechar de la naturaleza. Hoy día se estima que "el control que los pueblos ejerzan sobre el ambiente natural que los "rodea, queda representado por el número de caballos hora por día y por habi"tante de que pueden disponer".

Cabe aquí recordar, para sintetizar la situación actual, lo expresado en 1936 en el libro "Política Eléctrica Chilena".

"El desarrollo de la vida, para el hombre civilizado, se basa hoy día en "obtener de la organización social, el máximo de satisfacciones para sus necesi-"dades vitales, sus deseos e instintos, con un mínimo de sacrificios, regulados por "el trabajo físico o intelectual. Este juego de las satisfacciones de la vida, desde "los detalles del hogar hasta las obras de defensa contra los rigores de la natu-"raleza, desde la obtención de los medios esenciales para la alimentación hasta "las satisfacciones más refinadas del paladar, desde los medios más elementales "hasta los más avanzados de la técnica moderna de las comunicaciones y de los "transportes, desde el cuidado médico de la vida y de la salud hasta los elementos "más poderosos de su conservación o destrucción, desde los medios más elemen-"tales de la industria y la agricultura hasta las más complejas organizaciones "para dichos trabajos, se basan en parte muy primordial en el consumo o utili-"zación de la energía eléctrica. Se puede afirmar que no hay actividad del hombre "civilizado y que no hay instante de su existencia que no estén sujetos directa "o indirectamente a la acción de la electricidad, que constituye, en consecuencia, "un servicio de extrema necesidad pública".

"De todas las formas de la energía, la eléctrica es una de las más útiles al "hombre, porque es el medio de obtenerla en las formas más variadas de inme"diato aprovechamiento, como luz, calor, fuerza motriz, acción química, mecánica,
"sonora, etc. Se deja aún transformar cuándo y dónde se desee. También, prác"ticamente, es la única forma de energía que se deja transportar económica"mente desde los centros de más apropiada generación hasta los puntos mismos
"de su consumo".

"La acción que su suministro ejerce sobre el hombre es de una importancia "social muy grande, por lo cual toda solución que tienda al mejoramiento de la "organización social de un país debe apoyarse, como en una de sus bases, sobre "la electrificación del mismo, el más fuerte estímulo para el lógico aprovecha-"miento consiguiente de sus recursos naturales. De allí que el suministro de la "energía debe considerarse como una función social preferente del Estado".

2. Consumo de energia exterior (1).

En la publicación realizada por el Departamento de Estado de Estados Unidos, a propósito del punto 4º de la Declaración del Presidente Truman, se clasifican los países del Mundo en tres grupos, de acuerdo con la renta nacional calculada para el año 1939.

Cuadro Nº 1

CLASIFICACION DE LOS PAISES SEGUN SU RENTA NACIONAL

Grupo	Superior	Medio	Inferior
Porcentaje de la población mundial	19%	16%	65%
Renta nacional per cápita, según cálculos para el año 1939 (término medio del grupo), en dólares.	461	154	41
Caballos-horas por día per cápita (término medio del grupo)	26,6	6,4	1,2

Si se acepta que el trabajo físico de un hombre, en condiciones normales, durante una jornada de 8 horas, equivale a 0,45 cvh, se puede observar que cada individuo de los países del grupo superior dispone de energía per cápita capaz de realizar el trabajo de 60 hombres, los del grupo medio sólo disponen del equivalente de 14 hombres, y los del grupo inferior de sólo 2,7 hombres.

De las cifras del cuadro Nº 1, que son valores medios de los grupos, se deduce que existe una relación clara entre las disponibilidades de energía y la renta nacional. De igual modo, es fácil establecer que en aquellos países en que el uso general de la electricidad se encuentra difundido, existe un completo paralelismo entre el consumo anual de energía eléctrica y el índice de la producción nacional bruta. Ejemplo representativo de esta afirmación es el gráfico Nº 1, que muestra la variación del índice anual de la producción total nacional y la producción de energía eléctrica en los Estados Unidos, de 1931 a 1945.

En los últimos 100 años el consumo de energía en el Mundo ha aumentado de manera prodigiosa. Así, de acuerdo con las equivalencias que se explicarán más adelante en esta publicación, el uso de la energía exterior, con exclusión de la energía animal, ha variado en la forma que se indica en el cuadro Nº 2.

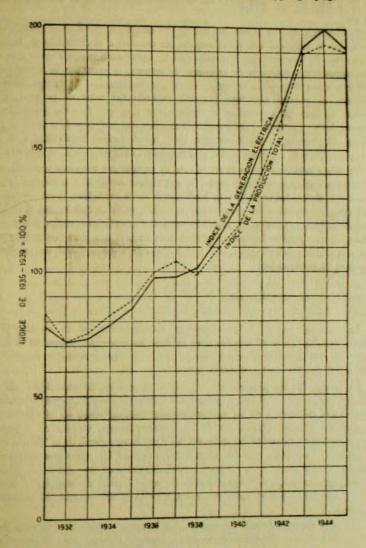
Cuadro N° 2
USO DE LA ENERGIA EXTERIOR EN EL MUNDO

Año	Millones de toneladas de carbón equivalente	Indice de aumento
1850	297	1.0
1875	558	1,9
1900	1 185	4,0
1913	1 861	6,3
1930	2 129	7,2
1936	2 339	7,9
1940	2 915	9,8
1947	2 295	7.7
1952	3 600	12,1

(1) Energía no desarrollada por la fuerza humana.

GRAFICO Nº 1.

VARIACION DEL INDICE ANUAL DE LA PRODUCCION TOTAL Y DEL DE LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA EN ESTADOS UNIDOS. DURANTE EL PERIODO 1931 a 1945.



Además, debe tenerse presente que, durante el mismo período de años, han aumentado los rendimientos de las máquinas que transforman la energía bruta en energía aprovechable, así como el de las máquinas actoras que utilizan esta energía en la producción de bienes de consumo. Por estas causas, las cifras del cuadro Nº 2 sólo reflejan una parte del verdadero aumento de la utilización de la energía.

Se vive hoy día en la era del uso de las máquinas, pero no es posible concebirlo, con la amplitud que ha alcanzado, sin considerar el desarrollo de la energía exterior. Es evidente que la producción ha aumentado muchas veces más que el correspondiente aumento de consumo de energía, a causa de la introducción de herramientas de producción cada vez más perfeccionadas. La energía en sí no constituye, en general, sino una pequeña fracción del valor de la producción, así como el agua en los cultivos agrícolas no es sino una fracción insignificante del costo de los productos; pero ambos elementos son indispensables para la producción. El primero, o sea la energía, tiene características económicas y es casi irreemplazable; y el segundo, o sea, el agua, como materia prima, es insustituíble.

No existe actividad humana en la cual la energía no adquiera cada día más y más importancia, como único medio de economizar esfuerzos y aumentar la producción per cápita. La energía es la justificación de la verdadera "paradoja económica" que sorprendió a los economistas y sociólogos de principios del siglo XX, al constatar que, gracias a los perfeccionamientos introducidos en los procesos de producción, era posible fabricar productos más baratos con materias primas más caras, con salarios más elevados, con menos horas de trabajo, y con mayores beneficios para la colectividad.

3. Formas de la energia exterior.

La energía, como se ha expresado anteriormente, es el auxiliar indispensable que ha tenido el hombre para realizar las diferentes etapas de la civilización. Es tan importante este elemento, que sirve como la mejor medida del grado de desarrollo de los diversos países.

La energía puede presentarse en diversas formas en la naturaleza: energía potencial, como ser la energía gravitacional que corresponde al aprovechamiento de las caídas de agua y de las mareas; energía cinética, como ser el movimiento del aire con el aprovechamiento de los vientos; energía térmica de radiación, que corresponde a la acción del calor del Sol y del calor interno de la Tierra; energía química, que actúa por los efectos del calor de las reacciones químicas o expansión de los gases, como ser en las combustiones y en las explosiones; energía eléctrica, que es de fácil transformación en otras formas de energía; y energía nuclear, que actúa por el calor proveniente de la transformación de la materia en energía.

De estas diversas formas de energía, en la etapa actual de desarrollo de la civilización humana, el hombre aprovecha y controla especialmente la proveniente de las reacciones químicas y de la energía eléctrica. Estas formas de energía constituyen las principales fuentes que ahora se usan prácticamente.

4. Fuentes de energia.

La energía tiene diferentes fuentes. Entre las más importantes están los combustibles, y entre éstos, el carbón, el petróleo y sus derivados, los gases naturales, la leña y los alcoholes. En general, las dos primeras son de enorme importancia, ya que se encuentran en abundancia, es posible su almacenamiento y transporte, y pueden usarse como fuente de energía en aparatos e instalaciones fijas o móviles.

Otra fuente importante de energía es el aprovechamiento de los recursos hidráulicos a fin de generar energía eléctrica. Esta puede producirse en grandes cantidades por medio de instalaciones económicas, transmitirse y distribuirse hasta llevarse a los puntos de consumo y a las máquinas de utilización. Presenta la ventaja de que puede transformarse en energía mecánica, química, térmica, radiante o magnética. La energía eléctrica presenta los inconvenientes de no poderse almacenar prácticamente, como producto elaborado, y de no poderse suministrar a máquinas o equipos móviles, excepto que exista una conexión de éstos con elementos fijos.

La energía proveniente de los vientos fué de importancia en otra época; la ha perdido especialmente por su inseguridad y por las cantidades limitadas que pueden obtenerse. Otras fuentes de energía, como las térmicas provenientes de la acción del Sol o del calor interno de la Tierra, tienen hasta ahora un aprovechamiento muy limitado.

La energía nuclear, que está aún en su etapa inicial de aprovechamiento, es fuente de grandes posibilidades, y su desarrollo para el futuro presenta perspectivas de enorme importancia, que seguramente harán variar en forma fundamental los programas de producción de energía en los diversos países del Mundo. El progreso para su utilización industrial presenta, hasta la actualidad, delicados problemas para su control y requiere cuantiosas inversiones.

En resumen, y a pesar de las posibilidades de la energía nuclear, el hombre se ve en la actualidad ante la necesidad de usar, como fuentes principales de energía, los combustibles y los recursos hidráulicos. El uso de los primeros significa su consumo y extinción, a medida que son extraídos de sus yacimientos. Es decir, se avanza hacia el agotamiento de ellos, pues no existe un proceso de recuperación que guarde relación con el consumo. Los recursos hidráulicos, por otra parte, tienen su origen en las precipitaciones atmosféricas de agua o nieve, que son fenómenos periódicos anuales causados por la energía radiante del Sol, de modo que su uso no significa agotamiento, ya que éstos presentan ciclos periódicos de recuperación. Ambas fuentes de energía, los combustibles y los recursos hidráulicos, son aprovechados para la generación eléctrica, mediante instalaciones térmicas o hidráulicas. En atención al posible agotamiento de los primeros y a su uso obligado en ciertas aplicaciones, como ser en los medios de transporte, existe en general la tendencia de aprovechar como principal fuente de energía los recursos hidráulicos en todos aquellos países en donde las condiciones naturales lo hacen posible o económicamente conveniente.

Chile se encuentra entre estos últimos países, pues posee abundantes recursos hidráulicos para generar electricidad en forma económica. Por otra parte sus

recursos de carbón y de petróleo son, por el momento, limitados e insuficientes para atender a las necesidades de los consumos imprescindibles. Sus yacimientos petroliferos se encuentran todavía en la etapa inicial de descubrimiento y explotación.

5. Chile y su energia.

El uso de la energía constituye un elemento fundamental en el progreso material de las naciones y es la principal herramienta creada por la civilización moderna. Corresponde, por lo tanto, determinar cuál es la situación de Chile a este respecto.

Chile, como todos los países que se han incorporado a la vida económica moderna bajo la acción colonizadora de los países occidentales, ha seguido, en materia de energía, la misma evolución de esos países, pero con cierto retardo en re-

lación al grupo de países que se denominan "desarrollados".

Desde los primeros años de la conquista de Chile, el agua movió los molinos de piedra que Bartolomé Flores, Rodrigo de Araya y Juan Jufré instalaron en las faldas del Santa Lucía y San Cristóbal (1). Desde los primeros años, también, además de la fuerza humana proporcionada por los indios, los españoles introdujeron el empleo de los animales, como medio de transporte y de trabajo. Ya en 1550 el mismo Flores construía las primeras carretas que transitaron por el "Camino de las carretas" que unió a Santiago con Valparaíso, y que pasaba por Talagante y Melipilla (2).

El combustible que durante muchos años constituyó la principal fuente de energía inanimada, utilizada en Chile, fue la leña. Sirvió para proveer a las necesidades domésticas y a los pequeños establecimientos fabriles o talleres de artesanos y a algunas de las actividades mineras, hasta que el desarrollo de estas últimas exigió la importación de carbón, seguramente como consecuencia de la introducción de los hornos de reverbero para la fundición de minerales de cobre.

Los yacimientos de carbón de la zona de Penco fueron conocidos desde antiguo. Su aprovechamiento sólo fué esporádico y muy reducido, hasta que las necesidades de la minería, primero, y los proyectos de establecimiento de las primeras
líneas de buques a vapor en la costa del Pacífico a mediados del siglo XIX, en
seguida, dieron a este combustible toda su importancia económica y provocaron
la necesidad de desarrollar su extracción. La organización de la industria del carbón con una producción estable data de mediados de 1850, con la fundación del
establecimiento de Lota por don Matías Cousiño. El consumo total de carbón
en Chile, en 1860, debe haber alcanzado a alrededor de 260 000 toneladas. De
este consumo, cerca del 60% fué producido por las minas nacionales. Ya en esa
época, el mercado consumidor había creado el aliciente necesario para el desarrollo continuo de esta fuente de energía, a causa de la instalación de las primeras
líneas de navegación a vapor, los primeros ferrocarriles y los molinos a vapor, que

 [&]quot;Historia de la Ingeniería en Chile". Tomo 1º, Ernesto Greve, Santiago de Chile - 1940.

^{(2) &}quot;Historia de Chile". Tomo 1*, Francisco Antonio Encina, Santiago de Chile - 1940.

comenzaron a sustituir a los pequeños molinos de piedra, que databan desde la Colonia.

Se estima que Chile, alrededor de 1860, con una población de 1600 000 habitantes, debe haber tenido un consumo total anual de energía inanimada de aproximadamente 800 millones de kilowatt-horas, calculado, para sumar las distintas fuentes de energía, con las mismas equivalencias que se indicarán más adelante en esta publicación.

La cifra anterior debe compararse con el consumo de energía inanimada determinada para Chile para el año 1950, que alcanzó a 8 556 millones de kilowatthoras, para una población de 5 748 000 habitantes. O sea, el consumo anual per cápita subió, entre las dos fechas consideradas, de 500 a 1 315 kWh, sin tomar en cuenta el aumento de eficiencia en el empleo de los combustibles producido en ese período de años.

También es evidente que en 1860, tanto en Chile como en el resto del Mundo, la energía humana, y sobre todo la energía animal, deben haber constituído una parte importante de la energía disponible. Así, si se estima que en ese año el trabajo humano pudo representar, en Chile, alrededor de 80 millones de kilowatthoras y el trabajo animal tal vez unos 600, se deduce que la energía total consumida en el país debe haber alcanzado a una cifra cercana a 1 480 millones de kilowatt-horas.

Las cifras comparativas de la energía por habitante entre Chile y el Mundo, para esa época, son las siguientes:

PORCENTAJES DE DISTRIBUCION DEL CONSUMO DE ENERGIA SEGUN SUS FUENTES

Lyink	Energia humana	Energía animal	Carbón	Petróleo	Leña	Energía hidráulica	Otras
Chile (1860)	5,4	40,4	17,6	-	35,6	-	1,0
Mundo (1868)	7,0	56,0	18,0	-	17,6	-	1,4

De acuerdo con los pocos datos disponibles, el consumo medio mundial de la energía en todas sus formas fué, en 1868, de 860 kWh por habitante al año. En Chile, según las estimaciones anotadas, el consumo, en 1860, fué de 925 kWh por habitante al año.

En 1947 el consumo medio mundial total de energía subió a 1 450 kWh por habitante al año y el de Chile alcanzó a 1 650. La comparación de las cifras correspondientes a este año son las siguientes:

PORCENTAJES DE DISTRIBUCION DEL CONSUMO DE ENERGIA DE 1947 SEGUN SUS FUENTES

	Energia humana	Energia animal	Carbón	Petróleo	Leña	Energia hidráulica	Otras fuentes
Chile Mundo	6,2 2,6	6,9	22,9 46,6	28,8 16,6	22,0 8,9	13,2 9,5	6,9

Con el grado de aproximación que se puede dar a las cifras calculadas, es posible deducir que el crecimiento del consumo de la energía en el país fué apenas comparable con el crecimiento medio mundial. Esto significa un desarrollo insuficiente de Chile, ya que el consumo medio mundial se encuentra frenado por el lento despertar económico de los grandes pueblos asiáticos y de las poblaciones africanas.

Las cifras anteriores, especialmente las calculadas para 1860, implican una serie de hipótesis, ya que las estadísticas existentes son insuficientes y los medios de evaluación de la energía humana y animal forzosamente deben constituir aproximaciones arbitrarias. Sin embargo, los porcentajes de distribución señalan que hay un claro reemplazo de la energía animal por energía mecánica producida a base de recursos inanimados. Aún más, puede afirmarse que la energía utilizada en Chile, a mediados del siglo XIX, fué aprovechada en su mayor parte en forma de calor, mientras que en la actualidad una proporción substancial de ella se utiliza en forma de energía mecánica.

6. Influencia de la electricidad en la vida moderna.

La electricidad es la forma de energía cuyo uso caracteriza la etapa actual de la técnica. Posee, como ya se ha dicho, cualidades excepcionales: puede obtenerse a partir de todas las fuentes de energía conocidas, se transforma a muy bajo costo, puede utilizarse en todos los procesos importantes que requieren consumo de energía, y puede distribuirse y suministrarse para el consumo económico, aun en cantidades muy pequeñas.

Es evidente que el Mundo se electrifica. Si se designa por "factor de electrificación" la relación entre la energía eléctrica y el total de la energía exterior consumida, con exclusión de la energía animal, se obtiene un índice con los siguientes valores para el Mundo:

1920	41	1	040	0,058	(1)
1929		1	10	0,143	1000
1936	*			0,184	
1947				0,230	
1950				0,250	

Esta tendencia hacia la electrificación observada en el Mundo entero, también aparece en Chile, cuyo factor de electrificación ha variado en los últimos 25 años como sigue:

1925	(4)				0,157
1929		4	2	14	0,172
1936	160		ź	4	0,286
1947		語		101	0,386
1949					0,410

La electricidad influye en tal forma en todas las actividades del hombre, que es fácil explicarse el rápido incremento que ha tenido su consumo. En el período

⁽¹⁾ Estimaciones generales del ingeniero señor Raúl Sáez.

de 27 años, entre 1920 y 1947, el consumo mundial de energía eléctrica per cápita subió desde 59 a 295 kWh. En Chile, en el período de 26 años, entre 1924 y 1950, el consumo subió de 154 a 504 kWh. Esta cifra global de consumo de energía eléctrica per cápita, es relativamente alta. En los últimos años ha habido en el país un aumento apreciable del consumo, pues en 1939 sólo era de 390 kWh por habitante al año. Sin embargo, al estudiar la forma cómo se utiliza en Chile esta energía, a través del desarrollo eléctrico del país, se observará que estas cifras aparecen como más favorables de lo que realmente son.

La electricidad en la vida doméstica.—La electricidad tiene una influencia fundamental en las condiciones en que actualmente se desarrolla la vida en los hogares. Ha introducido tal número de simplificaciones y de comodidades en las actividades domésticas, que sin la electricidad sería imposible concebir la actual forma de vivir. La simple enumeración siguiente de los usos y aparatos que hoy día son habituales revela su importancia: iluminación, teléfono, radio-receptor, receptor de televisión, calefacción, aire acondicionado, ventilación, refrigeración, calentador de agua, cocina, anafe, cafetera, tostador, máquina para jugos, lavadora, plancha, aspirador de polvo, reloj, colcha eléctrica y máquina de afeitar.

Algunos de estos usos y aparatos, como el teléfono, el radio-receptor, el receptor de televisión, el aspirador y la lavadora requieren la electricidad en forma insustituíble. Otros, como la iluminación, la refrigeración y algunas máquinas para preparar alimentos, pueden reemplazarse por el uso de aparatos que aprovechen otras formas de energía, pero siempre a mayor costo y menor eficiencia y sencillez en su empleo.

En Estados Unidos, por ejemplo, el uso de la energía eléctrica en el consumo residencial subió, en el período de 25 años, entre 1923 y 1948, desde 368 a 1 563 kWh por cliente al año. En Chile, en el área de servicio de la Compañía Chilena de Electricidad de las provincias de Santiago, Valparaíso y Aconcagua, que es la que cuenta con mejor abastecimiento eléctrico, en el período de 14 años, entre 1936 y 1950, subió el consumo desde 401 a 1 190 kWh por cliente residencial al año.

En las aplicaciones ya mencionadas de la electricidad en la vida doméstica no se han considerado los usos necesarios de ella en los grandes edificios, sin cuyo suministro los servicios de éstos dificilmente podrían funcionar, como ser: ascensor, montacarga, circulación de agua, calefacción, etc.

La electricidad en la industria y en la minería.—La importancia de la electricidad en el campo industrial es de tal naturaleza que no requiere una explicación especial. La electricidad es el elemento básico de la industria moderna como instrumento de investigación y de control, y es fundamental como factor de producción. En la práctica, hoy día, la electricidad puede estar disponible para hacer cualesquiera de las funciones mecánicas que se requieren en la producción, algunas veces en forma completamente automática, sin que ni siquiera se necesite la presencia pasiva del elemento humano.

Casi la única forma de energía mecánica que se utiliza en la industria es la proveniente de la electricidad, ya que el empleo de máquinas a vapor y de motores de explosión directamente acoplados a máquinas actoras, son solamente vestigios del pasado o casos de excepción, generalmente derivados de condiciones

ajenas al problema mismo que se desea resolver. En algunos casos el empleo de máquinas actoras neumáticas está impuesto por razones de seguridad, debido al posible peligro que puede presentar la producción de chispas eléctricas o de otros accidentes; pero en estos casos la electricidad generalmente es el agente motriz de las compresoras de aire.

Mención especial debe hacerse de los múltiples procedimientos industriales electroquímicos que se han desarrollado en los últimos 40 años, a saber: electrolisis, electrotermia, abonos sintéticos, carburo de calcio, refinación electrolítica, galvanoplastía, metalurgia, etc., los que constituyen procesos de gran consumo de electricidad, que difícilmente podrían realizarse sin el suministro de esta forma de energía.

En los países de alto consumo de electricidad existe un notable paralelismo entre los índices representativos de este consumo y los correspondientes al Producto Nacional Bruto. En Chile este paralelismo no se produce, debido a que gran parte del incremento del consumo eléctrico ha sido causado por necesidades sociales no directamente relacionadas con la producción misma. Así, mientras el Producto Nacional Bruto en los últimos 15 años, hasta 1952, ha tenido un incremento acumulativo anual de 4,1%, el consumo eléctrico ha tenido un aumento de 4,5%. El índice de la producción industrial de Chile, calculado por la Dirección General de Estadística, ha subido desde 100, para el período de 1936 a 1938, a 168,5 para el año 1950, mientras que el consumo de electricidad, en el mismo lapso, ha subido de 100 a 200. A medida que progrese la utilización de la electricidad en Chile, los valores de estos índices tenderán a igualarse.

Es conveniente destacar que es en el campo industrial donde la electricidad ha tenido la influencia social más notable. Ella, indudablemente, ha modificado las condiciones de trabajo en las fábricas, a través de: mejor iluminación, mejor ventilación, aire acondicionado en los casos más avanzados, y disminución del esfuerzo muscular hasta un mínimo. He aquí las repercusiones sociales más notables de la electricidad.

Similares consideraciones a las hechas sobre la aplicación de la electricidad en el campo industrial son válidas para otras actividades de la producción, como ser la minería. En esta actividad la aplicación de la energía eléctrica ha mejorado notablemente las condiciones de trabajo en las minas, tanto debido a la iluminación y ventilación como a las condiciones de transporte, seguridad, etc.

La electricidad en la agricultura.—La agricultura es una actividad productora en la cual aparentemente el empleo de la energía exterior, en general, y de la electricidad, en especial, parece no tener mucha importancia. Esta es una impresión errada, ya que el uso de la energía exterior, si bien produce un efecto indirecto, tiene y tendrá cada vez más una importancia fundamental. Para exponer en un resumen este aserto, dice Raleigh Barlows:

"El impacto favorable que la técnica ha tenido en la producción agrícola está "bien demostrado en el caso de la mecanización. Tractores, arados, cosechadoras, "y otros elementos mecánicos han permitido a las familias campesinas trabajar "mucho mayor superficie agrícola de la que antes se consideraba posible. Aun "en áreas rurales densamente pobladas, donde no es adecuada la agricultura exten"siva en gran escala, la energía mecánica ayuda a los campesinos a sobreponerse "a condiciones desfavorables del clima durante el período de siembra; cultivadoras "y otras máquinas aumentan el rendimiento de las siembras, las bombas hacen po-"sible el riego y el drenaje, y las cosechadoras simplifican la recolección de los pro-"ductos agrícolas".

La aplicación de la energía exterior en la agricultura tiene grande importancia porque permite el reemplazo de la tracción animal por máquinas accionadas por motores a explosión. Por otra parte, el uso de la electricidad en las faenas agrícolas y en la vida doméstica del campesino es de gran trascendencia, en razón a la influencia social que ejerce. Este efecto se encuentra acentuado por las condiciones particulares de vida del campesino: aislamiento, obligación de permanecer en casa durante el mal tiempo o durante las horas de oscuridad, y carencia de las facilidades y servicios que existen en las comunidades urbanas.

El número de las aplicaciones de la electricidad en el campo, que son directamente productivas, es considerable. Desde luego, a causa de las características propias de la electricidad, con excepción del empleo del petróleo o sus derivados en los motores de las máquinas que se desplazan, se puede decir que la electricidad en el campo se emplea casi exclusivamente en todos los otros casos en que se requiere energía mecánica. Tal acontece en las bombas para regadio y usos domésticos, y en las faenas industrializadas tales como: preparación de vinos, moliendas, refrigeración de productos, talleres, etc. Estas actividades son ejemplos en los cuales la electricidad es el más valioso elemento para simplificar y mejorar las condiciones del trabajo campesino.

Es considerable la importancia que, en los países más desarrollados que Chile, ha tenido la electrificación de los campos agrícolas, y son numerosas las naciones europeas, así como Estados Unidos y Canadá, que han sobrepasado la electrificación del 80% de los predios agrícolas.

Dentro de las estadísticas de los consumos de energia eléctrica, aun en los países de mayor densidad de electrificación rural y de mayor consumo por cada propiedad electrificada, el uso de la electricidad en la agricultura corresponde a un porcentaje relativamente pequeño en comparación con su uso total, debido a las características de los consumos posibles en estas actividades. Con todo, es fundamental su influencia directa en la producción e indirecta en las condiciones sociales y culturales de los hombres que laboran el campo.

La electricidad en el transporte.—La electricidad tiene múltiples aplicaciones en los medios de transporte. Puede asegurarse que, en casi todas las grandes ciudades del Mundo, la electricidad mueve los principales medios de movilización colectiva. La electrificación de ferrocarriles constituye un factor fundamental para realizar los transportes, sea mediante la utilización directa de la electricidad producida en grupos generadores centrales, o por su empleo, como etapa intermedia, en locomotoras equipadas con motores diesel o con turbinas. Esta última forma de empleo de la electricidad, que ya no corresponde a la forma principal de la energía utilizada sino como forma intermedia de uso de otros medios directos de producción de la energía, es hoy día muy frecuente y está en vías de generalizarse en diversas aplicaciones del transporte, especialmente en los barcos.

