

Las fuentes y el consumo de energía en el mundo y en Chile

La producción de energía en forma de calor, electricidad o de energía mecánica es la base de todas las industrias. Se comprende, por consiguiente, el interés que tiene el conocimiento de las fuentes de energía de las cuales disponemos, y el afán de todos los países de desarrollarlas para independizarse del extranjero.

La mayor parte de la energía se genera por combustión de las materias combustibles. Es cierto que se emplean ya actualmente fuerzas hidráulicas y que su desarrollo ha hecho notables progresos, pero la cantidad de energía producida por ellas es relativamente pequeña en comparación con la energía térmica empleada y no hay probabilidades de que esta situación cambie a corto plazo, en forma apreciable.

Consideremos a continuación las diferentes clases de energía:

A).—Energía térmica:

1.º Carbón: Según las estadísticas, la producción mundial de carbón se descompone en la siguiente forma:

	Millones de toneladas	
	1929	1936
Europa sin URSS.....	605.7	506.7
URSS.....	41.8	108.9
América del Norte.....	564.6	390.7
Otros países.....	120.5	127.7
Total	1,332.6	1,134.0

Los datos referentes al año 1936 se han calculado duplicando la producción del primer semestre. Incluye la tabla la producción tanto de hullas como lignitos, es decir, de combustibles de un poder calorífico bastante distinto. Pero tomando en cuenta que la producción de los últimos es relativamente pequeña, se justifica la adición sin separación de las dos clases.

Se observa una disminución apreciable de la producción total entre el año 1929 y la actualidad. Esta disminución sería todavía más notable, si no hubiese un incremento fuerte en la URSS debido a la industrialización de este país. Esta disminución

en parte se debe a un decaimiento de la actividad industrial, pero hay otros factores de mayor influencia. En primer lugar, hay que mencionar el reemplazo del carbón por el petróleo. En los años 1925 a 1929, el 66% de la energía total se producía usando carbón, en 1935 sólo era el 57%. También ha habido un incremento del aprovechamiento de las fuerzas hidráulicas, pero lo que seguramente ha influido más en la disminución del consumo de carbón es el mayor rendimiento en la transformación y aplicación de su energía térmica. Una estadística de los EE. UU (Archiv. für Wärme-wirtschaft und Dampfkesselwesen 1936, pág. 251) indica que la cantidad de carbón gastado por la generación de un kilowatt-hora en las centrales eléctricas bajó de 1.09 kilos en 1923 a 0.667 kilos en la actualidad, o sea en un 40%.

Los ferrocarriles norteamericanos gastaron por mil toneladas-kilómetros, 50 kilogramos de carbón en 1923 y 38 kilogramos en 1934, por consiguiente, disminuye su consumo unitario en 24%. En Inglaterra el consumo medio de carbón en las centrales termoeléctricas por KW. hora generado bajó desde 1917 hasta la actualidad en 57.9%; el consumo de los ferrocarriles por unidad de carga, disminuyó en 31.8%, por unidad de pasajeros, el consumo bajó en un 20% y, finalmente, el consumo en la industria siderúrgica disminuyó en 19.5%. Los tres grupos de industrias mencionadas representan el 44% del consumo total de combustibles en aquel país.

Las reservas de carbón a la vista se estiman en una cantidad tan grande, que se calcula que bastarán para unos 2,000 a 3,000 años, si el consumo se mantiene igual al de la actualidad.

2.º Petróleo: La producción de este combustible está subiendo muy fuertemente. Se tienen los siguientes datos:

	Millones de toneladas	
	1930/31	1935
Estados Unidos	120.0	135.2
Rusia	17.2	24.2
Venezuela	16.5	20.3
Rumania	6.1	8.8
Méjico	4.3	5.4
Colombia.....	2.5	2.4
Perú	} 24.1	2.3
Argentina		2.1
Otros países.....		33.1
Total	190.7	233.8

El consumo total subió en 1936 según las últimas estimaciones a 257 millones de toneladas.