El empleo de la electricidad, en estos casos, que es un medio para aprovechar la energia mecánica producida en una máquina generadora, en vez de obtener la energia desde una central fija de generación, que tiene por objetivo final la generación de energía eléctrica, no se considera propiamente como un consumo de electricidad. Se menciona esto para destacar el hecho de que, en realidad, la energía que se consume en el Mundo en la forma eléctrica es una cantidad bastante mayor que la suma de los kilowatt-horas producidos en las plantas eléctricas de servicio público y de servicio privado, que tradicionalmente se acostumbra considerar como las únicas fuentes de producción de energía eléctrica. En otras palabras, el Mundo está apreciablemente más electrificado de lo que expresan las estadisticas.

La electricidad y la cultura.—No se debe terminar esta somera revisión de la importancia que tiene la electricidad en el Mundo, sin mencionar su influencia en el aspecto cultural. Además de la considerable acción civilizadora que la electricidad desarrolla en la vida urbana y en la rural, ha dado origen a medios de comunicación como el teléfono, el telégrafo, la radiodifusión y la televisión. También ha permitido perfeccionar otros medios de difusión cultural, como es el cinematógrafo y las grabaciones sonoras que, si son aprovechadas en debida forma, constituyen agentes de cultura de extraordinaria eficacia.

En el campo científico la electricidad ha permitido desarrollar medios de estudio y de investigación así como instrumentos de cálculo que rápidamente están modificando las condiciones en que se desarrollan estos trabajos y están acelerando el progreso en forma insospechada. Las recientes investigaciones nucleares, que han sorprendido al Mundo en los últimos años, son en parte una consecuencia del mejor conocimiento de la estructura eléctrica de la materia y del perfeccionamiento de los instrumentales eléctricos de los laboratorios de investigación.

7. Desarrollo de la política de electrificación de Chile.

Se indicará más adelante en detalle el abastecimiento actual de electricidad de Chile. Por ahora se desea destacar las cifras de la potencia eléctrica instalada en el país. En 1952 se descomponía como sigue:

	Potencia en kilowatts.	Porcentaje del total
1. Gran industria minera del cobre, hierro y salitre	297 600	36,3
 Pequeña minería, minería del carbón, industrias privadas e instalaciones de uso particular 	97 800	11,9
3. Instalaciones de servicio público de propiedad privada	213 500	26,1
Instalaciones de servicio público de la ENDESA (1)	210 520	25,7
Totales	819 420	100,0

Esta cifra se descompone en 207 220 kW instalados por la ENDESA y 3 300 kW adquiridos a empresas ya establecidas.

En el cuadro anterior se observa que una fuerte proporción de la potencia instalada, el 36,3%, corresponde a empresas cupriferas y salitreras de la "gran mineria", y es utilizada en la actividad económica de más o menos el 4% de la población del país. El resto, o sea el 96%, dispone para su servicio eléctrico de 521 820 kW. De esta potencia, el 39,7%, o sea 207 220 kW, ha sido instalado por la Corporación de Fomento de la Producción, por medio de la Endesa, y otro 8,4% ha sido instalado con ayuda indirecta de ella. Las cifras que anteceden revelan la extraordinaria importancia de la intervención de la Corporación de Fomento de la Producción y de la Endesa en el actual abastecimiento eléctrico de Chile.

Antes de 1940, la producción de energía eléctrica en el país se encontraba en su totalidad en manos de empresas particulares de servicio público y privado. Las instalaciones de servicio privado, por su propia naturaleza, están destinadas fundamentalmente a satisfacer las necesidades de aquellas actividades industriales que, por razones económicas o por imposibilidad de abastecerse desde el servicio público, deben invertir cuantiosos capitales en el desarrollo de centrales generadoras propias. En Chile, el consumo eléctrico residencial, comercial, urbano, de los servicios de transporte y de parte de las industrias, depende del suministro de electricidad de las empresas de servicio público.

Ya desde antes de 1940, estas empresas no contaban con las instalaciones necesarias para proporcionar un servicio público satisfactorio y para atender al crecimiento de los consumos eléctricos que necesitaba el país, como se indicará más adelante. La causa fundamental era la escasez de capitales nacionales o extranjeros dispuestos a ser invertidos en negocios de monopolio, como son los de utilidad pública, que, como tales, están sujetos a los controles del Estado. Debido a esta situación, al crearse la Corporación de Fomento de la Producción, ésta decidió abordar la solución del suministro de energía eléctrica, que es el problema básico para el desarrollo de Chile, por un camino similar al seguido en esos años en muchos países y que durante o después de la 2º Guerra Mundial ha sido adoptado en la casi totalidad de aquellos que se encontraban en las etapas iniciales del proceso de desarrollo, en los cuales la escasez de capitales y la trascendencia que implica el abastecimiento eléctrico han justificado que la empresa estatal o semi-estatal sea la solución más viable.

Con anterioridad a la 2º Guerra Mundial pueden citarse como ejemplos: el Tennessee Valley Authority (TVA) de Estados Unidos, seguido por múltiples otros proyectos estatales en otras cuencas hidrográficas del mismo país; la "Hydro Power Commission of Ontario" de Canadá; el "Central Electricity Board" de Gran Bretaña; las empresas estatales y municipales eléctricas de Suecia y Noruega; el sistema eléctrico de Nueva Zelandia; la "Electricity Supply Commission" de Sud-Africa; las Usinas y Teléfonos del Estado (UTE) de Uruguay; y el servicio eléctrico como monopolio del Estado en la Unión Soviética. Después de 1940 algunos ejemplos salientes son la "Electricité de France"; la "Empresa Nacional de Electricidad" de España; la "Empresa Nacional de Fuerza" de México; la "Corporación del Santa" del Perú; y los múltiples planes de electrificación existentes en gran número de países del área del Caribe.

En Chile, la necesidad de una política eléctrica, cuyo desarrollo se extienda

a todo el país, ha sido una aspiración largamente sustentada por los círculos técnicos.

La creación de un sistema eléctrico unificado, el "nervio central eléctrico chileno", fué una idea preconizada hace ya más de 40 años por el distinguido profesor de Electrotecnia de la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile, don Arturo E. Salazar, y constituye, aún hoy día, uno de los fundamentos del plan de desarrollo de los recursos hidroeléctricos del país, con las modificaciones correspondientes al desarrollo técnico moderno.

Las primeras ideas destinadas a guiar en Chile la política eléctrica se limitaron, como en todas las actividades nuevas, a reglamentar el desarrollo inicialmente desordenado de la industria. La carencia de reglamentación de los primeros tiempos se tradujo en una extraordinaria falta de uniformidad en las instalaciones, en cuanto a su tipo de corriente y voltaje, que afectó al desenvolvimiento posterior y que, naturalmente, significó un encarecimiento innecesario, a causa de la gran variedad de características exigidas a los equipos y aparatos consumidores de energía eléctrica.

Si bien antes de 1925 se dictaron en Chile algunas leyes y reglamentos destinados a regular el servicio eléctrico, la legislación moderna al respecto comenzó en este país con la Ley General de Servicios Eléctricos, aprobada por el Decreto-Ley Nº 252, de 13 de febrero de 1925, que posteriormente fué modificado por el Decreto con Fuerza de Ley Nº 244, de 15 de mayo de 1931, que constituye la legislación vigente en Chile hasta la fecha. Durante toda la primera etapa del desarrollo eléctrico de Chile, hasta 1940, la intervención del Estado en la política eléctrica se redujo, en lo esencial, a las disposiciones legales que determinaban el objeto y funcionamiento de las concesiones de servicio eléctrico público y privado, con inclusión de las mercedes de agua, para dar estabilidad a los derechos y obligaciones de los concesionarios y protección a los intereses de los consumidores conectados a los servicios públicos.

Además de la Ley General de Servicios Eléctricos cabe mencionar los reglamentos técnicos que la complementan y el contrato eléctrico celebrado entre el Gobierno y la Compañía Chilena de Electricidad, que fué aprobado por Decreto con Fuerza de Ley Nº 29, de fecha 11 de marzo de 1931. Este contrato constituye una concesión especial regida por sus disposiciones y por las de la Ley General de Servicios Eléctricos, que se refiere al servicio público de propiedad privada más importante del país, constituído por el Sistema de la Compañía Chilena de Electricidad, que suministra energía a las provincias de Santiago, Valparaíso y Aconcagua.

Durante la segunda fase del desarrollo eléctrico nacional, entre 1925 y 1940, la iniciativa de las instalaciones continuó entregada enteramente a los intereses particulares. Fuera de la acción reguladora del Estado, en las relaciones entre el público con las empresas eléctricas, la iniciativa más interesante de una política eléctrica nacional fué la electrificación de los Ferrocarriles del Estado, llevada a cabo con éxito en la zona de Santiago - Valparaíso - Los Andes, entre los años 1922 a 1925.

También, en este período, la importancia del servicio público eléctrico fué en aumento y se destacó con mayor nitidez su carácter de servicio de utilidad pública, análogo a los de transporte ferroviario, transporte colectivo urbano, suministro de agua potable, servicio de desagües, etc.

Además, durante esta fase, voces aisladas y grupos de ingenieros chilenos comenzaron a llamar la atención de los poderes públicos sobre la necesidad de aprovechar la riqueza potencial de la energía hidráulica que pueden suministrar los ríos de Chile, para usarla como herramienta nacional de progreso; e insistieron, también, en hacer resaltar que, dada la importancia que tienen para el futuro del país, no podian malgastarse estos recursos a causa de un mal aprovechamiento, toda vez que, con ser cuantiosos, no son ilimitados. Se destacó, por tanto, la necesidad de efectuar estudios sistemáticos del potencial hidráulico de Chile y de desarrollarlos según planes definidos y adaptados para satisfacer las demandas de todas las regiones del país.

Entre las varias iniciativas de la índole señalada, desarrolladas en esta etapa, deben recordarse en esta oportunidad las más importantes.

En primer lugar, hay que mencionar el trabajo presentado en 1935 por un grupo de ingenieros chilenos a la consideración del Instituto de Ingenieros de Chile y conocido bajo el nombre de "Política Eléctrica Chilena" (1). En este estudio, los autores, después de destacar la importancia que tiene el abastecimiento de electricidad en el desarrollo económico social del país y la necesidad de seguir una política de fomento del uso de esta energía, recomendaron adoptar una política sistemática de electrificación nacional, a fin de atender al crecimiento de los múltiples consumos residenciales, industriales y del transporte. Señalaron, con acopio de antecedentes, lo que se había hecho en otros países en esta materia y destacaron lo que debería ser la intervención del Estado chileno en la generación y distribución de la energía eléctrica. Por último, realizaron un esbozo completo de un plan nacional de electrificación, cuyas ideas, posteriormente, fueron consideradas, en su mayor parte, por la Corporación de Fomento de la Producción para la realización del Plan de Electrificación del País, que se ha desarrollado en Chile a partir de 1939.

Los ingenieros chilenos continuaron preocupados de este problema e hicieron notar su importancia nacional en cada oportunidad. Basta recordar al respecto los esfuerzos del Comité Nacional Chileno de la Conferencia Mundial de la Energía para acumular el mayor número de antecedentes posibles sobre los recursos hidroeléctricos del país. También, en el primer Congreso Sudamericano de Ingeniería, celebrado en Santiago a principios de 1939, los ingenieros chilenos obtuvieron la aprobación de una ponencia sobre electrificación de los países, que entre otros puntos estableció:

"Recomendar que las fuentes de energía deben ser de dominio de los Esta-"dos, de acuerdo con las leyes respectivas, por razones de soberanía nacional, de "independencia económica y de interés general".

"Recomendar que cada Estado elabore un Plan de Electrificación que per-"mita atender debidamente las demandas de energía y fomentar el desarrollo "de sus riquezas".

(1) Los ingenieros autores de "Política Eléctrica Chilena" fueron los señores: Reinaldo Harnecker, Fernando Palma Rogers, José Luis Claro Montes, Hernán Edwards, Vicente Monje Mira, Darío Sánchez Vickers y Domingo Santa María Sánchez.

A principios de 1939, el Instituto de Ingenieros de Chile, a pedido del Gobierno, realizó un nuevo estudio denominado "Problema de la Energía en Chile y Plan de Electrificación Nacional" (1). Después de hacer un análisis acerca de la energía en el país, presentó un plan concreto de realizaciones hidroeléctricas.

Las principales conclusiones de este estudio fueron las siguientes:

"Para abastecer el consumo probable y evitar de este modo una 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 han preparado las líneas generales de un Plan de Electrificación destinado, además, al fomento industrial y cuya realización requerirá una inversión de 935 000 000 de pesos en plantas y líneas primarias de transmisión, aparte de las sumas necesarias para el refuerzo, extensión y transformación de las líneas secundarias y de distribución".

"La cuantía de los recursos requeridos por el Plan de Electrificación y la "necesidad de considerar estas inversiones como un medio de fomento de la "producción industrial, indican que ellos no pueden esperarse solamente de la "iniciativa privada y que deben ser aportados conjuntamente por el Estado y

"por las empresas particulares".

Corresponde, también, recordar la acción ejercida por el Departamento de Riego de la Dirección General de Obras Públicas en la preparación de algunos anteproyectos de plantas hidráulicas y en la acumulación de datos sobre el caudal de los ríos chilenos. Estos últimos constituyeron antecedentes iniciales indispensables para la preparación de un Plan de Electrificación a base, principalmente, de centrales hidroeléctricas.

En este mismo sentido, el Laboratorio de Electrotecnia de la Escuela de Ingenieria de la Universidad de Chile desarrolló su acción que fué particularmente valiosa, al orientar las memorias de prueba de sus egresados hacia la preparación de anteproyectos de centrales hidroeléctricas, con lo cual aumentó la acumulación de datos valiosos sobre las posibilidades de los recursos hidráulicos en varias regiones del país.

La insuficiencia del abastecimiento eléctrico se había acentuado en el periodo de recuperación de la crisis de 1930, a causa de las dificultades que encontraban los concesionarios de servicios eléctricos para obtener los capitales necesa-

rios para atender al progresivo crecimiento de los consumos.

La idea de realizar un plan nacional de electrificación de carácter estatal, en lo que se refiere a generación y distribución primaria de la energía eléctrica, se materializó al crearse la Corporación de Fomento de la Producción en 1939. Su Departamento de Energía y Combustibles preparó un programa de acción inmediata que, como labor fundamental, consideró la necesidad de abordar el estudio y realización del Plan señalado. La política eléctrica de Chile, a cargo de la Corporación, quedó sintetizada en el denominado "Plan de Electrificación del País", que fué publicado en 1942.

(1) La Comisión designada por el Gobierno, autora de este estudio, estuvo formada por los ingenieros señores Raúl Simón, José Luis Claro Montes, Reinaldo Harnecker, Agustín Hunneus, Manuel Ossa Undurraga, Eduardo Reyes Cox, Julio Santa María S. M. y Ricardo Simpson.

Capitulo II

NECESIDADES DE ENERGIA DE CHILE

1. Determinación de las necesidades de energía.

La determinación directa de los consumos de energía, es decir, la determinación de los consumos en su utilización final, es irrealizable en la práctica para sus numerosos usos. Por esta razón, la determinación de las necesidades de energía de Chile se ha hecho de acuerdo con las siguientes premisas:

- La determinación de las necesidades de energía no se ha valorizado en su utilización final, sino que en una etapa intermedia de transformación de la energía, considerada como utilización normalizada. En esta forma es posible valorizar, en una unidad de medida común, toda la energía consumida en el país.
- 2) La determinación de las necesidades de energía se ha efectuado en forma indirecta, mediante la valorización de los consumos de los elementos productores de energía, tales como los combustibles, la energía hidráulica, etc., los que se han clasificado según sus usos más importantes.

En atención al primer punto de vista, se ha considerado como consumo normalizado la etapa intermedia correspondiente a la energía eléctrica medida en kilowatt-horas. En tal forma, los consumos de energía, cualquiera que sea su utilización final, que en sus etapas de transformación pasan por la de la energía eléctrica, se valorizan en esta etapa y no en su utilización final. La valorización de los consumos de energía que no pasan por la etapa eléctrica se valorizan también en kilowatt-horas, mediante la aplicación de factores de equivalencia, para su conversión a esta unidad de energía.

La adopción de la energía eléctrica, como etapa normalizada para valorizar los consumos de energía del país, coincide con la forma adoptada en otros estudios realizados sobre esta materia, en los cuales generalmente se ha adoptado un factor de equivalencia entre los desgastes o consumos de las diferentes fuentes productoras de energía y la energía eléctrica, medidos en kilowatt-horas, con adopción de un rendimiento determinado para el proceso de conversión de la energía desde la fuente usada a la forma eléctrica (1).

Una gran parte de las diversas utilizaciones de la energía consumida en Chile proviene del suministro de energía eléctrica, por lo cual, hasta donde ha sido posible, la valorización de esta energía se ha hecho directamente, determi-

⁽¹⁾ En el estudio efectuado por el Departamento de Estado de los Estados Unidos titulado: "Energy Resources of the World", se ha tomado el rendimiento constante de 20% para la generación de energía eléctrica a partir de los combustibles.

nando los kilowatt-horas consumidos. En los demás casos se han adoptado factores de equivalencia entre la unidad de peso o volumen del elemento productor de energía y los kilowatt-horas correspondientes.

Para los combustibles más usados en Chile se han adoptado cifras de equivalencia con respecto a un kilo de carbón chileno, el cual se ha estimado equivalente a 1 kWh de energía, como aprovechamiento medio del carbón.

En el cuadro Nº 3 aparecen las cifras de equivalencia correspondientes a los valores medios adoptados para Chile, en atención a la eficiencia de las diferentes instalaciones existentes en el país, que aprovechan la energía, y a las diferentes utilizaciones finales de la energía generada por medio de los combustibles indicados en el cuadro. Para efectos de comparación con los datos de otros estudios, se han agregado, en el cuadro Nº 3, las cifras de equivalencia correspondientes al adoptar el rendimiento uniforme de 20% para la generación de energía, a partir de los diversos combustibles.

Cuadro Nº 3

CIFRAS DE EQUIVALENCIA EN ENERGIA DE LOS DIFERENTES

COMBUSTIBLES

	Poder	Unidad	Cantidades equivalentes a 1 kWh y a 1 kg de carbón			
Combustible	calorifico inferior cal/kg	de medida	Con rendi- miento de 20%	Con rendi- mientos adop- tados para Chile		
Carbón	6 900	kilo	0,620	1,00		
Carbón vegetal	7 400	kilo	0,665	0,93		
Leña	1 800	dm ³	2,380	2,50		
Petróleo crudo	10 600	kilo	0,405	0,41		
Petróleo combustible .	10 600	kilo	0.405	0.70		
Petróleo diesel	10 600	kilo	0,405	0,50		
Gasolina	10 600	litro	0,560	0,49		
Kerosene	10 600	litro	0,560	0.49		
Alcohol	7 100	litro	0,760	1,00		
Gas natural	12 000	m ³	0,336 (1)	0,36 (1)		

⁽¹⁾ A la temperatura de 15° C y presión de 760 mm de mercurio.

En general, el rendimiento del consumo de los combustibles, en las utilizaciones que pasan por la forma intermedia de generación de energía eléctrica, es inferior al que corresponde a los factores de equivalencia adoptados en el cuadro Nº 3. Por el contrario, el rendimiento de los combustibles en las utilizaciones que no pasan por esta forma intermedia, como el caso de los usos de calefacción, es superior al que se obtiene de los factores de equivalencia adoptados en dicho cuadro.

En atención a lo ya expresado, estos factores de equivalencia deben considerarse solamente para determinar la valorización totalizada de los consumos de

energía de las diferentes formas de utilización, y no para la determinación de los consumos de energía para una forma específica de utilización.

A continuación se analiza el consumo de energía en Chile a través de las fuentes generadoras más importantes. Este estudio se ha hecho para el período comprendido entre los años 1939 y 1952, en atención a que no existen datos estadísticos completos para algunos rubros importantes para los años anteriores a 1939, y porque dentro del período indicado se destaca el efecto que ha tenido el Plan de Electrificación del País, iniciado en 1940.

La distribución del desgaste o consumo de las diferentes fuentes de energía se ha hecho entre las actividades estimadas como las más representativas, o sea: transporte terrestre, marítimo y aéreo; generación de electricidad y de gas; y para otros usos.

Las fuentes generadoras de energía consideradas son las siguientes:
Combustibles: carbón, petróleo y sus derivados, leña y otros.
Energía hidráulica: generación mecánica y generación hidroeléctrica.
Generación por el viento.
Generación solar.
Generación animal y humana.

2. Consumo de carbón.

El carbón que se consume en Chile proviene principalmente de yacimientos nacionales. De acuerdo con su origen geológico, pueden clasificarse en cinco grupos:

I. Los yacimientos submarinos del golfo de Arauco (Bahía de Arauco, Lota, Schwager, y Compañía de Acero del Pacífico), cuya producción abastece a la mayor parte del consumo del país. Pueden designarse, según la clasificación de la American Society for Testing Materials (ASTM) (1), en la categoría: "I-Bituminous High-volatile A" (Bituminosos muy volátiles A) y, para los efectos del presente estudio, se les ha asignado un poder calorífico de 6 900 cal/kg. (2).

II. Los yacimientos terrestres de la provincia de Arauco (yacimientos de la Compañía de Acero del Pacífico, Colico Sur, Plegarias, Pilpilco, Lebu, Curanilahue y San Justo), cuyos carbones corresponden a la misma clasificación ASTM (1) del grupo I. Sin embargo, para los efectos del presente estudio, se les ha considerado un poder calorífico de 6 700 cal/kg. (2).

III. Los yacimientos submarinos de la bahía de Talcahuano (yacimientos de Lirquén y Cosmitos). Pueden incluirse dentro de la clasificación ASTM (1) "II-Bituminous High-Volatile B" (Bituminosos muy volátiles B) y, para los efectos del presente estudio, se han estimado con un poder calorífico de 5 650 cal/kg. (2).

(1) Según informe "Recursos de Energía de Chile", presentado por el Comité Nacional Chileno a la 4º Conferencia Mundial de la Energía de Londres de 1950.

⁽²⁾ Poder calorífico inferior en el punto de consumo, promedio de datos obtenidos de: Departamento de Energía y Combustibles de la Corporación de Fomento de la Producción; "Combustión y Combustibles", por P. Krassa; e "Informe sobre los Carbones situados en las provincias de Valdivia y Chiloé", por R. Fenner y C. Sylvester.

IV. Los yacimientos terrestres de la provincia de Valdivia (yacimientos de Máfil y zona de Antilhue). Estos carbones pueden considerarse en la clasificación ASTM (1) "H-Bituminous Hig-volatile C" (Bituminosos muy volátiles C) y, para los fines del presente estudio, se les ha asignado un poder calorífico de 4 100 cal/kg. (2).

V. Los yacimientos terrestres de la provincia de Magallanes. Pueden asimilarse a la misma clasificación ASTM (1) que los del grupo IV y, para los efectos del presente estudio, se les ha asignado, también, un poder calorífico de

4 100 cal/kg. (2).

Además de la producción nacional debe considerarse en este rubro la impor-

tación de carbón y de coke metalúrgico.

La importación se ha hecho principalmente para suplir los déficit de producción de algunos años. Las características de los carbones importados han sido variables, debido al origen de éstos. Con anterioridad a 1930 la mayor parte del carbón importado provino de Gran Bretaña y en menor escala de Australia, Estados Unidos y Alemania. Después de 1930 la mayor parte de las importaciones se ha hecho desde los Estados Unidos. El consumo de carbón importado ha experimentado un aumento importante a partir de 1950, a causa de la puesta en servicio de la industria siderúrgica de la Compañía de Acero del Pacífico (CAP). Para este estudio, al carbón importado se le ha asignado 7 500 cal/kg.

La importación de coke metalúrgico ha provenido de numerosos países: Bélgica, Holanda, Alemania, Estados Unidos, etc. En este estudio se considerará como

poder calorífico medio para el coke 8 100 cal/kg.

En el cuadro Nº 4 se indican la producción y exportación de carbón y la importación de carbón y coke para el período comprendido entre los años 1939 a 1952.

Para determinar el consumo anual de carbón en Chile, se ha calculado la producción bruta del país, más las importaciones y menos las exportaciones. No ha sido posible tomar en cuenta las acumulaciones de este combustible, debido a la falta de datos estadísticos. Por otra parte, estas acumulaciones han sido muy pequeñas.

A fin de poder sumar el consumo de carbón correspondiente a los diferentes tipos ya mencionados y el consumo de coke, en el cuadro Nº 5 se indican los mismos datos del cuadro anterior, con reducción de las cantidades a carbón equivalente al de Lota y Schwager, o sea al tipo I del golfo de Arauco, de 6 900 cal/kg. Para esta conversión se ha adoptado una equivalencia en peso proporcional a los poderes caloríficos.

Se ha hecho una distribución estimada de las cifras del total de carbón equivalente utilizado en Chile entre los consumos propios de las compañías carboneras y los principales usos de este combustible, como ser en transportes terrestres y

(1) Según informe "Recursos de Energía de Chile", presentado por el Comité Nacional Chileno a la 4º Conferencia Mundial de la energía de Londres de 1950.

⁽²⁾ Poder calorífico inferior en el punto de consumo, promedio de datos obtenidos de: Departamento de Energía y Combustibles de la Corporación de Fomento de la Producción; "Combustión y Combustibles", por P. Krassa; e "Informe sobre los Carbones situados en las provincias de Valdivia y Chiloé", por R. Fenner y C. Sylvester.

PRODUCCION Y EXPORTACION DE CARBON E IMPORTACION DE CARBON Y DE COKE DE CHILE,

1939 - 1952 (1)

Miles de toneladas

		Prodi	acción de carb	ón de	Export	ación de c	arbón de	Importación de		
Nño	Lota y Schwager	Arauco	Lirquén y Cosmitos	Valdivia	Magallanes	Lota y Schwager	Valdivia	Magallanes	Carbón	Cok
1939	1 560	172	74	20	65	33	0	3	0	9
1940	1 435	228	120	45	103	14	0	18	221	7
1941	1 476	257	137	47	133	9	0	41	69	8
1942	1 528	158	61	156	156	36	0	50	17	11
1943	1 531	328	156	73	175	6	0	53	20	5
1944	1 653	284	150	63	130	6	0	40	5	10
1945	1 528	235	138	56	123	25	0	24	0	5
1946	1 680	99	124	48	88	34	0	7	18	7
1947	1 692	83	130	57	78	9	1	3	135	6
1948	1 733	157	145	45	84	26	0	8	10	8
1949	1 631	179	129	39	69	62	0	4	18	6
1950	1 779	192	132	33	77	67	0	3	66	5
1951	1 908	142	238	43	78	52	0	0	204	2
1952	1 888	157	265	46	68	0	0	0	183	2

⁽¹⁾ Datos obtenidos del Departamento de Minas y Petróleos del Ministerio de Economía y Comercio, y de la Dirección General de Estadística.

Cuadro Nº 5 CONSUMO DE CARBON Y COKE EN CHILE

1939 - 1952

Miles de toneladas de carbón equivalente al carbón de Lota y Schwager

Año	Lota y Schwager	Arauco	Lirquén y Cosmitos	Valdivia	Magallanes	Importación de carbón y coke	Total con- sumido	
1939	1 527	168	60	12	37	11	1 815	
1939	1 421	221	97	27	51	248	2 065	
1941	1 467	250	111	28	55	84	1 995	
1942	1 492	236	128	36	63	31	1 986	
1943	1 525	318	126	43	73	28	2 113	
1944	1 647	276	121	38	54	17	2 153	
1945	1 503	228	112	33	59	6	1 941	
1946	1 646	96	101	29	48	28	1 948	
1947	1 683	81	105	33	45	153	2 100	
1948	1 707	153	118	27	45	20	2 070	
1949	1 569	174	105	23	39	27	1 937	
1950	1 712	186	108	20	44	77	2 147	
1951	1 856	137	196	25	47	222	2 483	
1952	1 888	152	218	28	41	200	2 527	
Prome- lio en el período	1 618	191	122	29	50	82	2 092	

maritimo, industrias, fabricación de gas y de coke, y en usos domésticos, los que se han agrupado en el sub-total de varios usos, y en la generación de energía eléctrica, distribución que aparece en el cuadro Nº 6.

En el cuadro Nº 7 se ha hecho una estimación de la distribución de la energía consumida en Chile, proveniente del carbón y del coke, durante el período de 1939 a 1952, correspondiente a los diferentes usos indicados en el cuadro Nº 6. Para hacer esta estimación se ha adoptado el factor de equivalencia de 1 kWh por kilo de carbón, indicado en el cuadro Nº 3, por lo cual las cifras de los cuadros Nº 6 y 7 son numéricamente iguales, excepto para la generación de electricidad. Para ésta se han introducido los datos directos de los principales productores de electricidad que consumen este combustible. De estos últimos datos puede observarse que resultan cifras variables en su consumo medio para generar energía eléctrica, que sobrepasan 1 kg de carbón por kilowatt-hora.

3. Consumo de petróleo y de sus derivados.

La energía consumida en Chile proveniente de la utilización del petróleo y de sus derivados se ha obtenido, hasta 1952, exclusivamente de la importación de

Cuadro Nº 6

DISTRIBUCION DEL CONSUMO DE CARBON Y COKE DE CHILE

1939 - 1952 (1)

Miles de toneladas de carbón equivalente al carbón de Lota y Schwager

Año	Consumo propio de las compañías carboneras (2)	Transporte terrestre	Transporte maritimo	Indus- trias	Fabricación de gas y coke	Usos do- mésticos	Sub-total de varios usos	Generación de energía eléctrica	Total con sumido er Chile
1939	158	446	282	394	140	205	1 625	190	1 815
1940	199	475	279	463	149	303	1 868	197	2 065
1941	200	490	253	448	151	182	1 764	231	1 995
1942	233	484	242	420	144	192	1 715	271	1 986
1943	205	521	289	522	168	202	1 907	206	2 113
1944	225	567	259	534	153	184	1 922	231	2 153
1945	192	525	199	576	135	113	1 740	201	1 941
1946	213	483	209	531	114	150	1 700	248	1 948
1947	189	515	185	540	167	245	1 841	259	2 100
1948	223	553	190	586	89	169	1 810	260	2 070
1949	218	512	168	531	181	147	1 757	180	1 937
1950	199	531	203	683	149	152	1 917	230	2 147
1951	215	571	193	873	126	183	2 161	265	2 483
1952	232	585	172	862	134	239	2 224	303	2 527

⁽¹⁾ Datos obtenidos del Departamento de Minas y Petróleos, de la Dirección General de Estadística, de la Dirección General de Servicios Eléctricos y de Gas, y de las compañías carboneras.

⁽²⁾ Consumo propio de las compañías carboneras, con exclusión de la generación de energía eléctrica.

Cuadro Nº 7

DISTRIBUCION DE LA ENERGIA CONSUMIDA EN CHILE PROVENIENTE DEL CARBON Y COKE 1939 - 1952 (1)

Millones de kilowatt-horas

Año	Consumo propio de las compañías carboneras (2)	Transporte terrestre	Transporte maritimo	Indus- trias	Fabrica- ción de gas y coke	Usos do- mésticos	Sub-total de varios usos	Generación de energía eléctrica	Total con- sumido en Chile	Expor- tación	Producción total
1939	158	446	282	394	140	205	1 625	188	1 813	35	1 848
1940	199	475	279	463	149	303	1 868	214	2 082	25	2 107
1941	200	490	253	488	151	182	1 764	244	2 008	33	2 041
1942	233	484	242	420	144	192	1 715	274	1 989	66	2 055
1943	205	521	289	522	168	202	1 907	192	2 099	37	2 136
1944	225	567	259	534	153	184	1 922	215	2 137	30	2 167
1945	192	525	199	576	135	113	1 740	181	1 921	39	1 969
1946	213	483	209	531	114	150	1 700	234	1 934	38	1 972
1947	189	515	185	540	167	145	1 741	264	2 005	12	2 017
1948	223	553	190	586	89	169	1 810	239	2 049	31	2 080
1949	218	512	168	531	181	147	1 757	144	1 901	64	1 965
1950	199	531	203	683	149	182	1 947	220	2 167	69	2 236
1951	215	571	193	873	126	183	2 161	228	2 389	57	2 446
1952	232	585	172	862	134	239	2 224	283	2 507	0	2 507

⁽¹⁾ Datos del cuadro Nº 6 con equivalencia de 1 kg de carbón = 1 kWh, con excepción de la generación de energía eléctrica, para la cual se han usado los datos directos de producción de las empresas generadoras.

(2) Consumo propio de las compañías carboneras, con exclusión de la generación de energía eléctrica.

dichos productos. A partir del año 1949 ha habido producción nacional de petróleo; pero ha sido exportado con exclusión del consumo de gas natural en los yacimientos petrolíferos. No ha existido, por tanto, consumo de energía derivada de este combustible nacional.

Las cifras de producción y exportación del petróleo crudo nacional y el consumo de gas natural se indican en el cuadro Nº 8.

Cuadro Nº 8

PRODUCCION Y EXPORTACION DE PETROLEO CRUDO, Y PRODUCCION Y CONSUMO DE GAS NATURAL

1949 - 1952

	Pe	tróleo crud	Gas natural					
Año	Produ	acción	Export	ación		Consumo		
	Miles de toneladas	Miles de kilolitros	Miles de toneladas Miles de kilolitros		Producción total	En forma de gas millones de m ³	Para ex- traer gaso lina	
1949	7	9	0	0	4.4	2,7	0	
1950	80	100	63	77	199,0	5,4	0	
1951	97	121	113	138	143,4	8,4	0	
1952	116	194	106	134	91,5	16,5	48.6	

El consumo de los principales productos derivados del petróleo se indican en el cuadro Nº 9. En los casos en que no ha sido posible obtener las cifras de consumo anual, se han incluído en el cuadro los datos de internación anual de los respectivos productos.

En cuanto a la distribución del consumo de los productos derivados del petróleo, se dispone, en general, de muy pocos datos estadísticos. La distribución del consumo de gasolina y kerosene en las aplicaciones más importantes aparece en el cuadro Nº 10. Para la determinación de las cifras de este cuadro, sólo se ha dispuesto, para la gasolina corriente para automóviles, de los datos de distribución correspondientes a los años en que su consumo estuvo sujeto a racionamiento, desde 1943 a 1945. La distribución del consumo de la gasolina en los transportes terrestres y marítimo se ha hecho con la suposición de haberse mantenido, en los otros años, el mismo porcentaje de distribución habido entre 1943 y 1945. Con respecto a la gasolina de aviación, se ha supuesto que el total de ésta se consumió en el transporte aéreo. El empleo de la gasolina en la generación de electricidad ha sido insignificante, y en la fabricación de gas ha sido nulo.

El consumo de alcohol, que se mezcla con la gasolina para el transporte terrestre, se considera entre los consumos de "otros combustibles".

La distribución del empleo del petróleo diesel y combustible en los transportes terrestre y marítimo, fabricación de gas, generación de electricidad y en otros usos, se indica en el cuadro Nº 11.

Cuadro Nº 9

CONSUMO DE PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETROLEO EN CHILE 1939 - 1952 (1)

	Gaso	lina		Petróleo				
Años	Para auto- móviles	Para aviones	Kerosene	Diesel	Combustible			
	3	dillones de litro	15	Miles de	e toneladas			
1939 (2)	1 12	127,8 13,7 89,0						
1940 (2)	1000	4,0	11,7	60,0	607,0			
1941	175,1	3,4 (3)	13,1 (3)	63,6	795,1			
1942	150,8	5,8	17,9	67,4	879,2			
1943	114,4	5,6	15,1	58,1	944,5			
1944	124,7	7,7	16,7	54,5	888,3			
1945	139,1	11,7	19,5	57,4	903,0			
1946	210.9	14,2	26,2	64,5	791,8			
1947	266,7	20,0	32,7	72,1	874,8			
1948	297,3	24.0	38,4	74,9	889,4			
1949	323,8	23,0	45,1	86,2	828,1			
1950	324,7	22,8	53,5	97,5	766,2			
1951	354,3	22,9	71,1	102,0	852,0			
1952	409,1	26,3	97,1	129,7	889,7			

- (1) Datos obtenidos del Departamento de Minas y Petróleos del Ministerio de Economia y Comercio, y de la Dirección General de Estadística.
 - (2) Valores correspondientes a las internaciones.
 - (3) Valores estimados.

Cuadro Nº 10

DISTRIBUCION DEL CONSUMO DE GASOLINA Y KEROSENE EN CHILE, 1939 - 1952

Millones de litros

		Gasolina									
Año		Transporte		0		Kerosene					
	Terrestre (1)	Maritimo (1)	Aéreo	Otros	Total	Total					
1939	100,0	0,2	1,8	25,8	127,8	13,7					
1940	114,0	0,2	2,5	27,3	144,0	11,7					
1941	140,0	0,2	3,4	34,9	178,5	13,1					
1942	120,0	0,2	5,8	30,6	156.6	17,9					
1943	91,5	0,2	5,6	22,7	120,0	15,1					
1944	100,0	0,2	7,7	24,5	132,4	16,7					
1945	111,0	0,2	11,7	27,9	150,8	19,5					
1946	169,0	0,3	14,2	41,6	225,1	26,2					
1947	213,0	0,4	20,0	53,3	286,7	32,7					
1948	237,0	0,4	24,0	59,9	321,3	38,4					
1949	258,0	0,5	23,0	65,3	346,8	45,1					
1950	259,0	0,5	22,7	65,3	347,5	53,5					
1951	278,0	0,6	22,9	75,7	377,2	71,1					
1952	320,0	0,6	26,3	88,5	435,4	97,1					

(1) Valores estimados.

Cuadro Nº 11

DISTRIBUCION DEL CONSUMO DE PETROLEO DIESEL Y COMBUSTIBLE EN CHILE

1939 - 1952 (1)

Miles de toneladas

		Pet	tróleo	d	Petróleo combustible								
Año	Trans Terres- tre (2)		Fabri- cación de gas	Otros usos	Sub-total	Genera- ción de electri- cidad	Total	Trans Terres- tre		Otros usos	Sub-total	Generación de electri- cidad (3)	Total
1939 1940 1941 1942 1943 1944 1945 1946 1947 1948 1949 1950 1951 1952	13,4 9,0 9,3 10,1 8,8 8,2 8,6 9,5 10,9 11,2 13,0 14,6 15,3 19,4	1,2 0,8 0,9 0,9 0,8 0,7 0,8 0,9 1,0 1,1 1,2 1,3 1,9 6,5	0 0 0 4,2 5,2 4,3 4,9 6,5 6,0 8,2 9,1 10,4	44,1 20,0 23,1 22,2 12,2 10,3 11,3 15,4 21,9 21,9 29,9 38,1 41,7 35,2	58,7 29,8 33,3 37,4 27,0 23,5 25,6 33,3 39,6 42,4 53,2 64,8 68,0 71,5	30,3 30,2 30,3 30,0 31,1 31,0 31,8 31,2 32,5 32,5 32,5 33,0 32,9 33,7	89,0 60,0 63,6 67,4 58,1 54,5 57,4 64,5 72,1 74,9 86,2 97,7 101,7	64,8 77,4 85,8 90,7 96,6 94,5 99,9 92,6 103,2 99,1 95,9 86,7 101,3 108,5	12,1 16,7 21,8 24,3 25,9 24,4 24,7 21,8 24,0 24,4 22,7 21,0 22,6 24,8	57,7 170,9 219,8 306,9 363,7 302,1 315,7 243,9 318,2 319,5 308,3 305,0 326,3 336,0	134,6 265,0 327,4 421,9 486,2 421,0 440,3 358,3 445,4 443,0 426,9 412,7 450,2 469,3	307,6 342,0 467,8 457,5 459,1 466,9 462,3 433,7 429,1 446,6 401,2 333,5 405,5 578,2	442,2 607,0 795,2 879,4 945,3 887,9 902,6 792,0 874,5 889,4 828,1 766,2 855,7 847,5

⁽¹⁾ Datos obtenidos de las principales compañías consumidoras y del Departamento de Minas y Petróleo del Ministerio de Economía y Comercio.

⁽²⁾ Valores estimados.

⁽³⁾ Datos obtenidos de las principales compañías generadoras de electricidad con petróleo.

Para la estimación del consumo de petróleo diesel en el transporte terrestre se ha adoptado un porcentaje del consumo total similar al obtenido para el periodo de racionamiento de los años 1943 a 1945. Para los demás usos, para los cuales no se ha dispuesto de datos directos, se han adoptado porcentajes similares a los correspondientes a 1950, pues en ese año se obtuvo información sobre la distribución del empleo de petróleo diesel en los diversos usos que se han considerado.

Es necesario llamar la atención que parte del petróleo que se ha consumido en los motores diesel no corresponde a la clasificación de "petróleo diesel", pues cantidades importantes, como las 70 000 t del año 1950, fueron de "petróleo combustible", que se usó en la generación de energía diesel-eléctrica en las plantas de la Compañía Salitrera Anglo-Lautaro.

Para la estimación de la distribución del consumo de petróleo combustible en los transportes terrestre y marítimo se han adoptado porcentajes del consumo total de cada año similares a los obtenidos para este consumo en 1950, año en que se dispuso de información sobre la distribución de su empleo en los usos considerados. Los principales consumos de petróleo combustible en el transporte terrestre corresponden a los ferrocarriles del norte del país, ferrocarriles salitreros y ferrocarril de Antofagasta a Bolivia, y el mayor consumo, en la generación de energía eléctrica, a la planta térmica de la Chile Exploration Co., en Tocopilla. Dentro de este último rubro de consumo se ha incluído, también, el petróleo consumido en las plantas diesel-eléctricas de la Compañía Salitrera Anglo-Lautaro, aunque, en rigor, este consumo no debiera cargarse integramente a la generación de electricidad, ya que, de la recuperación del calor de los gases de escape se obtiene energía térmica utilizada en el proceso de elaboración del salitre. Sin embargo, no ha sido posible separar el consumo de esta energía para clasificarlo en el de "otros usos", indicado en el cuadro Nº 11.

Se ha hecho un resumen del consumo de energía, proveniente de los diversos productos derivados del petróleo, valorizado en kilowatt-horas para las diversas utilizaciones, que aparece en el cuadro N° 12. Cuando para los consumos de estos productos no ha existido la etapa de generación de energía eléctrica, se ha determinado el consumo de energía por medio de los factores de equivalencia indicados en el cuadro N° 3. Para la valorización de la energía eléctrica proveniente de estos productos se ha recurrido a los datos directos de producción de las principales plantas generadoras.

4. Consumo de leña.

A pesar de ser la leña una de las fuentes de energía más importantes de Chile, se dispone de escasísimos datos sobre su consumo anual como medio de producción de energía. Esta escasez de datos se debe, entre otras razones, a que la mayor parte del consumo tiene lugar en zonas vecinas a los puntos de producción, al elevado número de suministradores de leña y a las formas variadas de su consumo.

Fuera de los grandes centros urbanos, como las ciudades de Santiago, Valparaíso, Viña del Mar y Concepción, en donde se dispone de gas para los usos domésticos, puede estimarse que gran parte del territorio de Chile está sometido al
uso de la leña como medio primordial para producir calor. Sólo en pequeña parte,
en ciertas ciudades y sectores que carecen de suministro de gas o tienen alto
nivel de vida, se está produciendo el reemplazo progresivo del consumo de leña en
cocinas, calentadores de agua y calefacción por energía eléctrica. En otras zonas,
como la carbonera y las del norte del país, se usan, respectivamente, el carbón y
la yareta para cocinas y calefacción.

El consumo de leña empleado en la generación de energía eléctrica o mecánica, en especial en esta última forma para las faenas agrícolas, ha decrecido gradualmente debido al reemplazo de las máquinas a vapor por motores de combustión interna. Estos últimos han sido reemplazados, a su vez, por motores eléc-

Cuadro N* 12 CONSUMO DE PETROLEO Y PRODUCTOS DERIVADOS 1939 - 1952

Millones de kilowatt-horas

		T	ranspor	te	Fabri- cación de gas			Genera-	Totales		
Año	Pro- ducto (1)	Terres-	Mari- timo	Aéreo		Otros usos	Sub- total	ción de electrici- dad	Del petró- leo y de- rivados		
1000	G	204	0,4	3,7	0	52,9	261,0	0	261,0		
1939	K	0	0	0	0	28,0	28,0	0	28,0		
1555	PD	26.8	2.4	0	0	88,2	117,4	76,5	193,9		
1	PC	92,5	17,3	0	0	82,5	192,3	830,1	1 022,4	1 505,3	
	G	233	0,4	5,1	0	55,9	294.4	0	294,4		
1940	K	0	0	0	0	23.8	23,8	0	23,8		
1310	PD	18	1,6	0	0	40,0	59,6	76,8	136,4		
	PC	110,6	23,9	0	0	244,1	378,6	905,4	1 284,0	1 738,6	
	G	285	0,4	6,9	0	71.0	363,3	0	363,3		
1941	K	0	0	0	0	26,7	26,7	0	26,7		
1911	PD	18,6	1.8	0	0	46,2	66,6	76,6	143,2		
	PC	122,5	31,1	0	0	314,0	467,6	1 182,0	1 649,6	2 182,8	
	G	245	0,4	11,8	0	62,5	319,7	0	319,7		
1942	K	0	0	0	0	36,5	36,5	0	36,5	3 F .	
1942	PD	20.2	1,8	0	8,4	44,4	74,8	76,8	151,6		
	PC	129,6	34,7	0	0	438,4	602,7	1 208,3	1 811,0	2 318,8	
	G	187	0,4	11,6	0	46,0	245,0	0	245,0		
1943	K	0	0	0	0	31,0	31,0	0	31,0		
1943	PD	17,6	1,6	0	10,4	24,4	54,0	75,9	129,9	2 307,6	
	PC	138	37,0	0	0	519,5	694,5	1 207,2 cl. PC. =	1 901,7		

(1) G = Gasolina. K = Kerosene. PD = Petróleo diesel. PC. = Petróleo comognuole GP = Gas natural de petróleo.

	1	Tr	anspor	te	1			Genera-	Tot	ales
Año	Pro- ducto (1)	Terres- tre	Mari- timo	Aéreo	Fabri- cación de gas	Otros usos	Sub- total	ción de electrici- dad	Parciales	Del petro- leo y deri- rivados
	G	204	0,4	15,7	0	50,0	270,1	0	270,1	
1944	K	0	0	0	0	34,1	34,1	0	34,1	
	PD	16,4	1,4	0	8,6	20,6	47,0	76,3	123,3	
	PC	135	34,9	0	0	431,5	601,4	1 210,0	1 811,4	2 238,9
	G	226	0,4	23,8	0	57,0	307,2	0	307,2	The same of
1945	K	0	0	0	0	39,8	39,8	0	39,8	
	PD	17,2	1,6	0	9,8	22,6	51,2	73,9	125,1	1 march
	PC	142,7	35,3	0	0	451,0	629,0	1 186,9	1 815,9	2 288,0
1	G	345	0,6	29,0	0	85.1	459,7	0	459,7	
1946	K	0	0	0	0	53,4	53,4	0	53,4	
	PD	19	1,8	0	13,0	32,8	66,6	78,5	145,1	
	PC	132,2	31,1	0	0	348,5	511,8	1 111,7	1 623,5	2 281,7
	G	435,5	0,8	40,8	0	111,0	588,1	0	588,1	
1947	K	0	0	0	0	66,9	66,9	0	66,9	
2021	PD	21,8	2,0	0	12,0	43.4	79,2	85,1	164.3	
	PC	147,4	34,3	0	0	454,5	636,2	1 162,6	1 798,8	2 618,1
	G	484	0,8	49.0	0	122,0	655,8	0	655.8	
1948	K	0	0	0	0	78,5	78,5	0	78,5	
1510	PD	22,4	2,2	0	16,4	43,8	84,8	86,3	171.1	
	PC	141,6	34,9	0	0	456,4	632,9	1 172,0	1 804,9	2 710,3
	G	525,5	1,0	47,0	0	133,0	706.5	0	706.5	1
1949	K	0	0	0	0	92,2	92,2	0	92,2	
	PD	26	2.4	0	18.2	59,8	106,4	86.6	193.0	
	PC	137,0	32,4	0	0	440,5	609,9	1 075.4	1 685,3	
	GP	0	0	0	0	7,5	7,5	0	7,5	2 684,5
	G	528	1,0	46,5	0	133,0	708,5	0	708,5	
1950	K	0	0	0	0	109,0	109.0	0	109,0	
	PD	29,2	2,6	0	21,6	76,2	129.6	86,4	216.0	
	PC	123,9	30,0	0	0	435.7	589,6	958,6	1 548,2	
	GP	0	0	0	0	15,0	15,0	0	15,0	2 596,7
100	G	577,5	1,0	48,5	0	144.5	771,5	0	771.5	
1951	K	0	0	0	0	145.0	145.0	0	145,0	
	PD	30,6	3,8	0	18.2	83,4	136,0	88,8	224.8	1 1 1
1	PC	126,5	41,0	0	0	475,7	643.2	1 061,3	1 704.5	
	GP	0	0	0	0	23,3	23,3	0	23,3	2 869,1
	G	665,4	1,2	53,6	0	168,5	888,7	0	888.7	1
1952	K	0	0	0	0	198,2	198,2	0	198,2	Will be
	PD	38,8	13,0	0	20,8	70,4	143,0	92.9	235,9	Mark 1
	PC	133,7	53,4	0	0	483,3	670,4	1 000,6	1 671,0	
	GP G =	0	0	0	0	45,8	45.8	0	45,8	3 039,6

(1) G = Gasolina. K = Kerosene. PD = Petróleo diesel. PC = Petróleo combustible. GP = Gas natural de petróleo.

tricos con conexión a sistemas de distribución de energía eléctrica. Por otra parte, el crecimiento de la población del país determina un aumento en el consumo de leña, ya que un sector de dicho crecimiento tiene bajo nivel de vida y no queda afecto a la influencia del consumo de electricidad para los usos domésticos de producción de calor; pero este aumento de consumo puede considerarse compensado con la disminución anotada, de modo que puede suponerse sensiblemente constante el consumo de leña.

Para la valuación del consumo anual de leña en Chile sólo se conocen estimaciones globales, que presentan discrepancias apreciables. A continuación se indican tres de ellas:

U. S. Forest Mission "Forest Resources of Chile" $3\,000\,000\,\mathrm{m}^3$ Pablo Krassa "Combustión y Combustibles" $3\,000\,000\,\mathrm{t}$ U. S. Department of State "Energy Resources of the World" $18\,000\,000\,\mathrm{m}^3$

Para hacer otra estimación, se ha valorizado el consumo de leña a base de apreciar el consumo para dos provincias centrales y dos del extremo sur del país. Se ha partido de un consumo de 10 y de 20 kg diarios por familia, y se ha supuesto: que cada una está formada en promedio por 5 personas, que el 70% de las familias usan leña, y que la densidad media de ésta es 0,5. Así se obtiene aproximadamente:

y Magallanes) 2 m³ de leña por habitante al año.

Para asignar el consumo a las demás provincias se han adoptado coeficientes con respecto a estas dos cifras. El resultado de esta estimación, con referencia a la población del país según el censo de 1952, se indica en el cuadro Nº 13, el cual da una cifra algo superior a 5 000 000 m³.

En atención al mejor grado de aproximación de esta estimación y a lo expuesto anteriormente, se ha adoptado esta última cifra y se ha supuesto constante el consumo medio anual de leña para Chile. De acuerdo con el factor de equivalencia de 2,5 m³ de leña por kilowatt-hora, indicado en el cuadro Nº 3, la leña representaría un consumo anual de energía de 2 000 000 kWh. A partir de 1948 se ha agregado el equivalente del consumo estimado de carbón vegetal.

5. Consumo de otros combustibles.

Dentro de esta clasificación, el combustible más importante es el alcohol etílico. Su consumo directo para producir calor es despreciable; pero no así el consumo proveniente de su mezcla con gasolina para los vehículos motorizados. De acuerdo con varias disposiciones legales se puede agregar a la gasolina, para estos fines, hasta un 25% de alcohol de melaza (Decreto Ley Nº 3 655 del 25 de Diciembre de 1933) y cierta proporción de alcohol derivado de la destilación de los excedentes de vinos (Decreto de Hacienda Nº 2 621 de 5 de Julio de 1944).

Cuadro Nº 13

CONSUMO ESTIMADO DE OTROS COMBUSTIBLES EN CHILE

A base del censo de la población de 1952

Provincia	Consumo de leña en m³ por habi- tante al año	Número de habitantes, en miles	Consumo anual en miles de m ³ de leña	
		The second like to	10	
Tarapacá	0,1	103	10	
Antofagasta	0	185	8	
Atacama	0,1	80	79	
Coquimbo	0,3	262	0.71	
Aconcagua	0,8	128	82	
Valparaiso	0,3	498	90	
Santiago	0,3	1 753	526	
O'Higgins	1,0	225	225	
Colchagua	1,0	140	140	
Curicó	1,0	89	89	
Talca	1,0	174	174	
Maule	1,0	72	72	
Linares	1,0	146	146	
Nuble	1,0	252	252	
Concepción	0,7	412	288	
Arauco	2,0	72	146	
Bio-Bio	2,0	139	278	
Malleco	2,0	159	318	
Cautin	2,0	365	730	
Valdivia	2,0	233	466	
Osomo	2,0	123	246	
Llanquihue	2.5	140	350	
Chiloé	2,5	100	250	
Aisén	3,0	26	78	
Magallanes	3,0	55	165	
Total		5 931	5 208	
Consumo de yare	70 (1)			
Consumo de carb	ón vegetal		200 (1)	
Total en el país			5 478	

⁽¹⁾ Cifras estimadas en equivalente de m3 de leña.

En general, la cantidad de alcohol que se ha destinado a la mezcla con gasolina ha estado subordinada a la capacidad de producción de alcohol en el país, por lo cual se han ocupado cantidades muy inferiores a las correspondientes a los porcentajes máximos autorizados por los Decretos ya citados.

Con excepción de los años 1944 y 1945, el alcohol usado para ser mezclado con gasolina ha provenido enteramente de la destilación de melazas de las refi-

nerías de azúcar del país. Durante los años 1944 y 1945 hubo fabricación de alcohol proveniente de la destilación de los excedentes de vinos, aporte que no se ha mantenido en los años siguientes debido a que se ha normalizado el abastecimiento de gasolina en el país y a que el empleo de este tipo de alcohol como combustible, en condiciones normales, resulta antieconómico.

El consumo de alcohol mezclado con gasolina para el funcionamiento de los motores de los vehículos se indica en el cuadro Nº 14, así como la energía anual equivalente que éste representa, calculado de acuerdo con el factor de equivalencia de 1 litro por kWh, indicado en el cuadro Nº 3.

Cuadro Nº 14

CONSUMO DE ALCOHOL ETILICO Y ENERGIA EQUIVALENTE 1939 - 1952

Año	Consumo de alcohol = Millones de litros =	Energia equivalente Millones de kWh
1939	0,83	
1940	1,15	
1941	0,82	
1942	1,47	
1943	2,65	
1944	2,83	
1945	3,75	
1946	1,15	
1947	1,10	
1948	1,51	
1949	1,62	
1950	1,73	
1951	1,45	
1952	2,09	

Además del alcohol etílico, se ha obtenido energía, principalmente en forma de calor, de otros combustibles, como ser: otros alcoholes, benzol, alquitrán, residuos vegetales, bostas, yescas, etc.