Para comparar la energía producida por petróleo con la del carbón, hay que tomar en cuenta que una tonelada del primero puede reemplazar aproximadamente una y media tonelada del segundo. La producción actual de petróleo corresponde, pues, a unos 385 millones de toneladas de carbón y alcanza así más o menos a la tercera parte de la de este combustible. Pero mientras que las reservas de carbón a la

vista parecen inagotables, las del petróleo son muy pequeñas. Se calcula su duración en sólo 18 años, si se sigue gastándolas en la forma actual. El geólogo ruso «Ivan Gubkin» últimamente estimó las reservas mundiales de petróleo en 7,075.000,000 toneladas, cantidad que bastaría para 25 años. Es cierto que quedan seguramente todavía muchos yacimientos desconocidos. La misma predicción del agotamiento rápido de las reservas de petróleo, se ha hecho hace 20 años y no obstante, hay actualmente más reservas visibles que en aquella época. Pero no hay duda de que el consumo crece más rápidamente que la exploración de nuevos yacimientos y que el producto tiene que agotarse, por consiguiente, en un tiempo bastante corto. Se comprende por esto, los esfuerzos que se hacen en todas partes para obtener del carbón los mismos productos valiosos — especialmente bencina y aceites lubricantes— que actualmente suministra el petróleo. Tales esfuerzos se hacen especialmente en los países que no disponen de yacimientos propios de petróleo, debido nuevamente al afán de independizarse, especialmente en caso de guerra de las importaciones de combustibles líquidos.

3.º Gas natural: Este producto que sale en forma de exhalaciones de la tierra, sólo tiene interés local, puesto que no se puede transportar a grandes distancias. No obstante, su cantidad representa un ítem bastante fuerte en el balance de los combustibles. Se produjeron en 1934 (último año para el cual dispongo de datos) 56,420 millones de metros cúbicos. (De ellos 50,000 millones en EE. UU). Un metro cúbico de este producto corresponde en su energía térmica a más o menos 1,200 gramos de carbón. La totalidad de la producción representa, pues, el equivalente de 67 millones de toneladas de carbón.

Las reservas de gas natural no se conocen. Pero considerando el bajo porcentaje con el cual su uso contribuye al consumo total de energía, esta falta de conocimiento tiene poca importancia.

4.º Leña: Sólo en algunos países existen estadísticas apropiadas del consumo de este producto. En Suecia, se producen aproximadamente igual número de calorías por combustión de leña que por combustión de carbones; el consumo de leña equivale a unos 5.9 millones de toneladas de carbón. Otros países que tienen un consumo relativamente grande son: Noruega, Rusia, Canadá y Chile. En Francia se consumen 12 millones de toneladas de leña, lo que corresponde a unos 6 millones de toneladas de carbón (15% del consumo de este último combustible); se calcula que la cifra podría aumentar a 30 millones de toneladas de leña si se intensificara la explotación. Hay que tomar en cuenta al considerar esta cifra, que, seguramente queda bajo el consumo real, debido a que la mayoría de los consumidores pequeños, especialmente los consumos caseros, escapan a la estadística.

Reuniendo todos los datos disponibles, el Dr. R. Regul (Gluckauf 1937, p. 624) estima el consumo mundial de leña como combustibles en el equivalente de 250 millones de toneladas cifra, que aceptaré también.

Las reservas de leña se pueden considerar como inagotables, dentro de las posibilidades de reforestación. No obstante es muy probable que el consumo de este combustible tenderá a disminuir, debido al rendimiento muy superior del carbón y petróleo.

B).—Energía hidráulica:

Tampoco hay una estadística completa de las fuerzas hidráulicas aprovechadas actualmente. Tienen su aplicación más importante en la generación de corriente eléctrica, mientras que el uso directo para mover maquinarias seguramente no alcanzará mayores proporciones. Consideraré por esto únicamente la energía eléctrica. Esta se genera, tanto por medio del calor, como por medio de las caídas de agua y muchos países no separan sus estadísticas en estas dos fuentes de energía. Además, estas estadísticas sólo abarcan las centrales de mayor potencia, no incluyen a los pequeños productores que generan energía para su propio uso, aprovechando muy a menudo pequeñas caídas de agua. La cifra calculada quedará, por consiguiente, debajo de la realidad.

Según el «*Annuaire statistique de la Société des Nations*», 1935-1936, la producción de energía eléctrica en el mundo, alcanzó a 320,000 millones de kilowatt-horas. Se estima que el 45% de esta energía se genera en plantas hidroeléctricas, es decir, 144,000 millones de kilowatt-horas. Este porcentaje es probablemente elevado; así, pues, 16 países que presentaron sus datos a la Conferencia de Energía de Washington, produjeron en total 195,200 millones de kwh. de los cuales 77,300 millones kwh. corresponden a plantas hidroeléctricas; es decir, sólo el 40% de la producción fué generada por medios hidroeléctricos.