Para el efecto del presente estudio, se ha estimado que el consumo anual de estos combustibles ha presentado una energía equivalente a 5 millones de kWh, que se ha clasificado en la categoría de "otros usos".

6. Consumo de energía hidráulica.

La energía hidráulica puede aprovecharse de dos formas, para transformarla en energía mecánica o para generar energía eléctrica.

a) Transformación en energía mecánica.

Para esta transformación se usan principalmente instalaciones de turbinas y ruedas hidráulicas acopladas directamente a molinos, aserraderos, etc. Estos ele-

mentos están desapareciendo rápidamente en el país, debido al desarrollo de la electrificación.

No existen datos estadísticos respecto al número, potencia ni horas de servicio de esta clase de instalaciones. Una estimación muy imprecisa de la energía anual aprovechada en esta forma podría ser la cifra de 3,5 millones de kWh, que es pequeña (0,04%) con respecto a la energía total consumida actualmente en Chile.

Se puede afirmar que la totalidad de esta energía se usa con fines industriales, por lo cual, en el presente estudio, se la ha clasificado dentro del rubro "Otros usos".

La falta de precisión de la cifra indicada, no permite estimar las variaciones anuales que haya experimentado esta forma de energía dentro del período de 14 años considerado, de modo que se ha supuesto que su valor se ha mantenido constante durante dicho lapso.

b) Generación de energía eléctrica.

Esta generación de energía se lleva a cabo principalmente por medio de turbinas hidráulicas acopladas a generadores eléctricos. Esta forma de generación constituye la base del desarrollo de la energía eléctrica en Chile, por las disponibilidades de recursos naturales y por razones económicas.

Al comparar esta fuente generadora con las otras analizadas anteriormente, se observa que es la que ha experimentado el incremento de mayor importancia en los últimos años. Aparte de la influencia que la ENDESA ha tenido en este crecimiento, ha habido, en el transcurso de los últimos 14 años, aumentos importantes en la generación de energía hidroeléctrica proveniente de nuevas instalaciones de otras empresas, en especial de empresas fabriles, tales como las industrias del cemento, papel y carburo de calcio.

Para apreciar la influencia que las diferentes empresas generadoras de electricidad han tenido durante el período en estudio, se han anotado en el cuadro Nº 15 las cifras de la generación de energía eléctrica proveniente de las centrales hidráulicas de las principales industrias productoras. Esa influencia, por lo que respecta a la ENDESA y a la producción de energía hidroeléctrica, se analizará después en detalle.

7. Generación de energia por el viento.

En algunas zonas del país existen numerosas instalaciones de molinos de viento para elevación de agua, que prácticamente constituye el único aprovechamiento del viento para la generación de energía. Las cantidades de energía o de potencia desarrollable en estas instalaciones son pequeñas y no representan magnitudes dignas de tomarse en cuenta al compararlas con la producción de energía proveniente de las otras fuentes consideradas en este estudio.

En general, las instalaciones mencionadas son antiguas, con excepción de unas pocas destinadas a radiorreceptores.

GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA EN CENTRALES HIDRAULICAS DE CHILE

1939 - 1952

Millones de kilowatt-horas

Año	Andes Copper Co.	Fábrica de Cemento de El Melón	Compañía Ma- nufacturera de Papeles y Car- tones	Fábrica Nacional de Carburo	Compañía Chilena de Electricidad	Braden Copper Co.	ENDESA	Varias Empre- sas de Servicio Público Eléc- trico y otras	Totales anuales
Allo	Centrales Montandón y Sifón Bajo	Central Los Quilos	Centrales Carena y Puntilla	Central Los Bajos	Centrales Flo- rida, Maitenes, Queltehues, Volcán y otras	Centrales Coya y Pangal	Centrales Molles, Sau- zal, Abanico y Pilmaiquén	Varias Centrales	
1939	24,4	18 _	77,9	_	343,5	292,0	_	27,2	765,
1940	18,6	_	84,4	_	376,8	258,6		28,0	766,
1941	15,7	_	87.4	-	392,2	322,7	-	28,7	841,6
1942	16,7	_	91,3	-	392,1	314,2	-	30,5	844,8
1943	15,5	61,9	87,4	-	449,8	336,6	-	31,2	982,
1944	15,5	95,8	107,0	_	450,5	347,7	1,5	32,2	1 050,
1945	16,3	99,1	143,2	22.0	510,7	329,5	13,5	33,3	1 167,
1946	18,2	108,2	126,0	34,4	495,5	247,3	24,3	34,9	1 088,8
1947	17,6	115,5	146,9	39,6	505,8	306,4	32,0	35,4	1 199,
1948	18,3	116,7	160,9	39,6	538,7	343,9	116,9	40,6	1 375,6
1949	18,7	107,5	166,9	40,3	533,9	314,4	314,2	42,4	1 538,3
1950	19,3	114,1	162,8	41,3	519,8	332,3	399,3	43,4	1 632,3
1951	16,8	125,1	126,7	40,0	579,6	351,8	513,8	44,2	1 798,0
1952	18,3	129,3	150,6	43,2	573,3	353,7	603,0	45,4	1 916,8
Generación total en el período:	249,9	1 073,2	1 714,3	300,4	6 662,2	4 451,1	2 018,5	497,4	16 967,0
Porcentajes de la generación total: año 1939 año 1952	3,2 % 0,9 %	0 % 6,7 %	10,2 % 7,9 %	0 %	44,9 % 30.0 %	38,2 % 18,4 %	0 % 31,5 %	3,5 % 2,4 %	100 % 100 %

No existen en Chile instalaciones de tipo moderno para generación de energía por medio del viento, a pesar de que en algunas zonas, donde no hay otros medios de generación, éstas podrían constituir una solución adecuada. La carencia de generación de energía por el viento se debe principalmente al hecho de que no se han fabricado instalaciones normalizadas, que puedan obtenerse a costos razonables, sin necesidad de efectuar estudios especiales para cada caso. Una de las mayores limitaciones de los diseños actuales aplicables a instalaciones individuales de generación es la dificultad de almacenar energía durante los períodos de calma.

8. Generación solar de energía.

Estrictamente, todas las fuentes de generación de energía ya analizadas provienen de efectos originados por el ciclo solar o por radiación del sol sobre ciertas materias. Las fuentes productoras originadas directamente por la radiación del sol pueden agruparse en aquellas en que hay procesos químicos o físicos y en las que no existen tales procesos. Estas últimas son las denominadas de generación solar de energía.

Los consumos de energía más importantes de Chile provenientes de la generación solar han tenido lugar recientemente, a contar del año 1950, en el proceso de elaboración de salitre y recuperación de sales de potasio en las oficinas salitreras de la Compañía Salitrera Anglo-Lautaro, en la provincia de Antofagasta. En este proceso se ha reemplazado parte de la energía mecánica, que a su vez proviene de la combustión de petróleo en motores diesel, y de la energía térmica, que también proviene de petróleo, por la energía solar que actúa mediante la elevación de la temperatura de soluciones salinas expuestas a la radiación solar.

Las cantidades aproximadas de energía aprovechada, expresada en toneladas de petróleo y en kilowatt-horas, han sido las siguientes:

	Toneladas de petróleo	Millones de kWh
Año 1951	2 000	5
Año 1952	2 000	5

Los procesos que quedan comprendidos dentro de la denominación "bomba de calor" podrían incluirse también en el aprovechamiento de la energía solar. A pesar de que existen posibilidades muy favorables para la aplicación de este proceso en Chile, aun no se ha realizado, principalmente por razones similares al caso de la generación de energía por el viento, o sea, por no disponerse de instalaciones normalizadas y económicas.

Es probable que instalaciones con aplicación de la bomba de calor puedan realizarse en un futuro próximo, como medio de mejorar el rendimiento del uso de la energía eléctrica que se utiliza en los procesos de calefacción.

9. Generación de energía animal y humana.

Los valores medios de la energía producida anualmente por los diferentes animales y por los hombres, que desarrollan trabajo productivo, están sujetos a apreciaciones.

En atención a informaciones recogidas en Chile, en consideración a las condiciones de trabajo en el país, y por comparación con los valores usados comúnmente, se ha hecho una estimación de la energía que producen los animales y los hombres.

Para avaluar la energía producida por los animales, se ha adoptado la siguiente estimación de su existencia, basada en los censos agrícolas y en las encuestas de la Dirección General de Agricultura: 400 000 bueyes, 480 000 caballos, 30 000 mulas y 30 000 burros.

Según el informe "Mecanización Agrícola en Chile", preparado por el señor Guillermo Jul, para la CEPAL, el promedio anual de días trabajados de 10 horas, en las faenas agrícolas de Chile, es de 140 días para los bueyes y de 122 días para los caballos. La potencia que desarrollan estos animales se ha estimado en 0,8 cv = 0,589 kW para los bueyes, y 1 cv = 0,736 kW para los caballos. En esta forma, la producción anual de energía resulta de 730 kWh para los bueyes y 900 kWh para los caballos. Para los bueyes se ha estimado que su totalidad desarrolla trabajo efectivo, y para los caballos que sólo el 75% lo hacen para la producción. Para las mulas y burros se han adoptado, para la totalidad de éstos, las cifras usadas comúnmente.

Para la valuación de la energía producida por los hombres se ha aceptado que éstos desarrollan una potencia media de 1/12 cv = 0,61 kW, con 2 400 horas de trabajo al año, o sea, alrededor de 150 kWh por habitante.

En el cuadro Nº 16 se anotan, para los efectos de comparación, las cifras usadas comúnmente y las adoptadas para Chile.

Cuadro N * 16

PRODUCCION ANUAL DE ENERGIA POR LOS ANIMALES Y POR LOS HOMBRES

En kilowatt-horas Valores estimados para Chile Por unidad que Por unidad del Valores usados total de animales desarrolla trabajo comunmente u hombres űtil 730 730 550 Buey 675 900 600 Caballo 450 450 450 Mula 150 150 150 Burro 100 150 150 Hombre

Para determinar el total de la energía útil desarrollada por la población del país, se ha considerado, desde luego, a la población activa, que según el Censo de 1952 era el 34% de la población; y, además, se ha agregado la mitad de la población pasiva, que se ha estimado que desarrolla trabajo útil, como ser dueñas

de casas, estudiantes, etc. En esta forma, la población que efectúa trabajo útil representa los dos tercios de la población total.

Puede estimarse que la distribución de la energía producida por los animales es del 25% para transportes y del 75% para usos varios.

De acuerdo con lo expuesto, los valores resultantes para la energía producida por los animales y por los hombres, a base de considerar constante el número de animales existentes en el país para el período en estudio, se indican en el cuadro Nº 17.

Cuadro Nº 17

ENERGIA PRODUCIDA POR EL TRABAJO DE LOS ANIMALES Y DE LOS HOMBRES EN CHILE

1939 - 1952

Millones de kilowatt-horas equivalentes

		The state of the s	Name and Address of the Owner, where the Owner, which is the Owner, where the Owner, which is the Owner, where the Owner, which is the Owner, which i	da por los animales			Energia pro-	
Año	Bueyes	Caballos	y bu-	Total	en trans-		ducida por los hombres	Total
-			rros		portes	usos		
1939	292	324	18	634	158	476	477	1 111
1940	292	324	18	634	158	476	485	1 119
1941	292	324	18	634	158	476	493	1 127
1942	292	324	18	634	158	476	502	1 136
1943	292	324	18	634	158	476	510	1 144
1944	292	324	18	634	158	476	519	1 153
1945	292	324	18	634	158	476	528	1 162
1946	292	324	18	634	158	476	537	1 171
1947	292	324	18	634	158	476	546	1 180
1948	292	324	18	634	158	476	556	1 190
1949	292	324	18	634	158	476	565	1 199
1950	292	324	18	634	158	476	575	1 209
1951	292	324	18	634	158	476	585	1 219
1952	292	324	18	634	158	476	595	1 229
Promedio del período	292	324	18	634	158	476	534	1 168

10. Consumo de energia eléctrica.

El consumo de energía eléctrica en Chile proviene prácticamente de tres fuentes: de generación a carbón, a petróleo y sus derivados, y de recursos hidráulicos. En el cuadro Nº 18 se han indicado estos consumos para el período de 1939 a 1952, así como las pérdidas de transformación y trasmisión, la producción útil, y la distribución aproximada de los consumos en transportes terrestres y varios.

En este cuadro se observa que el crecimiento de la generación total de energia eléctrica ha sido pequeño, pues sólo se ha incrementado, en el período de 1939 a 1952, desde 1 860 a 3 293 millones de kWh, lo que representa un crecimiento acumulativo anual de 4,5%. La generación hidroeléctrica aumentó, en el mismo período, desde 765 a 1 917 millones de kWh, con un crecimiento acumulativo anual de 10,0%. Del total de energía eléctrica generada en 1952, la de origen hidráulico representó el 60%, lo que corresponde al aprovechamiento de los abundantes recursos hidráulicos de Chile, realizado principalmente por la Endesa a través de sus centrales de Sauzal, Abanico y Pilmaiquén.

11. Consumo total de energia.

Las cifras totales de consumo de energía en Chile, correspondientes a las fuentes generadoras más importantes, se indican en el cuadro Nº 19. Los valores del consumo corresponden a dos grupos: aquellos que tienen un mayor grado de aproximación por estar basados, en general, en estadísticas directas, y los que corresponden a un grado de aproximación muy bajo, por estar basados en estimaciones. El primer grupo comprende las fuentes generadoras de carbón, de petróleo y sus derivados, y de energía hidroeléctrica; y el segundo, de leña, yareta, carbón vegetal, alcohol, otros combustibles, energía hidromecánica, solar, y de animales y hombres.

De las cifras de este cuadro se desprende que los consumos del grupo de mayor aproximación, que corresponde a los representativos de la producción mecánica, han aumentado desde el 56,8% del consumo total de energía de 1939, al 68,2% de 1952. De este grupo, las fuentes más importantes de energía han sido el carbón y el petróleo y sus derivados.

Al comparar los consumos totales de energía de los años 1939 y 1952, se observa que la proporción del consumo de energía proveniente del carbón, con respecto a los totales de energía consumida en esos dos años, ha disminuído en 2,4%, la proveniente del petróleo y sus derivados ha aumentado en 6,9%, y la hidroeléctrica ha aumentado, también, en 6,9%. La energía proveniente de la leña, que se ha usado principalmente en forma de calor, ha sido considerable y semejante a la proveniente del carbón y del petróleo y sus derivados, aunque en el período indicado la proporción sobre el consumo total ha disminuído en 7,4%.

En las cifras de este mismo cuadro se observa que el consumo total de energía en Chile aumentó solamente 51,8% durante el período de 13 años transcurridos desde 1939 a 1952, lo que equivale a un aumento medio anual acumulativo de 3,3% cifra que es baja e inferior a la calculada como promedio mundial.

GENERACION Y CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA EN CHILE

1939 - 1952

Millones de kilowatt-horas

of the same	Generació	n		Pérdidas de		Distribución	del consumo
Año Por carbón	Por petróleo y sus derivados	Hidráulica	Total	transforma- ción y trans- misión	Producción útil	Para el transporte	Consumos varios
188	907	765	1 860	279	1 581	117	1 464
	982	766	1 962	294		1,000	1 549
	1 259	842	2 345	352			1 876
274	1 285	845	2 404	360	2 044		1 927
192	1 283	982	2 457	368	2 089		1 976
215	1 286	1 050	2 551	382	2 169		2 052
181	1 261	1 168	2610	391	2 219	200000	2 098
	1 190	1 089	2 513	377			2 018
264	1 248	1 199	2 711	408	2 303		2 183
239	1 258	1 376	2 873	431	2 442		2 319
	1 162	1 538	2 844	427			2 291
	1 045	1 632	2 897	434			2 334
228	1 150	1 798	3 176	476	2 700	10.77.70	2 565
283	1 093	1 917	3 293	494	2 799	139	2 660
223	1 172	1 212	2 607	391	2 216	122	2 094
10,1% 8,6%	41,1% 33,2%	48,8% 58,2%	100% 100%	15% 15%	85% 85%	6,3% 4,2%	78,75 80,85
	188 214 244 274 192 215 181 234 264 239 144 220 228 283 223	Por carbón Por petróleo y sus derivados 188 907 214 982 244 1 259 274 1 285 192 1 283 215 1 286 181 1 261 234 1 190 264 1 248 239 1 258 144 1 162 220 1 045 228 1 150 283 1 093 223 1 172	Por carbón Por petróleo y sus derivados Hidráulica 188 907 765 214 982 766 244 1 259 842 274 1 285 845 192 1 286 1 050 181 1 261 1 168 234 1 190 1 089 264 1 248 1 199 239 1 258 1 376 144 1 162 1 538 220 1 045 1 632 228 1 150 1 798 283 1 093 1 917 223 1 172 1 212 10,1% 41,1% 48,8%	Por carbón Por petróleo y sus derivados Hidráulica Total 188 907 765 1 860 214 982 766 1 962 244 1 259 842 2 345 274 1 285 845 2 404 192 1 283 982 2 457 215 1 286 1 050 2 551 181 1 261 1 168 2 610 234 1 190 1 089 2 513 264 1 248 1 199 2 711 239 1 258 1 376 2 873 144 1 162 1 538 2 844 220 1 045 1 632 2 897 228 1 150 1 798 3 176 283 1 093 1 917 3 293 223 1 172 1 212 2 607	Por carbón Por petróleo y sus derivados Hidráulica Total transformación y transmisión 188 907 765 1 860 279 214 982 766 1 962 294 244 1 259 842 2 345 352 274 1 285 845 2 404 360 192 1 283 982 2 457 368 215 1 286 1 050 2 551 382 2181 1 261 1 168 2 610 391 234 1 190 1 089 2 513 377 264 1 248 1 199 2 711 408 239 1 258 1 376 2 873 431 144 1 162 1 538 2 844 427 220 1 045 1 632 2 897 434 228 1 150 1 798 3 176 476 283 1 093 1 917 3 293 494 223 1 172	Por carbón Por petróleo y sus derivados Hidráulica Total transformación y transmisión Producción útil 188 907 765 1 860 279 1 581 214 982 766 1 962 294 1 668 244 1 259 842 2 345 352 1 993 274 1 285 845 2 404 360 2 044 192 1 283 982 2 457 368 2 089 215 1 286 1 050 2 551 382 2 169 181 1 261 1 168 2 610 391 2 219 234 1 190 1 089 2 513 377 2 136 264 1 248 1 199 2 711 408 2 303 239 1 258 1 376 2 873 431 2 442 144 1 162 1 538 2 844 427 2 417 220 1 045 1 632 2 897 434 2 463	Por carbón Por petróleo y sus derivados Hidráulica Total Ción y transmisión Ción

CONSUMO TOTAL DE ENERGIA EN CHILE

1939 - 1952

Millones de kilowatt-horas equivalentes

Año	Carbón	Petróleo y deri- vados	Energía hidro- eléc- trica	Leña, yareta y car- bón ve- getal	Alcohol y otros com- bustibles	Energía hidro- mecánica y solar	Animales y hombres	Total
1939	1 813	1 505	765	2 000	6	3	1111	7 203
1940	2 082	1 739	766	2 000	6	3	1 119	7 715
1941	2 008	2 183	842	2 000	6	3	1 127	8 169
1942	1 989	2 3 1 9	845	2 000	6	3	1 136	8 298
1943	2 099	2 308	982	2 000	8	3	1 144	8 544
1944	2 137	2 239	1 050	2 000	8	3	1 153	8 590
1945	1 921	2 288	1 168	2 000	9	3	1 162	8 551
1946	1 934	2 282	1 089	2 000	6	3	1 171	8 485
1947	2 005	2 618	1 199	2 000	6	3	1 180	9 011
1948	2 049	2 710	1 376	2 050	6	3	1 190	9 384
1949	1 901	2 684	1 538	2 100	7	3	1 199	9 432
1950	2 167	2 597	1 632	2 150	7	3	1 209	9 765
1951	2 389	2 869	1 798	2 200	7	8	1 219	10 490
1952	2 507	3 040	1 917	2 228	7	8	1 229	10 936
Promedio del periodo:	2 071	2 384	1 212	2 052	7	4	1 168	8 898
Porcentajes del total: 1939	25,3%	20,9%	10,6%	27,8%	0,1%	0	15,3%	100%
1952	22,9%	27,8%	17,5%	20,4%	0,1%	0,1%	11,2%	100%

Las cifras totales del consumo de energía en Chile se han reducido a porcentajes respecto a los totales anuales, los que se indican en el cuadro Nº 20. Estas mismas cifras aparecen en el gráfico Nº 2, en cuyas curvas se destaca el aumento del consumo de energía hidroeléctrica.

> BIBLIOTECA NACIONAL BESCIÓN CHILENS

CONSUMO TOTAL DE ENERGIA EN CHILE

1939 - 1952

Distribución en porcentajes

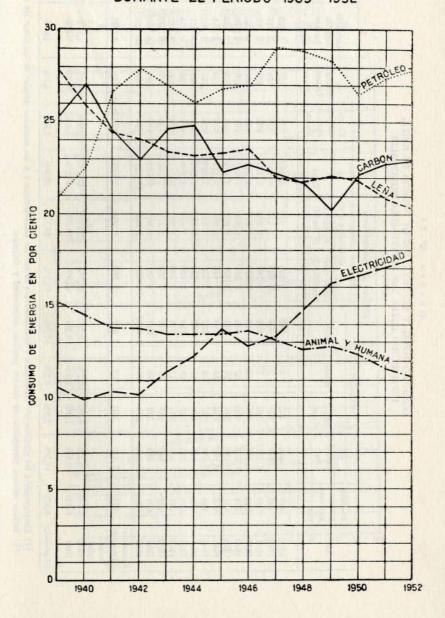
Αñα	Carbón	Petróleo y sus de- rivados	Energía hidro- eléctrica	Leña	Otros com- bustibles	Energía hidro- mecánica y solar	Animales y hombres
1939	25,3	20.9	10,6	27,8	0,1		15,3
1940	27,0	22,5	9,9	25,9	0,1	_	14,6
1941	24,6	26,7	10,3	24,4	0,1	-	13,9
1942	23,9	27,9	10,2	24,1	0,1	_	13,8
1943	24,6	27,0	11,4	23,4	0,1	-	13,5
1944	24,9	26,1	12,2	23,2	0,1	-	13,5
1945	22,4	26,8	13,7	23,4	0,1	_	13,6
1946	22,8	26,9	12,8	23,6	0,1	-	13,8
1947	22,3	29,0	13,3	22,1	0,1	_	13,2
1948	21,8	28,9	14,7	21,8	0,1	-	12,7
1949	20,2	28,4	16,3	22,2	0,1		12,8
1950	22,2	26,6	16,7	22,0	0,1	_	12,4
1951	22,8	27,4	17,1	20,9	0,1	0,1	11,6
1952	22,9	27,8	17,5	20,4	0,1	0,1	11,2
Promedio del período:	23,3	26,8	13,6	23,0	0,1		13,2

En el cuadro Nº 21 aparece la distribución de los consumos totales y exportación de energía desde 1939 a 1952, cifras que están reproducidas en el gráfico Nº 3. De dicho cuadro se deduce que ha habido un aumento más o menos uniforme de los consumos en los rubros más importantes, pues los porcentajes sobre los consumos totales se han mantenido aproximadamente iguales.

Los consumos anuales de energía total y de energía eléctrica por habitante se han anotado en el cuadro Nº 22 y en el gráfico Nº 4. En este cuadro se observa que el consumo total de energía en el país per cápita aumentó en 22,7% desde 1939 a 1952, mientras que el de la energía eléctrica tuvo un aumento de 43,1%. Los crecimientos medios acumulativos anuales per cápita fueron el 1,58% y 2,80%, respectivamente. La población aumentó con crecimiento medio acumulativo anual de 1,7% durante este lapso de 13 años.

El consumo de energía eléctrica se ha calculado para 11 diferentes zonas, cuyas características de consumo de electricidad son definidas y entre las cuales casi no ha existido intercambio apreciable de energía. En los pocos casos en que se ha producido intercambio, se ha considerado y anotado la energía correspondiente en la zona en donde se ha efectuado su consumo final.

PORCENTAJE DE LOS CONSUMOS DE ENERGIA
DE DIFERENTES FUENTES EN CHILE
DURANTE EL PERIODO 1939 - 1952



CONSUMO TOTAL Y EXPORTACION DE ENERGIA DE CHILE, DISTRIBUIDO ENTRE LAS ACTIVIDADES PRINCIPALES 1939 - 1952.

Millones de kilowatt-horas

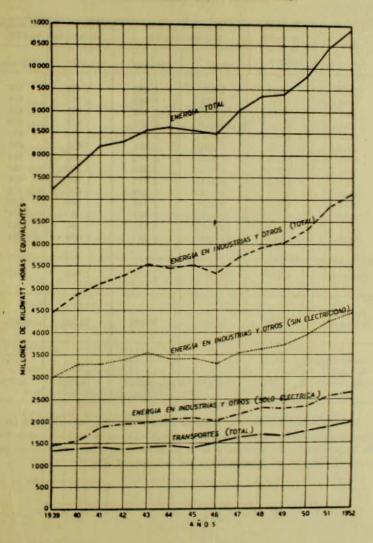
1	mr. 174-4		Transp	portes (2)			industriales, ésticos y otro					
Año	Pérdidas y consu- mos pro- pios (1).	Terres- tre	Mari- timo	Aéreo	Total	Como com- bustibles y otros usos (En forma de electri- cidad	Total	En agri- cultura, energía animal	Energía humana	Consumo total de energía	Expor- tación
1939	437	1 044	302	4	1 350	2 999	1 464	4 463	476	477	7 203	35
1940	493	1 114	305	5	1 424	3 288	1 549	4 837	476	485	7 715	25
1941	552	1 191	286	7	1 484	3 288	1 876	5 164	476	493	8 169	33
1942	593	1 154	279	12	1 445	3 355	1 927	5 282	476	502	8 298	66
1943	573	1 135	328	12	1 475	3 534	1 976	5 510	476	510	8 544	37
1944	607	1 197	296	16	1 509	3 427	2 052	5 479	476	519	8 590	30
1945	583	1 190	236	24	1 450	3 416	2 098	5 514	476	528	8 551	39
1946	590	1 256	242	29	1 527	3 337	2 018	5 355	476	537	8 485	38
1947	597	1 397	222	41	1 660	3 549	2 183	5 732	476	546	9 011	12
1948	654	1 482	228	49	1 759	3 620	2 319	5 939	476	556	9 384	31
1949	645	1 484	204	47	1 735	3 720	2 291	6 011	476	565	9 432	64
1950 '	633	1 500	237	46	1 783	3 964	2 334	6 298	476	575	9 765	69
1951	691	1 599	239	48	1 886	4 287	2 565	6 852	476	585	10 490	57
1952	726	1 721	240	53	2 014	4 465	2 660	7 125	476	595	10 936	0
Promedio del período	598	1 319	260	28	1 607	3 589	2 094	5 683	476	534	8 898	38
Porcen- tajes:										F. III		100
1939	6,1%	14,1%	4,2%	0,1%	18,3%	41,7%	20,4%	62,1%	6,9%	6,5%	100%	0,5%
1952 Promedio	6,6%	15,5%	2,2%	0,5%	18,2%	40,9%	24,3%	65,2%	4,6%	5,4%	100%	0,0%
del período	6,8%	14,5%	2,9%	0,3%	17,7%	40,3%	23,5%	63,8%	5,6%	6,1%	100%	0,4%

(1) Corresponde a las pérdidas por transmisión y transformación de energía hidroeléctrica y a los consumos propios de las minas de carbón.

(2) Incluye energía proveniente de carbón, petrôleo, electricidad y animales.

GRAFICO Nº 3.

CONSUMOS DE ENERGIA EN CHILE EN TRANSPORTES Y EN INDUSTRIAS Y OTROS USOS DURANTE EL PERIODO 1939 - 1952.



CONSUMO TOTAL Y UNITARIO DE ENERGIA TOTAL Y ELECTRICA EN CHILE

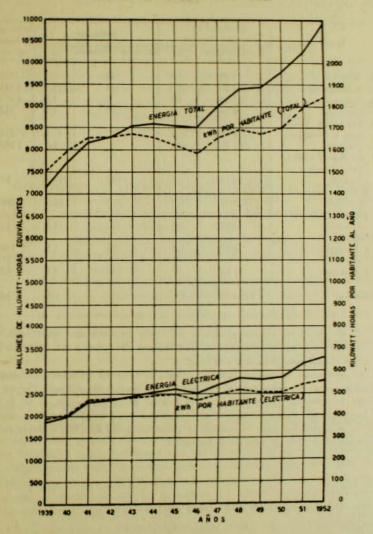
1939 - 1952

Año	Población en miles de habi-	Consumos Millones		Consumos unita por habitante		
	tantes	Total	Eléctrica	Total	Eléctrica	
1939	4 804	7 203	1 860	1 499	387	
1940	4 851	7 715	1 962	1 590	404	
1941	4 934	8 169	2 345	1 655	475	
1942	5 018	8 298	2 404	1 653	479	
1943	5 104	8 544	2 457	1 674	481	
1944	5 191	8 590	2 551	1 655	491	
1945	5 280	8 551	2 610	1 619	494	
1946	5 370	8 485	2 513	1 580	468	
1947	5 462	9 011	2 711	1 650	498	
1948	5 556	9 384	2 873	1 688	517	
1949	5 651	9 432	2 844	1 669	503	
1950	5 748	9 765	2 897	1 699	504	
1951	5 847	10 490	3 176	1 794	543	
1952	5 947	10 936	3 293	1 839	554	
Promedio:	5 338	8 898	2 607	1 662	488	
Porcentaje de aumento	24,7%	51,8%	77,0%	22,7%	43,1%	
Aumento me- dio anual acumulativo:	1,70%	3,27%	4,49%	1,58%	2,80%	

La distribución del consumo anual de energía eléctrica, para 1952, en las diversas zonas indicadas, aparece en el cuadro Nº 23, en el cual se anotan también los porcentajes del consumo y de la población y las cifras que resultan para el consumo unitario, en kilowatt-horas por habitante al año.

GRAFICO № 4

CONSUMOS TOTALES Y UNITARIOS DE ENERGIA Y DE ENERGIA ELECTRICA EN CHILE DURANTE EL PERIODO 1939-1952.



DISTRIBUCION DEL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA

EN DIVERSAS ZONAS DE CHILE

1952

Zona	Consumo de energía eléctro		Población		kWh por	
Zona	Miles de kWh	%	Miles de habitantes	%	al año	
1. Tarapacá	71 600	2,2	101	1,7	709	
2. Antofagasta	824 500	25,0	185	3,1	4 457	
3. Atacama	188 200	5,7	78	1,3	2 413	
4. Coquimbo	39 900	1,2	262	4,4	152	
5. Aconcagua, Valpa-	100	202		10.	574	
raiso y Santiago	1 369 400	41,5	2 385	40,1	100000000000000000000000000000000000000	
6. O'Higgins	361 300	10,9	226	3,8	1 599	
7. Colchagua, Curicó, Talca, Maule y					100	
Linares	38 400	1,2	624	10,5	62	
8. Nuble, Concepción y Arauco	289 800	8,8	731	12,3	396	
9. Bio-Bio, Malleco y Cautin	20 600	0,6	666	11,2	31	
0. Valdivia, Osorno y Llanquihue	74 000	2,2	505	8,5	146	
11. Chiloé, Aisén y Magallanes	15 300	0,5	184	3,1	83	
Totales	3 293 000	100	5 947	100	554	

Puede observarse en este cuadro la influencia preponderante que tienen, en los consumos por habitante al año, las instalaciones del cobre y del salitre en las zonas de Antofagasta, Atacama y O'Higgins.

En conclusión, el consumo total de energía de Chile ha tenido un crecimiento pequeño, lo que ha dificultado el desarrollo de la producción del país. Por ser la energía un elemento insustituíble para el proceso de la producción, si no se da un fuerte impulso para aumentar su abastecimiento, serán inútiles todos los esfuerzos que se desarrollen para intensificar la industrialización de Chile y elevar substancialmente el nivel de vida de la población.

Capitulo III

DISPONIBILIDADES DE ENERGIA DE CHILE

Chile posee las cuatro fuentes de energía que actualmente se utilizan en gran escala en el Mundo, a saber: carbón, petróleo, leña y recursos hidráulicos. A continuación aparece un estudio sobre cada una de estas fuentes de energía y, además, sobre otras que tienen actualmente en Chile menor importancia, como ser: del viento, de las aguas del mar, telúrica, solar y nuclear.

1. Carbón.

Geológicamente, los yacimientos carboníferos chilenos se encuentran en el Triásico y Cretáceo del Período Terciario. Según la calidad de los recursos se pueden señalar yacimientos de antracita, hulla y lignita; pero sólo estos dos últimos tienen en Chile importancia económica.

Los yacimientos conocidos de antracita son: La Ternera, en Copiapó; Quilacoya, cerca de Concepción; y Ñielol, en la provincia de Cautín. Todos ellos son

de muy pequeña importancia.

Los principales yacimientos de hulla y lignita conocidos en Chile se encuentran en las provincias de Concepción, Arauco, Valdivia, Llanquihue y Magallanes.

En la isla de Tierra del Fuego existen yacimientos de carbones livianos, de los cuales no se conocen cifras concretas sobre las reservas correspondientes. La Corporación de Fomento de la Producción ha iniciado los estudios para someter a tratamiento estos carbones livianos, a fin de mejorar su calidad y obtener su aprovechamiento en gran escala.

Las reservas de los carbones chilenos se pueden agrupar y avaluar como se indica en el cuadro Nº 24.

Las cifras del cuadro N° 24 son desalentadoras, pues dan una reserva total de carbón muy pequeña. Sin embargo, el ingeniero Sr. Osvaldo Wenzel estima que "este hecho puede modificarse consultando un amplio plan de reconocimiento "que comprenda todas las cuencas carboneras del país, desde Concepción hasta "Magallanes, ya que tan sólo el 5% de las cuencas que contienen mantos de "carbón se encuentran abiertas y cuentan con adecuado trabajo de reconocimiento, mientras que las posibilidades sobre el 95% restante permanecen ocultas".

En consecuencia, es probable esperar para el futuro que se lleguen a conocer nuevas reservas de carbón, como lo demuestran, por ejemplo, los primeros resul-

RESERVAS DE CARBON DE CHILE

Según Geografía Económica de Chile

En toneladas

	Reservas						
Yacimiento	A la vista	Probable	Posible				
Golfo de Arauco Provincia de Arauco	50 000 000	25 000 000 10 000 000	100.000 000 100 000 000				
Total de carbones pesados	55 000 000	35 000 000	200 000 000				
Bahia de Talcahuano Frontera Magallanes	1 000 000 500 000 5 000 000	1 000 000 1 000 000 400 000 000	? (1)				
Total de carbones livianos	6 500 000	402 000 000	3				
Total de las reservas	61 500 000	437 000 000	3				

(1) Los signos ? indican que no existen antecedentes para determinar las reservas posibles.

tados del reconocimiento sistemático realizado en el período de 9 años, comprendido entre 1943 y 1951, en la provincia de Arauco. Este reconocimiento ha permitido comprobar la existencia de 2 horizontes carboníferos separados por potentes capas marinas, que aumentan las posibilidades de existencia de hulla. Se comprende que es indispensable mejorar el conocimiento de las reservas existentes de carbón, ya que al ritmo actual de consumo de este combustible el total de las reservas de carbón indicadas no alcanzarán, probablemente, para cubrir las demandas de los próximos 70 años, lapso extremadamente corto en el desarrollo de un país.

Esta escasez de reservas de carbón impone, naturalmente, la necesidad de que su aprovechamiento se realice de acuerdo con normas adecuadas.

En atención a las cifras indicadas en el cuadro Nº 24, se puede estimar, grosso modo, que las reservas a la vista y probables de los carbones chilenos, de 498 500 000 t, reducidas a "carbón equivalente" alcanzan a 298 000 000 t. Con inclusión de las reservas posibles, que solamente pueden estimarse para los carbones pesados, la cifra se eleva a 492 000 000 t.

Las características de los principales carbones chilenos se resumen en el cuadro Nº 25, cuyas cifras se consignan en la "Geografía Económica de Chile", editada por la Corporación de Fomento de la Producción.

Existen, también, algunos yacimientos de turba que en general no se explotan. Pueden señalarse, por ejemplo, los de algunos valles de la zona central, como el de Panquehue, en el valle del Aconcagua. Los yacimientos de turba, según las especies de plantas que han contribuído a formarlos y el estado en que se encuentran, tienen un poder calorífico que fluctúa entre 3 000 y 4 000 cal/kg.

CARACTERISTICAS DE LOS CARBONES CHILENOS

Según Geografía Económica de Chile.

Clases de carbones	Humedad	Cenizas	Carbón fijo	Materias volátiles del carbón	Carbono puro	Materias volátiles del carbono puro	Poder calorifico superior del carbono puro	Peso específico
	%	%	%	%	%	%	cal/kg	
Carbones pesados:	144							B. S.
Lota	2,77	4.41	52,3	40,4	92,7	43,6	8 3 7 0	1 285
Schwager	2,38	5.06	51,1	41,5	92,6	44,8	8 010	1 270
Manto Grande	5,00	4,50	46,9	43,6	90,5	48,2	8 200	-
Lebu	1,71	7,17	50,4	40,7	91,1	44,7	7 820	1 023
Carbones livianos:								
Lirquén	13,25	10,25	40,7	35,8	96,5	46,8	7 730	1 026
Máfil	11,60	10,70	39,3	39,0	78,3	50,2	7 140	-
Magallanes	17,64	9,91	30,3	41,7	72,0	57,8	6 400	-

Los poderes caloríficos comerciales de los carbones que se suministran al mercado son los siguientes:

Hullas de Lota y Schwager 7 820 cal/kg Hullas de la provincia de Arauco 7 300 " Lignitas de Lirquén y Cosmitos 6 270 "

Lignitas de Valdivia, Llanquihue y Magallanes 4 000 a 5 500 cal/kg

2. Petróleo.

Desde hace muchos años se han observado en Chile manifestaciones de existencia de hidro-carburos en diversas regiones del territorio nacional (1).

En las zonas de Chintaguay, en la provincia de Tarapacá; de Siglia, en la provincia de Antofagasta; y del Salar de Pedernales, en la provincia de Atacama, existen diversos indicios de manifestaciones petroleras. En el centro del país, en las provincias de Coquimbo y Talca, también pueden considerarse algunas posibilidades. A pesar de ser aventurado, por el momento, emitir un juicio más o menos definitivo, se estima que las regiones nombradas "tienen condiciones muy poco "favorables para la existencia de yacimientos petroliferos, tanto por su desarrollo "estratigráfico como por la intensa actividad eruptiva que se ha desarrollado a "través de su historia" (2).

Más al Sur, en las provincias de Arauco, Bío-Bío y Llanquihue, se han encontrado condiciones no tan desfavorables para la existencia de yacimientos petrolíferos. Por ejemplo, en los alrededores de Carelmapu y en la parte nor-oriente de la isla de Chiloé, donde se efectuaron 11 perforaciones, con un total de 4 000 m, entre 1908 y 1921. Sin embargo, aun cuando algunas de ellas sobrepasaron los 500 m, no se encontraron demostraciones suficientes que justificaran proseguir los trabajos de perforación. Los técnicos que han visitado estas regiones aseguran que las emanaciones gaseosas superficiales, que sirvieron de base a las perforaciones, corresponden solamente a la descomposición de restos orgánicos sepultados.

En la zona del río Petrohué se ha observado que emergen algunas manifestaciones de petróleo en el límite entre la diorita andina y las lavas del volcán Osorno.

La única región de Chile donde ha sido posible, hasta ahora, determinar la existencia de petróleo en condiciones favorables, es Magallanes. Hace ya más de 40 años algunas empresas particulares iniciaron exploraciones y efectuaron perforaciones de pozos ubicados al azar en la vecindad de la ciudad de Punta Arenas. Alrededor de 1917 cesó la actividad particular, después de haberse completado unos 10 sondajes a profundidades que variaron entre 200 y 800 m, que totalizaron 5 000 m de perforación.

Transcurrido un lapso de 10 años, durante el cual toda actividad desapareció, el Gobierno estableció para sí el monopolio de la exploración y explotación del petróleo nacional e inició en 1928 nuevos reconocimientos en la zona de Magallanes.

Después de efectuar un trabajo geológico, que fué tal vez demasiado reducido para la importancia y extensión de la región por investigar, se empezaron en 1930 las perforaciones de pozos en varios distritos, a saber: Tres Puentes, Tres Brazos, Punta Prat, Isla Riesco y Río Patos. Las 7 perforaciones realizadas, que completaron 7 800 m, si bien no dieron resultados comerciales, mejoraron considerablemente el conocimiento de la geología de la región.

⁽¹⁾ Las informaciones que se dan en esta publicación han sido tomadas de la "Geografia Económica de Chile" y de un informe del ingeniero señor Osvaldo Wenzel, geólogo de la Empresa Nacional de Petróleo.

^{(2) &}quot;Geografía Económica de Chile", editada por la Corporación de Fomento de la Producción.

En 1942 la Corporación de Fomento de la Producción inició la exploración geológica y geofísica sistemática de la región de Magallanes, cuyas posibilidades de producción petrolera se extienden sobre un área aproximada de 50 000 km².

Como resultado de este extenso trabajo preliminar, que aproximadamente duró 3 años, se logró ubicar un gran número de estructuras que reúnen condiciones muy favorables para que se presenten acumulaciones de petróleo o gas. Seis de ellas se han perforado en el continente, a saber: Mina Rica, Pecket, Canelos, Ganso, Delgada y Prat. De éstas, Delgada es la única que ha dado petróleo y gas; las demás resultaron improductivas, y en la estructura de Canelos debió suspenderse la perforación a causa de las malas condiciones del terreno.

Hasta 1952, en la isla de Tierra del Fuego se han efectuado perforaciones en trece estructuras, a saber: Manantiales, Espora, San Sebastián, Angostura, Sombrero, Sombrero Este, Victoria Sur, Victoria Norte, Victoria Este, Chañarcillo Norte, Chañarcillo Sur, Punta Baja y Side. La estructura de Manantiales resultó productora, con lo cual se descubrió la existencia de petróleo en Chile el 29 de Diciembre de 1945, en el primer pozo perforado en ella, en la arena de Springhill, a una profundidad de 2 243 m. De las demás, han dado petróleo las de Sombrero, Victoria Sur, Victoria Norte y Side; son productoras de gas las de Espora, Angostura, Punta Baja, Chañarcillo Norte y Chañarcillo Sur; y han resultado secas las tres restantes: San Sebastián, Sombrero Este y Victoria Este.

Las perforaciones efectuadas hasta 1952 en Magallanes se indican en el cuadro Nº 26. En total se han perforado ahí 92 pozos con el siguiente resultado:

Pozos productores de petróleo	43 }	68,5%
Pozos productores de gas Pozos secos	29	31,5%
Total	92	100%

El porcentaje de pozos productores, sobre el total de los perforados, ha resultado, para el caso de Chile, bastante alto en comparación con los porcentajes que normalmente se obtienen en los campos petrolíferos.

Además, a fines de 1952 se encontraban en perforación cuatro pozos, en las

estructuras de Manzano, Sombrero y Victoria Sur.

Según los datos obtenidos de los trabajos efectuados primeramente por la Corporación de Fomento de la Producción y en seguida por la Empresa Nacional de Petróleo (ENAP), que se ha hecho cargo de la exploración, producción y refinación del petróleo, el horizonte productor es una arenisca de grado medio, con 10 a 40 m de potencia, constituída por granos de cuarzo cementados por arcilla blanca y material cristalizado blanco.

El petróleo que se obtiene en Magallanes es de base parafínica, de 40 grados API (American Petroleum Institute), y da por destilación directa el siguiente

resultado:

Gasolina	51,6%
Kerosene	10,6%
Aceite diesel	17,0%
Aceite combustible	14,0%
Accite community	6.8%

Cuadro Nº 26

POZOS DE PETROLEO PERFORADOS EN MAGALLANES HASTA 1952.

Estructuras	Nº de pozos	Pozos pro	ductivos	Pozos secos	Nº de pozos en perfo-
petroliferas	perforados	De petróleo	De gas	Pozos secos	ración
En el Continente:		100		188	
Mina Rica	1	-	-	1	-
Pecket	1	- 1	-	1	-
Canelos	1		_ =	1	-
Ganso	1	- 1	-	1	-
Delgada	4	1	2	1	
Prat	1	1 - 1	-	1	-
Manzano	100	-	-	-	1
En Tierra del Fuego:	1000	1000		1 1000	1000
Manantiales	35	18	8	9	-
Espora	2	-	1	1	-
San Sebastián	2	-	-	2	-
Angostura	1	-	1	-	= = = = = = = = = = = = = = = = = = = =
Sombrero	11	8	-	3	2
Sombrero Este	1	-	-	1	-
Victoria Sur	19	13	2	4	1
Victoria Norte	3	2	1	-	
Victoria Este	1	-	-	1	-
Chañarcillo Norte	4	-	3	1	-
Chañarcillo Sur	2	-	1	1	-
Punta Baja	1	-	1	-	-
Side	1	1	-	-	
Totales	92	43	20	29	4

Hasta 1952, el resultado de las perforaciones de los pozos petrolíferos de Magallanes permitió determinar las siguientes reservas de petróleo:

Reserva total probable:

Equivalente a:

Reserva de los campos productores:

Equivalente a:

80 millones de toneladas millones de kilolitros

1,92 millones de toneladas

2,40 millones de kilolitros

Los recursos de esquistos bituminosos se han agrupado en este estudio junto con el petróleo, ya que sirven para efectuar su destilación y producir gasolina y aceites combustibles.

En Chile se conocen yacimientos de esquistos en las provincias de Antofagasta, Bío-Bío y Cautín. El yacimiento más conocido, y que ha dado origen a los estudios más extensos, es el de Lonquimay, en el Alto Bío-Bío, en el cual se han ubicado dos mantos: uno de 0,50 m de espesor y de ley media de petróleo de alrededor de 80 l/t, y otro de 8,50 m y de ley media de sólo 25 l/t. Ambos mantos se deberán trabajar en forma subterránea, y las reservas posibles se estiman respectivamente en 30 y 70 millones de toneladas de esquistos. Si se consideran también las pizarras bituminosas de dicho yacimiento, que tienen una ley de sólo 10 l/t, las reservas de estos esquistos suben a 1 000 millones de toneladas de petróleo.

El segundo yacimiento de importancia es el de Pular, en Antofagasta. Según el ingeniero Wenzel, se han reconocido tres series de pizarras bituminosas: la primera, con un espesor de 30 m y ley media de petróleo de 20 l/t, la segunda con 9 m y ley media de 30 l/t, y la serie inferior con 5 mantos delgados ricos, con espesores de 0,25 m a 0,42 m y leyes medias de petróleo entre 80 y 140 l/t. De acuerdo con las reservas a la vista, en las dos primeras series se estima que habría 8,5 millones de toneladas de petróleo, y en las de los mantos ricos inferiores, 4,5 millones de toneladas. Se cree que las reservas posibles alcanzan a varias veces estas cifras.

En la provincia de Bío-Bío se ha estudiado el yacimiento de Quenco, en el cual, al parecer, no es posible ubicar mantos ricos y potentes.

La descripción que antecede permite apreciar el muy pequeño valor econónómico que es posible atribuir a los yacimientos conocidos de esquistos de Chile, puesto que la cantidad total de petróleo que podría obtenerse de su destilación, sólo alcanzaría a algunas decenas de millones de toneladas. Esta cifra, que frente al escaso tonelaje de petróleo hasta ahora reconocido en Magallanes podría parecer de importancia, no tiene valor económico debido a la muy baja ley de los yacimientos y al débil espesor de los mantos ricos. Sin embargo, los procesos de destilación en sitio, en actual investigación en el Mundo, pueden significar, para el futuro, aportes valiosos para realizar la explotación económica de la riqueza que representan los yacimientos de esquistos bituminosos.

3. Leña.

Se ha estimado, en general, que los recursos forestales de Chile son cuantiosos, pero no excepcionales.

La mejor fuente de información sobre los recursos forestales de Chile es el informe elaborado en 1946 por la Misión del Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (1).

El área forestal ha sido estimada por esta Misión en 16 234 400 ha, las cuales se reducen más o menos a 14 500 000 ha, al eliminar los terrenos rocosos con bosques no comerciales. En la obra "Forest Resources of the World" se indica que el área forestal de Chile es aproximadamente de 12 000 000 ha.

^{(1) &}quot;Forest Resources of Chile as a Basis for Industrial Expasion", del que son autores los señores I. T. Haig, L. V. Teesdale, P. A. Briegled, B. H. Payne y M. H. Haertel.

La Misión dividió al país en 6 regiones madereras, y su apreciación de los terrenos forestales del país se indica en el cuadro Nº 27. El área total de terrenos forestales, de 16 234 400 ha representa el 22% de la superficie del país y el 56% del ecúmene agrícola de Chile, que sólo abarca 29 000 000 de las 74 176 700 ha de superficie del territorio nacional. En el cuadro Nº 28 puede observarse la importancia que tienen los terrenos forestales de las dos regiones de Arauco-Malleco y de Chiloé-Aisén, que alcanzan al 66% de la superficie forestal total del país.

El valor económico real de los bosques queda representado por su crecimiento anual, ya que el volumen de madera que racionalmente debe ser explotado, sin agotar la existencia de los bosques, no debe sobrepasar el crecimiento anual. En el cuadro Nº 28 se indican las cifras que la Misión Forestal mencionada determinó para la desaparición y crecimiento anuales de los bosques chilenos en las diversas regiones madereras. En este cuadro se observa que el volumen total de la madera en pie, existente en 1946, fué de 1 843,5 millones de metros cúbicos, de los cuales la madera aserrable alcanzaba a 412,8 millones de metros cúbicos, o sea, al 22,3% del total. Frente a una desaparición media anual de 37,9 millones de metros cúbicos, el corte medio de madera fué sólo de 5,5 millones y el crecimiento medio anual del volumen total fué de 20,7 millones de metros cúbicos. Se observa que la desaparición media anual de madera excede al crecimiento medio anual en 54,4%, lo cual indica la rápida extinción de los bosques de Chile, si se continúa con la misma tasa anual de desaparición.

Del volumen total del crecimiento medio anual, el 13% corresponde a los árboles plantados, los cuales proporcionan alrededor del 18% de la madera aserrable. Estas cifras revelan el importante valor económico que corresponde a las plantaciones forestales, a causa de su enorme crecimiento anual, en relación con el resto de los recursos forestales de Chile. La Misión Forestal, que indicó que el crecimiento anual puede ser incrementado en forma apreciable por medio del cuidado racional de los bosques, calculó que el crecimiento medio anual posible era de 36,9 millones de metros cúbicos, lo cual representa un 79% más que el actual.

Una gran proporción del volumen sólido de madera se aprovecha en usos distintos de la producción de energía, como ser: madera elaborada, durmientes, revestimiento de minas, cierros, madera terciada, pasta de madera, postes, etc. La Misión Forestal determinó que, del corte medio anual de madera, el 55,4% se quemaba, el 27,4% se elaboraba en barracas, y el 17,2% restante se destinaba a otros usos. La utilización de la madera como leña corresponde a un consumo primario de árboles vivos, y a uno secundario de madera seca en pie o caída. El consumo primario de leña ha sido estimado en 3,08 millones de metros cúbicos, y el secundario en 1,06 millones de metros cúbicos, con un total de 4,14 millones de metros cúbicos por año.

La norma para la explotación racional de la madera de Chile deberá considerar la elevación del crecimiento medio anual a la cifra posible indicada, de 36,9

TERRENOS FORESTALES DE CHILE ESTIMADOS EN 1946

En miles de hectáreas (1)

Regiones madereras	Terrenos boscosos	Bosques plantados	Bosques naturales	Bosques par- cialmente cor- tados y reno- vales	Terrenos deforestados por quema y corte	Terrenos rocosos con bos- ques no comer- ciales	Totales
Tarapacá a Atacama	7,7	1,3	0	0	0	0	9,0
Coquimbo a Talca	950,5	39,9	69,5	0	1,8	0	1 061,7
Linares-Maule a Bio-Bio-Concepción	1 180,0	67,2	158,2	0	8,1	7,7	1 421,2
Arauco-Malleco a Llanquihue	681,8	35,1	1 796,3	302,7	402,9	141,6	3 360,4
Chiloé y Aysén	3 439,2	0	1 947,4	162,7	160,0	1 007,1	6 716,4
Magallanes	2 695,2	0	401,9	0	30,4	538,2	3 665,7
Total de Chile	8 954,4	143,5	4 373,3	465,4	603,2	1 694,6	16 234,4

⁽¹⁾ Cifras de la Misión del Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de Estados Unidos.

Cuadro Nº 28

RECURSOS FORESTALES Y SU DESAPARICION Y CRECIMIENTO ANUALES ESTIMADOS EN 1946 En millones de metros cúbicos (1)

Regiones madereras Tarapacá a Atacam Coquimbo a Talca		s de madera tentes	Desaparición de ma			edio anual nadera	L e ñ a Corta de árboles vi- vos en pie y madera se- ca en pie o caída	Crecimiento :	Crecimiento anual po- sible	
Section 1	Total en pie	Aserrable	Total en pie	Aserrable	Volumen sólido total	Para aserrar		Volumen total	Madera aserrable	
Tarapacá a Atacama	0,3	0,02	0,02	0,001	0,02	0,001		0,01	0,001	1 3
Coquimbo a Talca	42,6	6,06	1,66	0,174	1,29	0,110		0,97	0,173	1
Linares-Maule a Bio-Bio-Concepción	63,5	11,03	1,33	0,241	0,74	0,109		1,87	0,569	1483
Arauco-Malleco a Llanquihue	845,0	245,50	20,01	5,700	3,06	0,785		8,47	2,296	133
Chiloé y Aisén	698,2	129,80	11,71	2,248	0,28	0,051	125	7,55	1,382	125
Magallanes	193,9	20,40	3,17	0,384	0,16	0,040		1,79	0,204	
Total de Chile	1 843,5	412,81	37,89	8,748	5,55	1,096	4,14	20,68	4,623	36,93

⁽¹⁾ Cifras de la Misión del Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de Estados Unidos.

millones de metros cúbicos, y el aumento del porcentaje de madera utilizable. Esto último se puede obtener por disminución de las pérdidas por acción del fuego, de las enfermedades y de los insectos que reducen el volumen de la madera aprovechable a sólo una parte del crecimiento medio anual. La cifra de crecimiento posible es casi igual a la de desaparición media anual actual.

4. Recursos hidráulicos.

Los recursos hidráulicos de Chile serán considerados extensamente en el capítulo siguiente de este estudio; por lo tanto aquí se hará sólo una breve referencia de ellos.

Las características esenciales de los recursos hidráulicos están fijadas por la topografía y el clima. Chile presenta en toda su longitud la peculiaridad de ser una angosta faja de territorio que contiene a una alta cordillera, la de los Andes, situada próxima al Océano Pacífico, lo que motiva fuertes desniveles en recorridos muy cortos para sus ríos. Esto determina el hecho de que los recursos hidráulicos dan origen a lugares de energía con alturas de caída medias y altas. A causa de la estrechez del territorio, entre las altas cordilleras y el mar, se forman, en general, ríos que tienen pequeñas hoyas hidrográficas y, aunque existen zonas de precipitaciones atmosféricas muy altas, no pueden obtenerse grandes volúmenes de agua, excepto cuando se presentan acumulaciones en lagos.

En razón a que el territorio continental de Chile se extiende entre los paralelos 17º 30º y 56º de latitud sur, existe una gran variedad de climas con características pluviométricas totalmente diferentes. La variación de la latitud y las características del relieve geográfico determinan un régimen de precipitaciones atmosféricas que varía desde la absoluta aridez de la zona norte hasta la extrema pluviosidad de

ciertas zonas de los archipiélagos australes.

Por ahora, cabe destacar que, tanto la cantidad de agua caída como su repartición durante cada año, aumentan del norte al sur del país. Con excepción del extremo norte, en las zonas norte y central del país las precipitaciones se producen en su mayor parte en Invierno, y principalmente en forma de nieve en las altas cordilleras, lo que da origen a un régimen de escurrimiento de los ríos de características netamente glaciales, con fuertes diferencias entre los estiajes de Otoño e Invierno y creces de deshielo de fines de Primavera y principios de Verano. A medida que se avanza hacia el Sur, el régimen de los ríos cambia, debido a tres causas fundamentales: mayor duración del período de lluvias, las que tienden a repartirse durante todo el año; mayor preponderancia de la parte pluvial de las hoyas en comparación con la parte glacial; y regulación del escurrimiento de las aguas, causada por importantes embalses naturales, formados por lagos y lagunas. Estas características determinan que los ríos del sur del país sean de régimen marcadamente pluvial.

Afortunadamente, resulta así que los regímenes de escurrimiento de los ríos de las zonas central y sur son complementarios, lo cual hace posible el aprovechamiento máximo de los recursos hidráulicos, mediante la debida planeación e

interconexión de las centrales hidroeléctricas que se construyan.

Como se indicará más adelante, se han realizado estudios para formar el Ca-

tastro de los Recursos Hidráulicos de Chile, de acuerdo con las normas de la Conferencia Mundial de la Energía, que corresponden al valor de la caída bruta de aquellos "lugares de energía" en que puedan desarrollarse centrales de más de 1 000 kW de potencia. Se han anotado las cifras correspondientes a tres gastos: de 95% y de 50% de duración hidrológica y de gasto medio. De estas cifras resalta la abundancia de los recursos hidráulicos correspondientes a la 3º, 4º, 5º v 6º Región Geográfica, en que se ha dividido el país, según se explicará más adelante, y las posibilidades relativamente pequeñas en la 1º, 2º y 7º Región.

Además, se ha hecho una estimación de los posibles recursos de carácter internacional, de los cuales a Chile le podría corresponder el aprovechamiento de una parte de ellos. Por ejemplo, la 1ª Región tendría un abastecimiento importante de energía eléctrica al ser aprovechados los recursos hidráulicos internacionales

provenientes de las aguas del lago Titicaca.

Cabe destacar que el aprovechamiento combinado de los recursos de las diversas Regiones Geográficas, mediante la interconexión de los centros de gravedad de sus capacidades generadoras, especialmente entre los de la 3º, 4º, 5º, y 6º Región Geográfica, permitirá obtener un aprovechamiento extraordinariamente favorable

de la potencia posible de desarrollar en la zona centro-sur del país.

Con respecto a los recursos de generación hidroeléctrica internacionales, existe la posibilidad del aprovechamiento, va insinuado, de las aguas de la hoya hidrográfica del lago Titicaca. Estas aguas se podrían conducir a las planicies del norte de Chile y sur del Perú. Tendría esto la triple finalidad de aprovecharlas para regadio, para generación de energía eléctrica y para usos industriales. La gran cantidad de energía eléctrica posible de generar, si esta obra se realizara en esta forma, permitiria atender con exceso las necesidades previsibles de consumo de las zonas del Altiplano boliviano y sus minas de estaño, de la zona sur del Perú, y de la región salitrera y cuprera de Chile. Más adelante se darán otros detalles sobre este proyecto.

La desviación, también hacia el Pacífico, de las aguas del lago argentino Nahuel-Huapi, al hacerlas cruzar la cordillera de los Andes, permitiría aprove-

charlas para generar energía eléctrica en gran cantidad y a bajo costo.

No se ha hecho todavía un cálculo completo de la energía anual que podría ser generada en Chile al aprovechar los recursos hidroeléctricos; sin embargo, en base al Catastro de los Recursos Hidráulicos, no parece aventurado expresar que será posible utilizar una energía anual que sobrepase los 50 000 millones de kWh. Esta cifra equivaldria a que el país consumiera, aproximadamente, 50 millones de toneladas de carbón por año.

Energia del viento.

De las estimaciones mundiales se deduce que el viento es un recurso de ener-

gía teóricamente más importante que el de la energía hidráulica.

En Chile, las características tan particulares de su geografía influyen fuertemente en el régimen de los vientos. Como se han hecho escasos estudios sobre la posible utilización de la energía del viento y las estadísticas son deficientes, se comprende que es difícil obtener conclusiones valederas al respecto.

Se han examinado en detalle las condiciones del viento en las estaciones de

Antofagasta, Valparaíso, Santiago y Concepción. Para esto se ha dispuesto de 30 años de observaciones, hechas tres veces al día en horas fijas, que dan los términos medios mensuales del viento. Desgraciadamente, el examen de estas estadísticas indica que alrededor de 1929 debe haberse introducido un cambio de método en las observaciones, lo cual altera substancialmente los resultados, de modo que los datos anteriores a ese año no parecen ser directamente comparables con los posteriores. Esto hace conveniente iniciar estudios sistemáticos de las características del viento en diversas zonas del país, ya que el aprovechamiento de esta fuente de energía puede ser en Chile de gran interés. Ello es de particular importancia para la zona norte, en la cual las limitaciones de los recursos hidráulicos obliga a la instalación de plantas térmicas, las que podrían servir económicamente de complemento a las instalaciones de aprovechamiento del viento.

Por ejemplo, de los datos de la estadística de Antofagasta, del período de 1929 a 1949, puede deducirse lo siguiente: los períodos de calma representan más o menos el 11% del tiempo de la observación, y los vientos muy débiles, de unos 4 km/h, representan el 12%. El valor más frecuente del viento es alrededor de 11 km/h, con una persistencia de 54% del tiempo. Además, los períodos de calma se producen sistemáticamente en las primeras horas de las mañanas y los vientos más favorables ocurren en las primeras horas de las tardes.

La fórmula teórica para calcular la potencia que puede obtenerse del viento es: W = 2,3 V⁵ kW, para una rueda de 100 m de diámetro.

Con un viento de velocidad de 4 m/s (14,4 km/h) la potencia obtenible sólo sería de 150 kW; con 5 m/s (18 km/h) se llegaría a 290; y con 10 m/s (36 km/h) se obtendrían 2 300 kW.

De las estadísticas de las velocidades máximas mensuales de la estación meteorológica de Antofagasta se desprende que sólo muy ocasionalmente se podría contar con vientos de velocidad del orden de 30 km/h. El diseño de la rueda debería limitarse a obtener de ella unos 300 kW, y su costo, para estas dimensiones, probablemente no sería económico. Pero no debe olvidarse que en un mismo punto la velocidad del viento aumenta con la altura, por lo cual es muy probable que en los cerros vecinos a Antofagasta se tengan regímenes de vientos bastante más favorables, que pueden corresponder a velocidades frecuentes hasta de 10 m/s (36 km/h).

Se ha desarrollado este ejemplo y se han hecho las demás consideraciones que anteceden con el objeto de exponer el interés que habría de establecer, en la zona norte de Chile, estaciones bien equipadas para hacer observaciones sobre los vientos, con el fin de estudiar su utilización futura para generar energía eléctrica.

Factores análogos se aplican a la posibilidad de aprovechar el viento en la zona de Magallanes, cuyas tierras están generalmente afectadas por regimenes de vientos permanentes e intensos, que parecen ser especialmente favorables para aprovecharlos en la generación eléctrica.

6. Energia del mar.

El aprovechamiento de la energía del mar se estudia hoy día en el Mundo bajo dos formas. Una corresponde a la energía obtenida de las diferencias de temperatura entre las aguas superficiales y profundas, y la otra, de la energía

proveniente de las mareas.

A pesar de la existencia de una corriente de agua fría en el Pacífico, frente a las costas de Chile, y a consecuencia de que el clima es relativamente suave, es probable que no sea posible aprovechar diferencias de temperatura del agua del mar en la generación de energía, a causa de que entre las aguas profundas y las superficiales hay poca variación de temperatura. Es dudoso que se encuentre, aún en el norte de Chile, alguna zona en que la temperatura del agua superficial del mar se acerque a los 20° C.

La otra forma de aprovechamiento es la posibilidad de utilizar las mareas, lo que requiere dos condiciones para su realización: gran amplitud de éstas y topografía apropiada. De un estudio hecho de las tablas de mareas para la costa de Chile, se puede asegurar que la amplitud máxima de la marea, en la costa que se extiende de Arica a Puerto Montt, es demasiado reducida para ser aprovechada en la producción de energía. En Arica, Iquique y Antofagasta, la amplitud es de 1,40 a 1,60 m; en Valparaíso y Corral, es de 1,80 a 1,92 m. En la zona de Puerto Montt (Roca Remolinos, Paso Tantil, Puerto Quemchi) la amplitud de marea en las sicigias alcanza a cifras de alrededor de 7 m. Esta cifra podría, con condiciones topográficas muy favorables, dar margen para un proyecto de utilización de las mareas.

Las mayores mareas ocurren en el extremo austral del territorio continental, en el Banco Dirección, Bahía Posesión, Punta Catalina y Punta Dungeness, en latitudes cercanas a los 52° sur, donde fluctúan entre 9,00 y 10,36 m. Sin embargo, su aprovechamiento en esa zona no tiene justificación por ser territorio no desarrollado y deshabitado.

7. Energia telúrica.

Chile es un país en el cual el volcanismo tiene una importancia considerable. Por lo tanto, es posible que existan condiciones favorables para el aprovechamiento de la energia telúrica en determinadas zonas del país. Las aguas minerales afloran en muchos puntos del territorio nacional. En la "Geografía Económica de Chile" se indica una lista de 43 conocidas fuentes termales, de las cuales 10 sobrepasan la temperatura de 60° C. Las temperaturas de afloramiento de estas aguas no son adecuadas para la generación de energía, a causa del bajo rendimiento que resultaría; pero podría utilizarse el calor que contiene.

Una segunda manifestación de la energía telúrica la constituyen los geysers. En Chile existen pocos y sólo cabe señalar los geysers del Tatio, en el nacimiento del río Salado, en la provincia de Antofagasta, y los de Puchuldiza, en el interior

de la provincia de Tarapacá, frente a Pisagua.

Respecto a los geysers del Tatio se ha escrito extensamente en cuanto a su aprovechamiento para generar energía, pero las manifestaciones actuales son demasiado pobres para pensar en la posibilidad de una generación de cierta importancia, y ni siquiera se justifica un plan de exploraciones completo, que sería extremadamente costoso. Además, su ubicación en la alta meseta andina, al Oriente de la primera cadena de cerros de la cordillera de Los Andes, a más de 4 000

m de altura, hace difícil que su aprovechamiento pudiere ser económico a causa de la larga y costosa línea de transmisión que sería necesario construir hasta las zonas de consumo.

En general, el aprovechamiento del calor interno de la Tierra, por medio de agua calentada en las capas profundas, requiere condiciones geológicas que no son fáciles de encontrar en Chile.

8. Energia solar.

El aprovechamiento directo del calor solar, como fuente de energía para procesos industriales y para la generación de fuerza motriz, es una de las aplicaciones futuras que ofrecen mayor interés para Chile. Las caracteristicas de los desiertos del norte del país, con muchos días de sol brillante, con elevadas temperaturas y especial transparencia de la atmósfera, son muy favorables. Es necesario que en Chile se dé especial importancia a las experiencias que se realizan en diversas partes del Mundo sobre el aprovechamiento de la energía solar, ya que de obtenerse una solución práctica podría tener decisiva influencia sobre las condiciones de desarrollo de la zona norte.

Ya se ha iniciado, en 1950, el aprovechamiento de la energía solar en la industria del salitre, con la instalación de grandes estanques de evaporación solar de soluciones salitrosas para recuperar las sales potásicas.

Probablemente podrían realizarse instalaciones de aprovechamiento de la energía solar en ciertos sectores de la pampa del Tamarugal, para accionar bombas a fin de extraer agua subterránea destinada al regadio.

9. Energia nuclear.

En Chile también existe la posibilidad de aprovechar la energía nuclear. A pesar de haberse ubicado algunas manifestaciones de uranio, hasta 1952 no se había encontrado ningún yacimiento de "combustible nuclear". El problema de la generación de energía a base de "combustible nuclear" necesita instalaciones tales que exigen un alto grado de progreso. En consecuencia, después de que se llegue a una solución económica en los países de avanzado desarrollo técnico, será posible la instalación de centrales de energía nuclear, principalmente en la zona norte en razón a que posee recursos de energía muy limitados.

10. Resumen de los recursos de energia del país.

De lo expuesto puede resumirse que los recursos de energía de que dispone Chile son principalmente los hidráulicos, los de carbón, los de leña y los de petróleo. En el cuadro Nº 29 aparece un resumen de la estimación de estos recursos, en el cual se han agregado las cantidades resultantes en relación a los kilómetros cuadrados de superficie del país y al número de habitantes, según el censo de 1952.

De este resumen se deduce que actualmente las fuentes de energía más importantes, para generación eléctrica en Chile, son los recursos hidráulicos y, en segui-

Cuadro Nº 29

RESUMEN DE LOS RECURSOS DE ENERGIA DE CHILE (1)

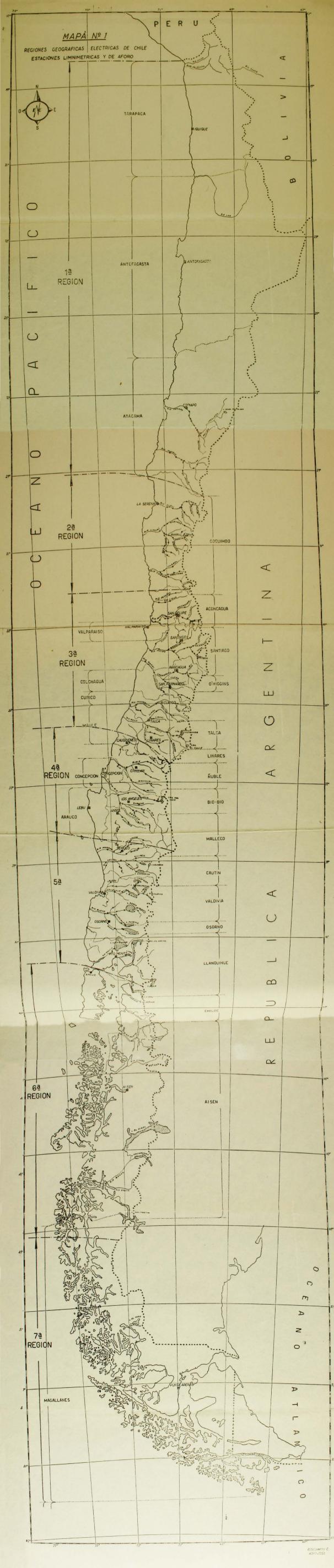
Calculados para el año 1952

	-			TIMA		N A				POSISILIDAD PUTURA								
	-	Cifras en millones						Cifras unitarias			(Cifras unitarias					
Recurso de Energia de Chile	4	Mad	eras			cos. Jación	orio	and a	31 de 1992 de	8	Mad	eras			13.0		,	4
	Carbones, Reservas	Volumen aserrable en 1946	Crecimiento anual		comprohadas	Recursos hideáulicos. Catastro de 1º instalación	Por km ^a de territorio	Por km² del ecúme agrario posible	Por habitante al 3 Diciembre de 19	Carbones. Reserve	Volimen total en 1946	Crecimiento anual posible	Petroleo, Reserva	prebables	Recursos hidráulicos. Cifras probables de los perfiles de energía	Por kms de territori	For km* del ecimen agrario pouble	Por habitante al 31 d Diciembre de 1932
CARBONES De Arauco, Tal-	Mt	100					t		t	Mt	>			7		t		
cahuano y Fron- tera	93,5	-	-	-	=	-	126	_	15,6	200	-	-	-	-	-	270	-	33,4
De Magallanes	405	-	-	_	-	_	546	-	67,5	?	_	-		_	_	,		-
MADERAS		Mm ³	Mm ³				mª	m³	m ⁸		Mm ^a	Mm ²				m ²	-m3	m
Total Leña	-	412,8 4,1	20,7	_	-	-	565 5,6	1 492 15,8	68,6 0,6	=	1 843	36,9	-	-	-	2 480 276	6 360	308
PETROLEO	-	-	_	Mkl 2,4	Mt 1,9	-	kl 3,2		kl 0,4		_		Mkl 80	Mt 100		kl 134,8	706	34,1 kl 16,1
RECURSOS		-							_				1					10,
HIDRAULICOS	1					MkW	kW		kW				48		MkW	kW		kW
Duración / 95% hidrológica \ 50%	-	=	-	SER	=	7,9 17,7	10,7 23,8	-	1,3	-	1 1	-	-	10	10 23	13,5	-	1,7
Promedio	-	-	-	-	-	20,3	24,7	-	3,4	-	-	-	-	=	26	31,0 35,0	=	3,9

⁽¹⁾ Debe observarse que las cifras de los recursos contenidos en yacimientos de formación geológica (carbón y petróleo) no son comparables con las de las de los recursos de producción anual (maderas y recursos hidráulicos), ya que la utilización de las primeros causa su desaparición, y los segundos son renovables, de acuerdo con su crecimiento y con el ciclo anual, respectivamente.

da, en mucho menor grado, los de carbón. Las otras fuentes deberán destinarse a usos industriales, a la construcción y a la producción de calor, para el caso del petróleo y sus derivados.

En general, las cifras indicadas en el cuadro resumen son las mínimas, susceptibles de aumentar después de un mejor conocimiento de los recursos del país.



Capítulo IV

DETERMINACION DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS DE CHILE

1. Bases para el cálculo del Catastro de los Recursos Hidráulicos.

El Catastro de los Recursos Hidráulicos del país se basa en el conocimiento y registro de las características hidrológicas y topográficas de las diversas regiones de Chile.

Para la determinación de los recursos hidráulicos se hará referencia a diversas expresiones técnicas, que se usan en este estudio, con las definiciones y condiciones de aplicación siguientes:

- La duración de un gasto de un curso de agua es la probabilidad, expresada en porcentaje del tiempo, en que el valor de este gasto es sobrepasado.
- La duración total de un gasto es la que se obtiene si su cálculo se hace basado en la estadística del total del período observado.
- 3) Duración mensual, o duración del gasto en un mes determinado, es la que resulta si se hace el cálculo solamente con las diversas cifras estadísticas del mes correspondiente.
- Potencia generable es la que puede obtenerse con el gasto disponible en un curso de agua en un momento dado.
- 5) Potencia normal es la potencia generable que corresponde al gasto máximo que admitan las obras de aducción, sin considerar regulación de las aguas.
- 6) Potencia firme es la potencia generable con el gasto de duración total igual a 95%.
- 7) Potencia instalada o nominal es la correspondiente a la capacidad de las máquinas según las características dadas por los fabricantes.
- 8) Potencia de punta es la diferencia entre la potencia instalada y la potencia normal, obtenida por regulación de las aguas.
- 9) Energía generable es la que puede producirse de acuerdo con el gasto del curso de agua correspondiente.
 - 10) Energía firme es aquella que puede generarse con la potencia firme.
- Energia eventual o secundaria es la diferencia entre la energía generable y la energía firme.
- 12) Energía excedente es la diferencia entre la energía generable en la central y la energía absorbida por la curva de la demanda.

Se ha adoptado la siguiente clasificación de las centrales hidroeléctricas, según sus características de funcionamiento, en relación con las aguas disponibles y las capacidades de las obras de regulación o acumulación, y de acuerdo con la clasificación adoptada por la "Electricité de France".

Centrales de embalse son aquellas en las cuales el tiempo de llenada del

embalse correspondiente es igual o superior a 400 horas (12 2/3 días).

Centrales con estanque de sobrecarga son aquellas en las cuales el tiempo de llenada del embalse o estanque correspondiente es inferior a 400 horas y superior a 2 horas, por lo cual la acción de regulación de las aguas en estas centrales está limitada a los diagramas de consumo de energía eléctrica diarios o semanales.

Centrales de pasada son aquellas que aprovechan los gastos de pasada de los cursos de agua, con o sin intercalación de estanques, siempre que el tiempo de llenada de los estanques sea igual o inferior a 2 horas.

Las características hidrológicas se determinan por el conocimiento estadístico de los gastos de los ríos, que se obtiene de las estadísticas elaboradas por la Dirección General de Obras Públicas (1), por la Oficina Metereológica de Chile, por la ENDESA, y por informaciones estadísticas particulares.

Las estadísticas de la Dirección General de Obras Públicas se realizan por el Departamento de Riego (2); están destinadas, junto con los aforos periódicos de los canales de regadíc, al estudio y construcción de las obras de riego, y sirven también para la fijación de la distribución de las aguas de los ríos para regadío, en las épocas de escasez. En el mapa Nº 1 de Chile se han indicado las estaciones fluviométricas instaladas por el Departamento de Riego, que alcanzan a 175.

La Oficina Metereológica de Chile recopila y publica las observaciones metereológicas necesarias para el conocimiento de las condiciones climatéricas y atmosféricas de las diversas regiones del país. A base de las observaciones que se efectúan en sus estaciones metereológicas, pluviométricas y termo-pluviométricas, se confecciona el registro de las precipitaciones atmosféricas que ocurren en forma de lluvia. Esta labor se realiza actualmente a través de 60 estaciones metereológicas y 303 estaciones pluviométricas y termo-pluviométricas, repartidas en diversas regiones.

La ENDESA lleva a cabo, conforme a su finalidad, la confección de las estadisticas de los gastos de los ríos del país en los lugares más necesarios para avaluar los recursos hidroeléctricos. Las estadísticas fluviométricas del Departamento de Riego corresponden, en general, a los cursos medios de los ríos y dan escasa indicación respecto a los gastos de los ríos en los cursos altos, en plena cordillera de Los Andes, antes que los ríos desemboquen a los valles agrícolas. El servicio que realiza la ENDESA está destinado principalmente a conocer las estadísticas de los ríos en las zonas cordilleranas, para completar los datos que recopila dicho Departamento. La ENDESA ha extendido también el servicio de hidrología a los cursos bajos, cercanos al mar, de algunos ríos, a fin de reunir estadísticas que permitan determinar las posibilidades de regadío en esas zonas, mediante la elevación mecánica de las aguas que se pierden en el mar. Las estaciones fluviométricas que mantiene la ENDESA alcanzan, en total, a 118 estaciones de control.

⁽¹⁾ Ahora Ministerio de Obras Públicas.

⁽²⁾ Ahora Dirección de Riego.

También se dispone de los datos de 3 estaciones particulares, 2 de la Compañía Chilena de Electricidad y 1 de la Braden Copper Co.

En el mapa Nº 1 de Chile, ya indicado, se han señalado, también, las ubica-

ciones de las estaciones de control de la ENDESA y de particulares.

La confección del Catastro de los Recursos Hidráulicos de energía de Chile ha sido emprendida por la ENDESA con el registro de la potencia bruta que puede obtenerse en los lugares de energía de los cursos de agua, a base de la fórmula W = 8 QH, en la cual la potencia W queda expresada en kilowatts, el gasto Q en metros cúbicos por segundo, y la altura bruta H en metros. En consecuencia, para amoldar las cifras del Registro a las normas de la Conferencia Mundial de la Energía, que fijan la determinación de la potencia bruta máxima teórica por medio de la fórmula W = 9,8 QH, es necesario multiplicar las cifras del Registro por 1,225.

Estas normas establecen también que en el Catastro deben indicarse las potencias de los lugares de energía para duraciones de 95% y de 50%, y además la potencia media posible de generar. Todas ellas deben corresponder al aprovechamiento de los gastos de pasada. Se establece que deben incluirse en el rol los lugares de energía que puedan desarrollar más de 1 000 kW de potencia con duración de 95%.

El Catastro de los Recursos Hidráulicos del País está todavía incompleto, pues no abarca la totalidad de las hoyas hidrográficas y sólo incluye las soluciones para aquellas posibles centrales hidroeléctricas que pueden considerarse como económicamente justificadas en la actualidad, o sea, las centrales de primera instalación. Recientemente se ha emprendido el estudio sistemático de los perfiles de energía de las distintas hoyas hidrográficas, que permitirá determinar la totalidad de las soluciones hidroeléctricas y completar, en consecuencia, el Catastro mencionado.

En el Catastro se indican, en algunos casos, soluciones de centrales que incluyen obras de regulación, lo que exige la realización previa de estudios hidrológicos especiales para determinar la capacidad que deben tener dichas obras de regulación.

La orografía de las diversas hoyas se ha obtenido mediante trabajos topográficos de distintos grados de precisión, que van desde la simple exploración hasta el proyecto definitivo. El estudio sistemático registrado en el Catastro se ha emprendido en base a las cartas geográficas del Instituto Geográfico Militar y, para el estudio especial de las hoyas, en base a la carta aerofotogramétrica de Chile. Estas cartas se han completado con los datos recogidos por la ENDESA directamente en el terreno, cuando éstos han sido de mayor precisión.

2. Datos metereológicos.

En las estaciones metereológicas se lleva el control estadístico de los principales fenómenos atmosféricos. De acuerdo con convenciones internacionales, las observaciones se efectúan tres veces al día: a las 7, 13 y 18 horas del meridiano 75º W de Greenwich.

Estas observaciones permiten determinar: la presión atmosférica; la temperatura; la humedad atmosférica; la dirección e intensidad de los vientos; las horas

de sol; la nubosidad; la visibilidad o estado de transparencia atmosférica; el estado del tiempo y fenómenos especiales, como ser, caídas de nieve, granizo y lluvia, tempestades eléctricas, heladas, neblinas, etc.; el estado de humedad del suelo; y, en aquellas estaciones situadas en la costa, el estado del mar.

3. Datos hidrológicos.

Los datos de las estadisticas fluviométricas se obtienen por medio de aforos en secciones determinadas de los cursos de agua, en las cuales se mide periódica-

mente el gasto por medio de limnímetros o limnígrafos.

La ENDESA realiza, también, observaciones a base de la medida de las nieves acumuladas en la cordillera de Los Andes. Mediante estas medidas puede efectuarse la previsión de los escurrimientos glaciales de Primavera y Verano, que se originarán por el derretimiento de la nieve acumulada en cada hoya hidrográfica. En la actualidad la ENDESA efectúa medidas en rutas de nieve en la zona de Portillo, en la hoya del río Juncalillo. Posteriormente procederá a instalar rutas de nieve en varias otras hoyas hidrográficas.

4. Datos topográficos.

Los datos topográficos en que se ha basado el Catastro de los Recursos Hidráulicos corresponden, principalmente, a estudios hechos por la ENDESA. En algunos casos se han aprovechado trabajos realizados por otras entidades particulares.

Los datos topográficos del Catastro tienen diversos grados de exactitud, que dependen de la naturaleza de los estudios realizados. Estos pueden clasificarse en:

- a) Exploraciones, que consisten en inspecciones del terreno con utilización de instrumentos sencillos;
 - b) Reconocimientos, que incluyen trabajos instrumentales rápidos;
 - c) Anteproyectos, que se confeccionan a base de levantamientos topográficos;
- d) Proyectos definitivos, para los cuales la topografía incluye el estacado del eje del trazado del canal y un estudio detenido de los niveles del río entre los puntos de captación y restitución de las aguas.

La ENDESA ha realizado la exploración topográfica de aquellos recursos hidroeléctricos correspondientes a los de "primera instalación", o sea de aquellos que pueda ser necesario aprovechar para satisfacer, en un plazo no muy largo, las demandas de consumo eléctrico de las diversas Regiones Geográficas del país, en forma que, además, sean los de menor costo unitario de construcción y de explotación de las centrales correspondientes.

5. Análisis estadisticos.

A base de las estadísticas hidrológicas y de las estaciones de aforo, se efectúan los "análisis estadísticos", que tienen por objeto calcular dos valores índices necesarios para caracterizar el régimen hidrológico de los cursos de agua. Estos índices son el valor normal de la serie de los hechos observados y la dispersión de ellos con respecto al valor normal. Estos dos valores índices permiten determinar la fre-

cuencia con que ocurrirá un hecho hidrológico que sea mayor o menor que un valor determinado.

Cuando las estadísticas disponibles corresponden solamente a períodos de pocos años, y es imposible, por lo tanto, realizar los análisis estadísticos, se recurre a su ampliación, con apoyo en otras estadísticas que tengan un período de duración mayor y que correspondan a regimenes hidrológicos semejantes. Sin embargo, si tampoco se dispone de estadísticas de regimenes semejantes, se recurre a hacer correlaciones a base de los datos pluviométricos disponibles.

6. Regiones Geográficas y hoyas hidrográficas.

El Catastro de los Recursos Hidráulicos se ha dividido de acuerdo con las Regiones Geográficas eléctricas del país, las cuales se han determinado en atención, principalmente, a la variación de las características pluviométricas e hidrológicas del territorio nacional.

Las siete Regiones Geográficas en que se ha dividido el país, indicadas en el mapa Nº 2 de Chile, son las siguientes:

1º Región Geográfica.—De Arica a Vallenar.

Comprende el extenso territorio situado entre los paralelos 17º 30' y 29º sur, que abarca toda la zona del Norte Grande de Chile, o sea, las provincias de Tarapacá, Antofagasta y Atacama, que son esencialmente mineras. Es una Región poco poblada, que tenía 374 300 habitantes en 1952, que correspondía al 6,2% del país, concentrados en algunas ciudades ubicadas en la costa y en centros mineros situados en el interior, a gran distancia unos de otros.

Esta Región Geográfica tiene zonas semi-desérticas y sus recursos hidroeléctricos son pequeños, pues casi no hay precipitaciones atmosféricas, salvo en la alta cordillera, y generalmente en Verano. Comprende las hoyas hidrográficas de los ríos Lauca, Azapa, Loa, Salado, Copiapó y Huasco.

En cuanto a otras fuentes de energía, en algunas zonas volcánicas, en la alta cordillera, se encuentran pequeñas manifestaciones de energía geotérmica, aun poco estudiadas, probablemente de difícil y limitado aprovechamiento, como ser en El Tatio y en Puchuldiza. Las condiciones de alta radiación solar permiten aprovechar la energía solar. Además, en atención a las características de los vientos, es posible que, en el futuro, se pueda aprovechar su energía. La producción característica de esta Región Geográfica es la minería, principalmente del cobre y del salitre.

29 Región Geográfica.—De Serena a Salamanca.

Comprende el territorio situado entre los paralelos 29º y 32º sur, que corresponde a la provincia de Coquimbo, o sea el Norte Chico. Es una Región relativamente poco poblada, que tenía 264 500 habitantes en 1952, correspondiente al 4,4% de la población del país.

Se caracteriza por tener hoyas hidrográficas que reciben precipitaciones moderadas, de régimen invernal. Los tres principales ríos son: el Elqui, el Limarí y el Choapa, cuyos regimenes, en la zona cordillerana, son esencialmente glaciales. Tiene limitados recursos hidroeléctricos, sin que se presenten otras fuentes de energía. Es un territorio agrícola y minero.

3º Región Geográfica.-De Los Vilos a Linares.

Se extiende desde el paralelo 32º al 36º sur, con las provincias de Aconcagua, Valparaíso, Santiago, O'Higgins, Colchagua, Curicó, Talca, y parte de Maule y Linares, o sea, la zona central del país. Comprende una extensión de 76 400 km², que corresponde al 10,3% de la superficie del país y tenía 3 190 700 habitantes en 1952, o sea, el 53,1% de la población de Chile.

Se caracteriza por tener precipitaciones atmosféricas de régimen invernal, y sus ríos, en sus cursos cordilleranos, tienen características básicamente de régimen glacial, o sea, de grandes creces de deshielo en Primavera y comienzos de Verano, y de fuertes estiajes en Otoño e Invierno. Puede notarse, en su extremo sur, tendencia a un régimen mixto, con asomos de régimen pluvial. Comprende las hoyas hidrográficas de los ríos Aconcagua, Maipo, Rapel, Mataquito y Maule. En algunas de esas hoyas existen posibilidades de obras de regulación de las aguas, en lagos naturales o mediante embalses artificiales. Tiene recursos hidráulicos de importancia, y es un territorio agrícola, minero e industrial. No posee otras fuentes de energía.

Esta Región es la más importante y desarrollada de Chile, y en ella se concentran las principales actividades económicas, comerciales y gubernamentales del país.

4º Región Geográfica.-De Parral a Victoria.

Abarca la zona del país comprendida entre los paralelos 36º y 38º 30' sur, correspondiente a parte de las provincias de Linares y Maule, y las de Ñuble, Concepción, Arauco, Bío-Bío y Malleco. En 1952 tenía 1 120 300 habitantes, o sea, el 18,7% de la población del país, con un centro de gran actividad en Concepción y alrededores.

Es una Región con régimen de precipitaciones atmosféricas predominantemente invernal, con características glaciales en la alta cordillera, y mixtas en la pre-cordillera. Dispone de buenas posibilidades de regulación de las aguas, la que puede hacerse mediante el aprovechamiento de los embalses naturales formados por diversos lagos y por medio de la construcción de embalses.

Corresponden a esta Región las hoyas hidrográficas de los ríos Itata y Bío-Bío, y posee bastantes recursos hidráulicos.

Esta Región, que tiene los yacimientos carboníferos de la zona de Arauco, sigue en importancia a la del centro de Chile, con actividades industriales, agrícolas y madereras.

5º Región Geográfica. De Lautaro a estuario Reloncavi.

Comprende el territorio que se extiende entre los parlelos 38º 30' y 41º 45' sur, con las provincias de Cautín, Valdivia, Osorno y Llanquihue. La población era de 871 800 habitantes en 1952, o sea, 14,5% de la del país.

Esta Región tiene altas precipitaciones en el período invernal y medianas en el resto del año. Debido a la menor altura de la cordillera, ellas determinan para los ríos, que tienen grandes gastos, un régimen de naturaleza netamente pluvial, lo que proporciona abundantes recursos hidroeléctricos. Existen muchos lagos que tienen gran capacidad de regulación de las aguas. Contiene las hoyas hidrográficas de los ríos Imperial, Toltén, Valdivia, Bueno, Maullín, Petrohué, Chamiza y Puelo. Es una Región esencialmente agrícola y maderera, que tiene muy limitados yacimientos carboníferos. Se encuentra en proceso de industrialización, lo que se acentúa alrededor de las principales ciudades que son: Temuco, Valdivia y Osorno.

6 Región Geográfica.-De Ancud a lago San Martín.

Se extiende entre los paralelos 41º 45' y 49º sur, con las provincias de Chiloé y Aisén. Es una región poco poblada, que tenía 132 900 habitantes en 1952, o sea, el 2,2% de la población del país.

Comprende la parte montañosa continental, poco explorada, que incluye zonas de hielos continentales, la isla de Chiloé y varios archipiélagos. En ella están situadas las hoyas hidrográficas de los ríos Vododahue, Reñihue, Yelcho, Palena, Cisnes, Aisén, Baker, Bravo y Pascua, que en su mayoría tienen partes situadas en la vertiente oriental de las altas cumbres de la cordillera de Los Andes. Esta Región tiene grandes precipitaciones atmosféricas, con régimen hidrológico mixto, glacial y pluvial, de preponderancia invernal en las zonas chilenas, y estival en las zonas argentinas. Existen grandes recursos hidroeléctricos y enormes posibilidades de regulación de las aguas mediante la utilización de los grandes lagos ubicados en la parte continental.

Esta Región posee reservas forestales naturales, praderas y algunos yacimientos minerales.

7º Región Geográfica.-De isla Wellington a Cabo de Hornos.

Comprende al territorio situado entre los paralelos 49° y 56° sur, o sea, hasta el extremo austral del territorio continental de Chile, y corresponde a la provincia de Magallanes. Es una Región en parte deshabitada, que tenía 55 400 habitantes en 1952, o sea, el 0,9% de la población del país.

Las características de esta Región son: campos de hielo continental, cordilleras abruptas, archipiélagos, llanuras, y la gran isla de Tierra del Fuego. La población está concentrada en las llanuras orientales y en la ciudad de Punta Arenas.

Esta Región tiene precipitaciones atmosféricas relativamente moderadas en su parte oriental, y recursos hidroeléctricos limitados y con buenas posibilidades de regulación de las aguas de sus lagos; tiene yacimientos de petróleo y gas natural; y posee importantes yacimientos de carbón, aunque de baja calidad, que necesitan tratamiento para su empleo en forma económica. Es un territorio esencialmente ganadero, en su parte oriental, ya que en el resto es improductivo y deshabitado.

7. Catastro de los Recursos Hidráulicos.

Como se ha expresado, el Catastro se ha confeccionado con anotación de tres cifras para la potencia: para las duraciones del gasto de 95% y de 50%, y para el gasto promedio estadístico. Se han agregado las potencias de las centrales hidroeléctricas instaladas y las de aquellas por construirse, en atención al programa de obras que se detallará más adelante.

El resumen del Catastro de los Recursos Hidráulicos de Chile se indica en el cuadro Nº 30, referido a las centrales de cada hoya hidrográfica, agrupadas en las diferentes Regiones Geográficas del país. El total, correspondiente a 187 posibles centrales, da las siguientes cifras:

Probabilidad de los gastos:	Potencias en kW
Duración 95%	7 953 200
Duración 50%	17 694 700
Promedio	20 295 300
Potencias de las centrales:	
Instaladas	412 248
Por instalar	519 060

Puede observarse que los recursos de energía hidráulica son cuantiosos en la 3*, 4*, 5* y 6* Región Geográfica; moderados en la 2* y 7* Región, y escasos en la 1* Región.

8. Recursos hidráulicos internacionales.

Existe la posibilidad de desarrollar otros recursos hidráulicos, a base de desviar hacia el Pacífico algunos cursos de agua que, en forma natural, desaparecen por altas evaporaciones o escurren hacia la vertiente oriental de la cordillera de Los Andes. Las aguas correspondientes podrían permitir desarrollar recursos hidroeléctricos internacionales, cuya realización debería hacerse mediante acuerdos entre las naciones limítrofes, esto es: de Chile con Bolivia y Perú, en un caso, y con Argentina, en el otro.

El primer caso consiste en el posible aprovechamiento de las aguas que convergen al lago Titicaca, que pertenece a Bolivia y a Perú y que tiene actualmente su desagüe natural por el río Desaguadero, hacia el lago Poopó, situado, este último, a 3 810 m sobre el nivel del mar. La gran evaporación que se produce en esa zona hace que las aguas que afluyen al lago Titicaca se evaporen totalmente en este lago, en el río Desaguadero, en el lago Poopó y, en ciertos años, en los salares vecinos.

La ENDESA ha analizado las diversas ideas que se han formulado sobre el aprovechamiento de las aguas del lago Titicaca y ha esbozado, como la mejor solución, conducir esas aguas a través de la cadena occidental de Los Andes para utilizarlas en la generación de energía eléctrica destinada a Bolivia, Perú y Chile; en el regadío del departamento de Moquegua, en el Perú, y de parte de la pro-

RESUMEN DEL CATASTRO DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS DE CHILE Año 1952

Por hoyas hidrográficas

		- 1					
Región geo-	Hoya del río	N.º de cen-	Potencias o	correspondiente	es en kW	Potencia	en kW
grá- fica		trales	Duración 95 %	Duración 50 %	Promedio	Instala- das	Por Instalar
1.*	Lauca-Azapa	3	8 100	14 800	17 900		****
2000	Loa	9	8 800	18 500	20 400	1 310	7 500 1 500
	Salado	2		_	_	4 130	1 500
	Copiapó	7	12 200	23 800	27 500	-	_
	Huasco	2	7 500	23 300	30 800	-	-
Total	de la 1.º Región	23	36 600	80 400	96 600	5 440	9 000
2.*	Elqui	4	18 200	51 300	69 000	800	
	Limari	8	16 900	58 200	86 400	16 700	2 000
	Choapa	4	6 400	35 600	69 700	200	3 000
Total	de la 2.ª Región	16	41 500	145 100	225 100	17 700	5 000
3.*	Aconcagua	9	49 000	153 800	229 600	22 100	
1	Maipo		233 700	467 300	606 600	118 110	58 000
	Rapel		234 800	627 300	850 800	132 264	174 000
100	Mataquito	1 20	218 700	465 400	681 800	1 024	120 100
	Maule	20	408 000	1 156 200	1 548 400	-	138 400
Total	de la 3.º Región	87	1 144 200	2 870 000	3 917 200	273 498	370.400
4.*	Itata	4	43 400	113 500	161 600	540	-
	Bío-Bío	19	589 600	2 141 800	2 383 100	87 200	149 000
Total	de la 4.* Región	23	633 000	2 255 300	2 544 700	87 740	149 000
5.*	Imperial	3	20 400	59 600	79 400	3 020	5
1 22	Toltén		80 500	210 500	132 800	520	-
19.79	Valdivia	9	133 600	631 000	728 900	-170	46 800
100000	Bueno		103 600	260 200	292 000	25 040	10 860
	Maullín	177	1 800	3 200	3 200		
100	Petrohué	177	173 000	424 000	472 000 74 000		
	Chamiza		18 100	66 800	694 500		
	Puelo	3	316 100	613 000	094 300		
Total	de la 5.º Región		847 100	2 268 300	2 476 800	28 750	57 660
6.*	Vododahue		69 000	132 000	144 000	1 -	
THE R.	Renihue		35 000	67 000	74 000 207 000		
	Yelcho		98 000	177 000	653 000	_	
1	Palena		312 000	595 000 369 000	408 000	-	-
1	Cisnes		196 000 528 000	1 000 000	1 110 000	500	-
	Aisén		2 070 000	4 000 000	4 330 000	-	-
1	Baker		246 000	480 000	516 000	-	-
1	Bravo:		1 620 000	3 070 000	3 380 000	-	-
Total	Pascua		5 174 000	9 890 000	10 822 000	500	_
7.*	Serrano		76 800	185 600	212 900	-	-
Total	l de la 7.* Región	3	76 800	185 600	212 900		-
-	AL DE CHILE		7 953 200	17 694 700	20 295 300	413 628	591 060

vincia de Tarapacá, en Chile; y además en usos industriales. Se obtendría así el aprovechamiento integral de esas aguas en beneficio común de los tres países.

El proyecto bosquejado consulta aumentar el rendimiento hidrológico de la hoya del lago Titicaca por medio de la disminución de las pérdidas por evaporación, lo que se obtendría al provocar un descenso del nivel del lago con su correspondiente reducción de superficie evaporante. Las aguas serían entregadas al actual desagüe del río Desaguadero, mediante elevación mecánica. Se podría así captar un gasto medio de unos 80 m3/s, con aprovechamiento, además, de las aguas del río Mauri. Se conducirían todas esas aguas hacia el portezuelo de la cordillera de Los Andes, por donde pasa el Ferrocarril de Arica a La Paz, con varias elevaciones mecánicas, con un total de 370 m de altura, a fin de llegar con ellas a la cota de 4 100 m de dicho portezuelo y conducirlas al curso alto del río Lluta. Desde esa cota se haría un aprovechamiento escalonado de las aguas, con una altura bruta de caída de 2 650 m, aproximadamente, hasta la cota en que comenzarían a distribuirse para el regadío. El total probable de la potencia útil alcanzaría a alrededor de 1 700 000 kW, una vez deducida la necesaria para efectuar las elevaciones mecánicas de las aguas, ya indicadas, e incluídos unos 50 000 kW que podrían desarrollarse en los canales troncales de regadio.

El aprovechamiento de las aguas para riego permitiría habilitar unas 100 000 a 120 000 ha para cultivo agrícola en Perú y en Chile; y el aprovechamiento de la energía eléctrica se repartiría entre los tres países: Bolivia, Perú y Chile.

La solución que antecede, que ha sido concebida por los ingenieros de la ENDESA, es, probablemente, en comparación con varias otras que se han propuesto para aprovechar las aguas del lago Titicaca, la que consulta el mayor aprovechamiento de ellas y su utilización en forma integral para los objetivos combinados de producción de energía eléctrica, usos industriales y regadío.

Debe recordarse, por otra parte, que la VII Convención de la Unión Sudamericana de Asociaciones de Ingenieros (USAI) celebrada en Lima, en Octubre de 1951, al considerar el aprovechamiento de las aguas del lago Titicaca, aprobó lo siguiente: "Recomendar a los Gobiernos de Perú, Bolivia y Chile el estudio de la "posibilidad del aprovechamiento de las aguas del lago Titicaca y del aforo del "río Desaguadero".

Finalmente, es indudable que el desarrollo del proyecto estudiado permitiría elevar substancialmente el nivel de vida de los habitantes de toda la región continental que puede aprovechar la aguas del lago Titicaca.

El segundo recurso hidráulico de desarrollo internacional es la desviación hacia el Pacífico de las aguas provenientes del lago Nahuel-Huapi, ubicado en la República Argentina, que da origen al río Limai.

El aprovechamiento consiste en cerrar o disminuir el desagüe de las aguas hacia el Oriente, que escurren por dicho río Limai, y desviarlas por un túnel de unos 3 a 5 km de longitud, para atravesar la cordillera de Los Andes, conducirlas por un canal de pocos kilómetros y vaciarlas en el lago Todos los Santos, ubicado en Chile. La diferencia de nivel existente entre los dos lagos permitiría aprovechar una caída útil de unos 560 m, en las vecindades de Casa Pangue. Estas mismas aguas tendrían un segundo aprovechamiento en la central Ralún, con 200 m. de caída y desagüe al nivel del mar, en el estuario de Reloncaví. El proyecto men-

cionado consulta la utilización de aguas que actualmente tienen escaso o ningún aprovechamiento, al escurrir por el río Limai hacia la Pampa argentina. La energia eléctrica aprovechable corresponde a la potencia promedio, porque podrían utilizarse totalmente las aguas a causa de las enormes capacidades de regulación de los lagos Nahuel-Huapi y Todos los Santos. Esta potencia alcanza a 1 300 000 kW y la energía correspondiente sería repartida entre Argentina y Chile. A pesar de la gran distancia entre la ubicación de la central Casa Pangue y el centro de consumo de Buenos Aires, el reducido costo de las obras de la central y la gran potencia disponible permitiría, probablemente, compensar el alto costo de su transporte.

En el cuadro Nº 31 se indican las cifras del catastro de los dos recursos hidráulicos internacionales mencionados.

9. Catastro total de los recursos posibles de energia hidráulica.

a) PERFILES DE ENERGIA

Para determinar la energía teórica total posible, que puede obtenerse de una hoya hidrográfica, se confecciona el correspondiente perfil de energía. Este consiste en la determinación de los gastos del curso de agua principal, de sus afluentes, sub-afluentes, etc., y de los respectivos niveles topográficos para aquellos lugares de ubicación de posibles centrales cuya potencia sea superior a 1 000 kW.

El perfil de energía para un curso de agua presenta escalones y prominencias sucesivas, cada uno de los cuales corresponde a la recepción de un afluente. Para la confección de cada perfil de energía se utiliza principalmente la carta aerofotogramétrica y las estadísticas hidrológicas correspondientes a la respectiva hoya hidrográfica.

Obtenidos los perfiles de energía, se considera la forma de escalonar en serie los lugares de energía para fijar la ubicación de las posibles centrales que, como se ha dicho, se limitan a potencias superiores a 1 000 kW.

Para cada hoya hidrográfica se confeccionan los perfiles de energía para los gastos correspondientes a las duraciones de 95% y 50%, desde el nacimiento del rio principal y de sus diversos afluentes hasta una estación limnimétrica, una confluencia de ríos u otro punto característico, antes de que las aguas se capten para utilizarlas para regadio, en donde terminan, generalmente, las posibilidades para su aprovechamiento hidroeléctrico. Para cada perfil de energía se hace el cuadro correspondiente, con numeración correlativa de los lugares de energía de cada hoya, ubicados en el río principal y en sus diversos afluêntes.

b) PERFILES DE ENERGÍA ESTUDIADOS POR LA ENDESA

La ENDESA ha determinado los perfiles de energía para los 10 principales ríos de la parte del centro del país: Elqui y Choapa, de la 2º Región Geográfica; Aconcagua, Maipo, Cachapoal, Tinguiririca, Lontué y Maule, de la 3º Región Geográfica; y Laja y Bío-Bío, de la 4º Región Geográfica.

Para cada hoya hidrográfica se han confeccionado planos esquemáticos, que corresponden a los mapas Nº 3 a 12, que muestran los rios y afluentes considera-

Cuadro N.º 31

CATASTRO DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS INTERNACIONALES

Curso de agua utilizado		Ubicación	Altura bruta	Gastos en m³/s			Potencias bases en kW			THE REAL PROPERTY.
	Obleacion	de caída en metros	Duración 95%	Duración 50%	Promedio	Duración 95%	Duración 50%	Promedio	Países interesados	
Lago Titicaca. Lago Nahuel-	Valle del río Lluta	2 650	1	-	80	-	-	1 700 000	Bolivia, Perú y Chile	
Huapi Lago Nahuel-	Casapangue	560	100	214	211	448 000	960 000	945 000	Argentina y Chile	
Huapi		200	100	214	211	160 000	342 000	338 000	Argentina y Chile	
Total			1	6 19	337	17 10 1	(E)	2 983 000		
Parte que co	orrespondería a Chi	le, aproximada	imente	-		100	FIR	1 208 000		

dos para cada perfil de energia. Se han agregado las listas de las centrales que contiene el Catastro, con indicación de su ubicación y numeración de ellas.

Las potencias de las centrales de primera instalación, incluídas en el Catastro de Recursos Hidráulicos de 1952, corresponden a uno o varios lugares de energía, lo cual depende de las condiciones geográficas y económicas de cada caso. Por otra parte, especialmente cuando existen centrales hidroeléctricas construídas, un lugar de energía resulta dividido en dos o más centrales.

Las potencias totales de los perfiles de energía de los 10 ríos indicados se han dividido en tres partes: las de las centrales anotadas en el Catastro de los Recursos Hidráulicos ubicadas en la zona a que corresponde cada perfil de energía; las potencias que no aprovecharían esas centrales; y las potencias de los lugares de energía no incluídos en dicho Catastro. Las cifras correspondientes son las siguientes:

Hoya hidrográfica del río Elqui

	DURACION DEL GASTO				
	95 % Potencias			50 % otencias	
	kW	%	kW	%	
Centrales del Catastro	15 800 1 868	56	44 400 7 899	50	
Potencias no aprovechables Lugares de energía no incluídos	10 642	38	36 937	41	
Totales del perfil de energía	28 310	100	89 236	100	

Hoya hidrográfica del Río Choapa

	DURACION DEL GASTO				
	95 % Potencias		50 % Potenc		
	kW	%	kW	%	
Centrales del Catastro Potencia no aprovechable. Lugares de energía no incluídos.	4 700 4 448 4 727	34 32 34	30 500 28 607 30 492	34 32 34	
Totales del perfil de energía	13 875	100	89 599	100	

Hoya hidrográfica del río Aconcagua

	DURACION DEL GASTO				
	95 % Potenc	200	50 % Potencias		
A CONTRACTOR OF THE PARTY OF TH	kW	%	kW	%	
Centrales del Catastro	49 000	38	153 800	39	
Potencia no aprovechable	8 410	6	19 099	5	
Lugares de energía no incluídos	71 621	56	223 189	56	
Totales del perfil de energía	129 031	100	396 088	100	

Hoya hidrográfica del río Maipo

	DURACION DEL GASTO					
THE REAL PROPERTY.	95 % Potenci		0.0000000000000000000000000000000000000	50 % Potencias		
	kW	%	, kW	%		
Centrales del Catastro	233 500	69	446 600	66		
Potencia no aprovechable	25 333	7	73 994	11		
Lugares de energía no incluídos	81 218	24	160 636	23		
Totales del perfil de energía	340 051	100	681 230	100		

Hoya hidrográfica del río Cachapoal

100000000000000000000000000000000000000	DURACION DEL GASTO				
	95 % Potencias		50 % Potencias		
	kW	%	kW	%	
Centrales del Catastro	115 300	48	304 300	48	
Potencia no aprovechable	16 095	7	44 692	7	
Lugares de energía no incluídos	108 110	45	286 102	45	
Totales del perfil de energía	239 505	100	635 094	100	

Hoya hidrográfica del río Tinguiririca

The same of the same of	DURACION DEL GASTO				
No Page 1	95 % Potencias		50 % Potencias		
	kW	%	kW	%	
Centrales del Catastro	77 800	50	224 200	49	
Potencia no aprovechable	40 617	26	113 935	25	
Lugares de energía no incluídos	36 886	24	119 403	26	
Totales del perfil de energía	155 303	100	457 538	100	

Hoya hidrográfica del río Lontué

the second secon	DURACION DEL GASTO				
	95 % Potencias			50 % Potencias	
	kW	%	kW	%	
Centrales del Catastro	194 900	75	389 800	75	
Potencia no aprovechable	27 535	11	55 075	11	
Lugares de energía no incluídos	36 665	14	73 307	14	
Totales del perfil de energía	259 100	100	518 182	100	

Hoya hidrográfica del río Maule

The same of the sa		DURACION	ACION DEL GASTO			
to the second of the second	95 % Potencias		50 % Potenc			
The second of annual land	kW	%	kW	%		
Centrales del Catastro	313 100 52 342 174 939	58 10 32	883 300 135 592 444 307	60 10 30		
Totales del perfil de energía	540 381	100	1 463 199	100		

Hoya hidrográfica del río Laja

	DURACION DEL GASTO				
	95 % Potencias		50 % Potencias		
	kW	%	kW	%	
Centrales del Catastro	182 300	38	310 000	38	
Potencia no aprovechable	137 924	28	129 224	15	
Lugares de energía no incluídos	162 585	34	386 459	47	
Totales del perfil de energía	482 809	100	825 683	100	

Hoya hidrográfica del río Bío-Bío

	DURACION DEL GASTO			
	95 % Potencias		50 % Potencias	
	kW	%	kW	%
Centrales del Catastro	379 000	76	1 687 400	76
Potencia no aprovechable	35 222	7	153 628	7
Lugares de energía no incluídos	86 909	17	377 848	17
Totales del perfil de energía	501 131	100	2 218 876	100

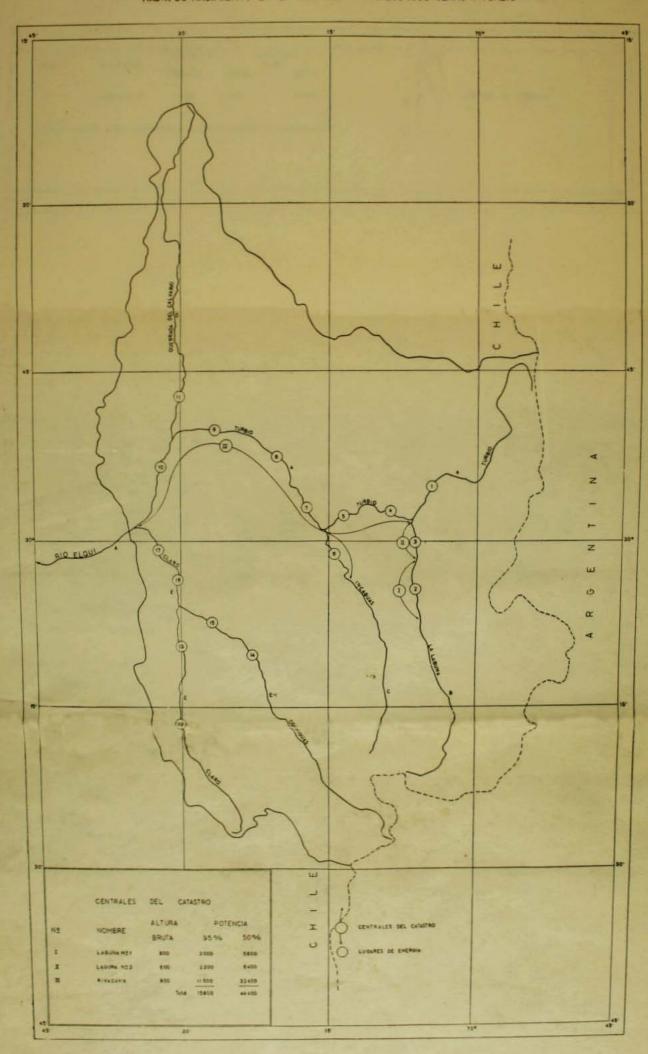
c) CIFRAS TOTALES DE LOS PERFILES DE ENERGÍA Y DEL CATASTRO.

De los perfiles de energía ya confeccionados para las 10 principales hoyas hidrográficas de la 2º, 3º, 4º, y 5º Región Geográfica, se desprende que las potencias de las centrales hidroeléctricas del Catastro de Recursos Hidráulicos son sólo una fracción del total que se deduce de los perfiles de energía.

En consecuencia, para obtener un Catastro completo es necesario aumentar las cifras anotadas en el cuadro Nº 30 del Catastro de Recursos Hidráulicos de 1952, que corresponden sólo a los de primera instalación, sin incluir las que se deducen de los lugares de energía no considerados en dicho Catastro.

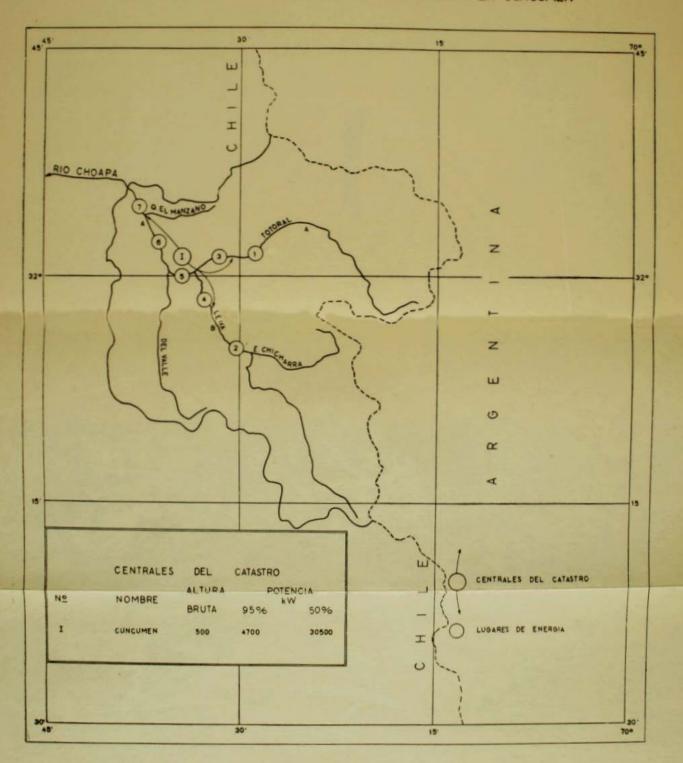
A base de la comparación de las cifras de los referidos 10 perfiles de energía con las correspondientes del Catastro ya indicado, se obtienen, como primera aproximación, las cifras anotadas en el cuadro Nº 32.

LUGARES DE ENERGIA DE LA HOYA HIDROGRAFICA DEL RIO ELQUI HASTA SU NACIMIENTO EN LA CONFLUENCIA DE LOS RIOS CLARO Y TURBIO



MAPA Nº 4

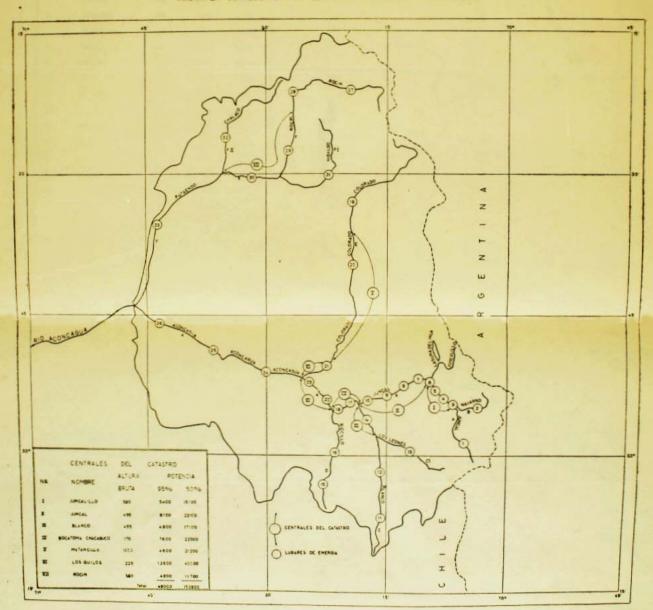
LUGARES DE ENERGIA DE LA HOYA HIDROGRAFICA DEL RIO CHOAPA HASTA LA ESTACION LIMNIMETRICA DEL RIO CHOAPA EN CUNCUMEN



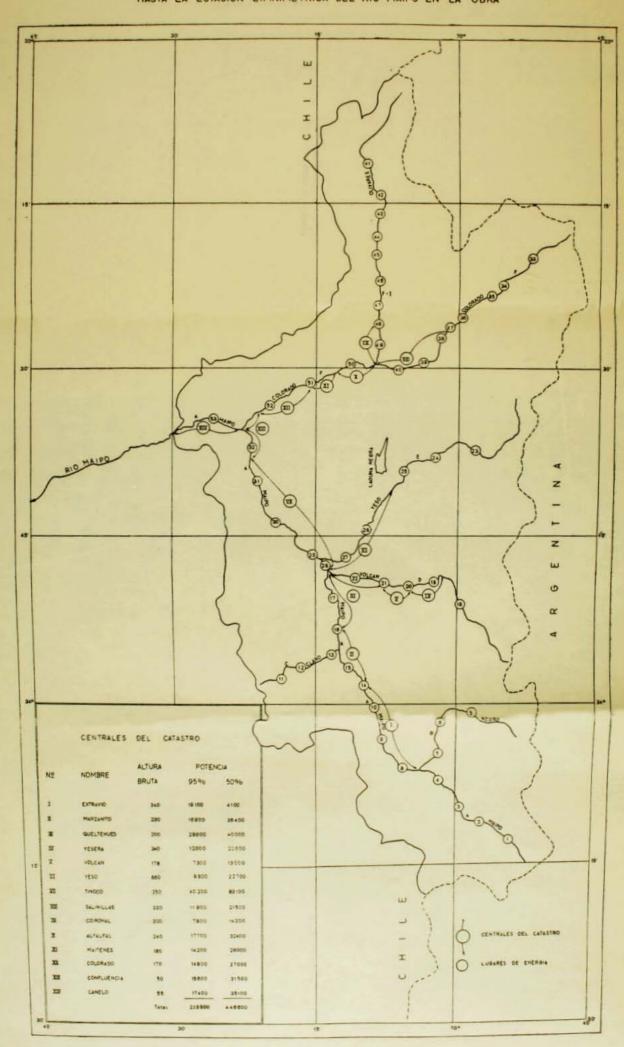
MAPA № 5

LUGARES DE ENERGIA DE LA HOYA HIDROGRAFICA DEL RIO ACONCAGUA

HASTA LA CONFLUENCIA DE LOS RIOS PUTAENDO Y ACONCAGUA



LUGARES DE ENERGIA DE LA HOYA HIDRÓGRAFICA DEL RIO MAIPO HASTA LA ESTACION LIMNIMETRICA DEL RIO MAIPO EN LA OBRA

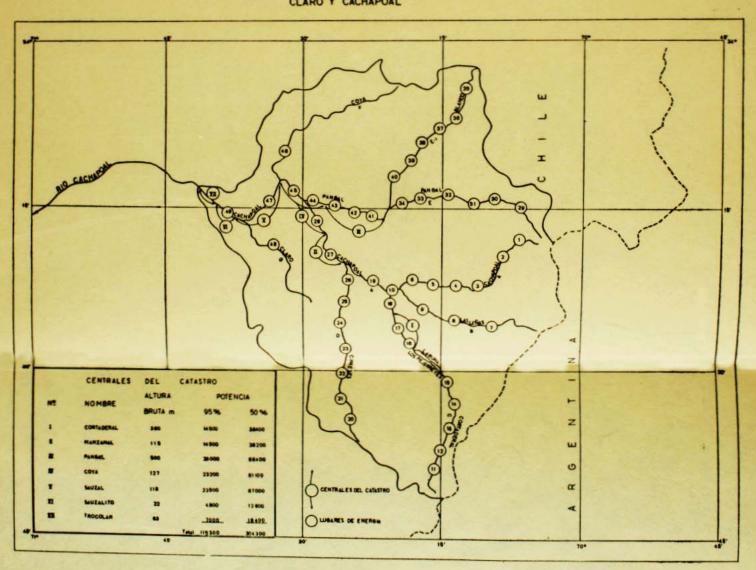


MAPA Nº 7

LUGARES DE ENERGIA DE LA HOYA HIDROGRAFICA DEL RIO CACHAPOAL

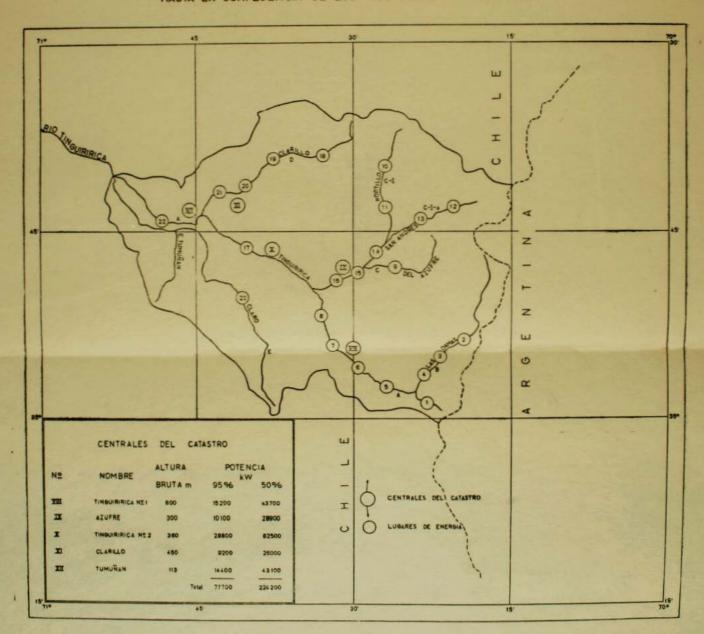
HASTA 13 KM AGUAS ABAJO DE LA CONFLUENCIA DE LOS RIOS

CLARO Y CACHAPOAL



MAPA Nº 8

LUGARES DE ENERGIA DE LA HOYA HIDROGRAFICA DEL RIO TINGUIRIRICA HASTA LA CONFLUENCIA DE LOS RIOS CLARO Y TINGUIRIRICA

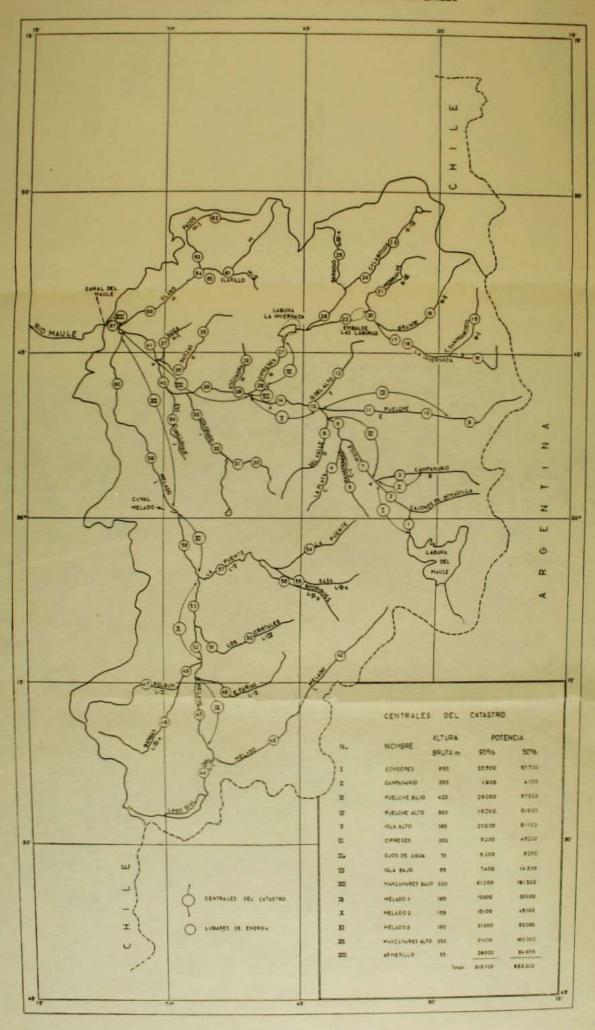


LUGARES DE ENERGIA DE LA HOYA HIDROGRAFICA DEL RIO LONTUE
HASTA 15 KM AGUAS ABAJO DE LA CONFLUENCIA DE LOS RIOS PALOS DE SAN PEDRO Y COLORADO

MAPA Nº9



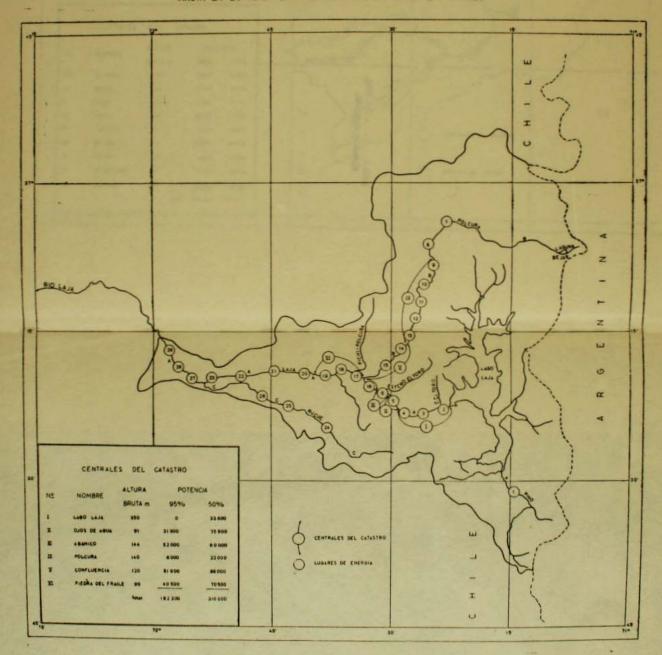
LUGARES DE ENERGIA DE LA HOYA HIDROGRAFICA DEL RIO MAULE HASTA LA BOCATOMA DEL CANAL DEL MAULE EN ARMERILLO



MAPA Nº 11

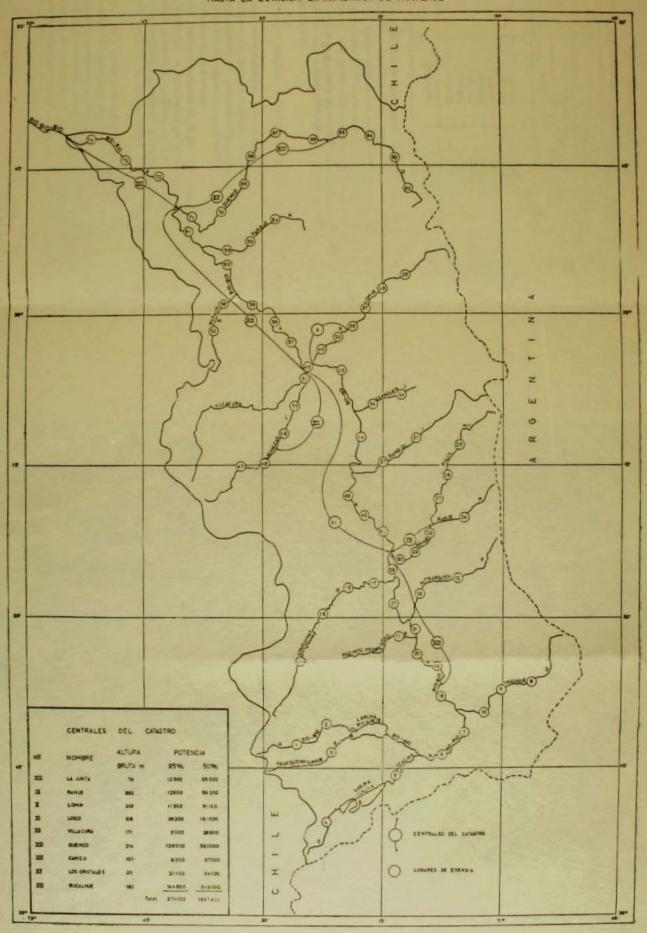
LUGARES DE ENERGIA DE LA HOYA HIDROGRAFICA DEL RIO LAJA

HASTA LA ESTACION LIMNIMETRICA DEL RIO LAJA EN TUCAPEL



LUGARES DE ENERGIA DE LA HOYA HIDROGRAFICA DEL RIO BIO-BIO

HASTA LA ESTACION LIMNIMETRICA DE RUCALHUE



Cuadro Nº 32

CATASTRO TOTAL APROXIMADO DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS DE CHILE

Región Geográfica	POTENCIAS EN KILOWATTS			
	Duración del gasto		71 10 00	
	95 %	50 %	Gasto promedio	
1.0	40 000	130 000	170.000	
2.*	60 000	230 000	150 000	
3.*	1 700 000	4 500 000	350 000 6 000 000	
4.*	900 000	3 400 000	3 900 000	
5.*	1 000 000	2 700 000	2 900 000	
6.*	6 200 000	11 800 000	12 400 000	
7.*	100 000	240 000	300 000	
TOTAL	10 000 000	23 000 000	26 000 000	

Las cifras aproximadas de este cuadro permiten apreciar el significado que los recursos hidráulicos de Chile tienen para el país. A base de la equivalencia de un kilo de carbón chileno por cada kWh generable, y de la utilización total de las aguas durante 8 760 horas al año, la potencia firme para la duración de 95% equivale a una producción máxima posible de 87 600 000 toneladas de carbón por año, y la potencia promedio, que representa la reserva total de energía, es equivalente a una producción máxima teórica de 227 000 000 de toneladas de carbón por año.

10. Influencia de los embalses reguladores sobre los desarrollos hidroeléctricos.

Las potencias correspondientes a las centrales de primera instalación, indicadas en el Catastro de Recursos Hidráulicos de 1952, o las deducidas de los perfiles de energía, pueden ser apreciablemente aumentadas debido a la influencia que tienen los embalses de regulación anual de las aguas sobre la capacidad instalada de las centrales hidroeléctricas.

Los embalses pueden construirse en Chile en número apreciable, y con gran capacidad de regulación, al aprovechar principalmente los lagos naturales que existen en diversos sitios de la cordillera de Los Andes, especialmente en la 4°, 5°, 6° y 7° Región Geográfica y, además, al llevar a cabo la construcción de embalses artificiales, como ser en los ríos Maipo, Rapel, Maule, Polcura, Bío-Bío y otros.

En general, puede establecerse que los embalses reguladores o acumuladores de energía hidráulica permitirán disponer de potencias con duración de 95% o más, de magnitud semejante a las potencias de duración 50%, aumentadas, además, a causa de la variación estacional de las demandas. Estos embalses pueden permitir, junto a su función reguladora, el aumento del aprovechamiento de los estanques de sobrecarga de las centrales de pasada. Por lo tanto, esta últi-

ma función de los embalses hace aumentar la potencia posible de instalar en

proporción inversa al factor de carga de los sistemas.

Los lagos naturales existentes en Chile, debido a su ubicación y a los grandes volúmenes de regulación que pueden lograrse al aprovecharlos como embalses, permiten que las potencias que puedan obtenerse de los sistemas eléctricos lleguen a ser varias veces las cifras correspondientes del Catastro de la potencia firme de duración de 95%.

Este ventajoso aprovechamiento de los lagos se comprueba con el estudio del poder multiplicador de los embalses de las lagunas del Maule y de La Invernada, hecho a base de un perfil de energía con las características hidrológicas de la hoya hidrográfica del río Maule, hasta la bocatoma del canal Maule, en Armerillo. Se ha aplicado a un tipo de consumo de energía eléctrica similar al de la 3º Región Geográfica, y se han obtenido, así, los resultados que se indican a continuación.

El total de los lugares de energía del perfil del río Maule hasta Armerillo da los siguientes valores para las potencias posibles de generar:

Potencia	de duración de 95%	540 000 kW
Potencia	de duración de 50%	1 460 000 kW
Potencia	promedio	1 550 000 kW

Al utilizar la curva tipo de la variación estacional de la potencia posible de generar en la hoya del río Maule hasta Armerillo y la curva de demanda del Sistema de la 3º Región Geográfica, se deduce que se puede atender a una demanda de consumo de 625 000 kW. Para satisfacer demandas de punta del consumo superiores a la ya señalada, hasta de 2 600 000 kW, se producirán déficit anuales de energía, cuyo cálculo aparece en el cuadro Nº 33 y en el gráfico Nº 5, que llegaran hasta 2 186 000 000 kWh.

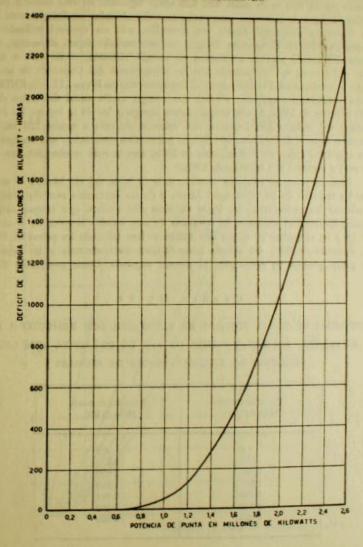
Cuadro N.º 33

PROMEDIO ANUAL DEL DEFICIT DE ENERGIA CON RESPECTO A LAS POTENCIAS DE PUNTA DEL SISTEMA ELECTRICO DE LA 3.º REGION GEOGRAFICA

Potencia de punta Miles de kW	Déficit de energía Miles de kWh
625	0
800	7 700
1 000	48 000
1 200	138 800
1 400	287 600
1 600	489 000
1 800	750 000
2 000	1 052 000
2 200	1 387 000
2 400	1 780 000
2 600	2 186 000

GRAFICO Nº 5

PROMEDIO ANUAL DEL DEFICIT DE ENERGIA DE LA HOYA DEL RIO MAULE, CON RESPECTO A LAS POTENCIAS DE PUNTA DEL SISTEMA ELECTRICO DE LA 38 REGION GEOGRAFICA.



Para satisfacer déficit de energía como los señalados, es necesario efectuar acumulación de agua en los embalses que puedan construirse. Así, para el caso en estudio, el embalse de la laguna del Maule, que se encuentra en construcción, está destinado a satisfacer las necesidades combinadas del aumento del regadio de la zona y del funcionamiento de la central hidroeléctrica Cóndores, que se ha estimado tendrá 630 m de caída útil. Las aguas reguladas en este embalse podrán utilizarse en serie hidráulica para varias centrales ubicadas escalonadamente hasta la bocatoma del canal Maule, en Armerillo, con un desnivel utilizable del orden de 1 400 m. El volumen de agua que este embalse dejará disponible, como promedio anual, para la generación de energía eléctrica, es de más o menos 300 millones de m3, de acuerdo con las disposiciones del Convenio de uso común y coordinado del embalse entre el Departamento de Riego (1) y la ENDESA. Estas condiciones permitirían obtener una energía media anual del orden de los 930 millones de kWh. A esta energía deben agregarse las de la laguna La Invernada y del embalse Las Lagunas, con volumen de más o menos 220 millones de m3 y desnivel útil de unos 660 m, que permitirían aprovechar una energía media anual del orden de 370 millones de kWh, con la cual se obtendría un total de más o menos 1 300 millones de kWh.

Para conseguir el resultado anotado para la hoya del río Maule, se supuse que los embalses de las lagunas del Maule y de La Invernada entrarian también a afirmar las potencias de las hoyas de otros ríos vecinos, que tengan características hidrológicas similares. El resultado de este estudio aparece en el cuadro Nº 34 y en el gráfico Nº 6. En este último se han indicado las potencias firmes de duración de 95% del sistema hidroeléctrico interconectado y las potencias de punta posibles de suministrar al sistema regulado. Como parámetro de las

Cuadro Nº 34

POTENCIAS DE PUNTA POSIBLES DE SATISFACER CON RESPECTO A LAS DIFERENTES POTENCIAS FIRMES DE 95% DE DURACION, CON 1 300 MILLONES DE KILOWATT-HORAS DE EMBALSE

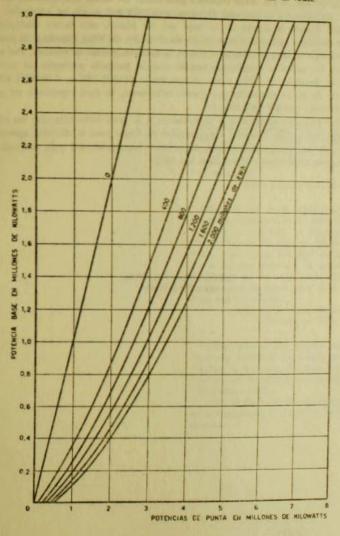
Potencias firmes Miles de kW	Potencias de punta Miles de kW
0	325
500	1 875
1 000	2 950
1 500	3 950
2 000	4 885
2 500	5 780
3 000	6 660

⁽¹⁾ Actualmente Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas.

GRAFICO № 6

POTENCIAS DE PUNTA POSIBLES DE SATISFACER EN EL SISTEMA ELECTRICO DE LA 3º REGION GEOGRAFICA,

CON RESPECTO A LAS DIFFRENTES POTENCIAS FIRMES DE 95% DE DURACION. PARA DIVERSAS CAPACIDADES DE EMBALSE EN LA HOYA DEL RIO MAULE



diferentes curvas figuran las diversas capacidades de embalse que se han considerado, traducidas a millones de kilowatt-horas.

La capacidad de regulación, ya indicada, de 1 300 millones de kWh que puede obtenerse en la hoya del río Maule hasta Armerillo, haría aumentar la potencia de duración de 95% desde los 540 000 kW, que aparece en el perfil de energía, a 1 965 000 kW, o sea, estos embalses producirán un factor multiplicador de 3,64 veces, en a uanto a la potencia de punta promedio que puede ser satisfecha.

En el caso estudiado de la hoya del río Maule, este factor multiplicador de los embalses, aplicado a la potencia de duración de 95%, excede a la potencia promedio de la hoya considerada, que es la máxima posible de obtener. Por consiguiente, los embalses permitirían transformar la potencia promedio en potencia firme de duración de 95%, o sea, elevar desde 540 000 kW a 1 550 000 kW la potencia de punta promedio que puede satisfacerse, lo cual representa un poder multiplicador posible de 2,88.

Este resultado demuestra la importancia y la gran influencia que los embalses reguladores están llamados a desempeñar en Chile para el eficiente aprovechamiento de los recursos hidráulicos de primera instalación del país, indicados en el Catastro de Recursos Hidráulicos de 1952.

> BIBLIOTECA NACIONAL BESCIÓN CHILBNA