Otro cálculo lleva a un resultado idéntico: se estima (Gluckauf 1937, pág. 201) la potencia total de las fuerzas hidráulicas instaladas en 55 millones de HP. o bien, 41 millones de KW. Si se supone que las plantas trabajan con un factor de carga de 40% como ocurre en los países que tienen grandes caídas de agua, se generan unos 3,500 KWH por KW instalado; llegando a una producción anual de 143,500 millones de KWH.

Para calcular el equivalente de carbón de la energía eléctrica habría que considerar que teóricamente un KWH. corresponde a 859 calorías o bien, a más o menos 120 gramos de carbón. Resultaría así, una cantidad de carbón de 17 millones de toneladas. Pero este cálculo no se ajusta a la realidad. Como he mencionado se necesitan actualmente en las centrales térmicas de los EE. UU. 0.667 kilos de carbón para generar un KWH. y el consumo será probablemente mayor en otras partes. Se puede, por consiguiente, suponer que en realidad un KWH reemplaza por lo menos a 0.667 kilos de carbón y la cantidad equivalente de la energía hidráulica llega así a unos 96 millones de toneladas de carbón.

En la misma publicación aludida, el Dr. R. Regul estima el equivalente de la energía hidráulica producida en 156 millones de toneladas de carbón, es decir, en una cantidad bastante más elevada. Desgraciadamente, no indica claramente el factor que ha empleado para calcular la cantidad de carbón que corresponde a un kilowatt-hora, pero indirectamente se puede deducir de sus cifras que la estima en unos 1,200 gramos. Este mayor número explica fácilmente la discrepancia entre los resultados a los cuales hemos llegado. Al mismo tiempo la diferencia demuestra con claridad el hecho de que todos estos cálculos sólo son muy aproximados y que no debe exagerarse su exactitud.

Las reservas de la energía hidráulica son prácticamente inagotables. Sería un caso excepcional que una planta hidroeléctrica en trabajo dejara de funcionar por

falta de agua. Por otra parte, no se han desarrollado sino una parte pequeña de las fuerzas hidráulicas aprovechables.

C).—*Otras energías aprovechables:*

Menciono la del viento que se emplea actualmente en forma muy restringida, pero que seguramente podrá desarrollarse especialmente en vista de los grandes progresos de la aerodinámica. Me refiero a la energía volcánica que se utiliza en Italia—Toscana—donde se captan los vapores de agua caliente que salen del interior de la tierra, aprovechándolos para mover maquinarias a vapor y turbinas. La cuantía de estas energías no influye en el balance total.

Resumiendo los datos expuestos se llega al siguiente consumo total de energía expresado en su equivalente de toneladas de carbón:

Carbón (1936)	1,134 millones de tons.
Petróleo (1936)	385 » »
Gas Natural (1934)	67 » »
Leña	250 » »
Energía hidráulica (1935)	96 » »
<hr/>	
Total	1,932 millones de tons.

Es interesante relacionar esta cifra del consumo de carbón con el total de la población terrestre, para determinar si hay o no posibilidad de un incremento futuro del consumo. La población total de la tierra alcanzó en 1930 a unos 2,000 millones de habitantes; le corresponde, por consiguiente, un consumo medio anual de 960 kilogramos de carbón por habitante.

Considerando ahora aisladamente el consumo medio unitario de algunos países, se llega a los siguientes resultados:

Estados Unidos	5,500 Kgs/ha.
Inglaterra	4,000 Kgs/ha.
Alemania	2,900 Kgs/ha.

Se ve, por consiguiente, que aun en el caso que aumentara el consumo mundial al término medio actual de Alemania, país fuertemente industrializado, bastará una triplicación de la producción actual para satisfacer las necesidades. En vista, ahora, de las inmensas reservas de carbón antes señaladas, parece inútil ocuparse del problema de reemplazar el carbón por otras fuentes de energía. No obstante, este problema no tiene sólo el valor académico supuesto: hay que considerar que a medida que se agotan las minas de carbón en explotación habrá que ir a mayores profundidades o llevar el carbón a mayores distancias. Esto traerá como consecuencia un encarecimiento del producto. Se trata, pues, de un problema de índole económica, cuya solución puede resultar urgente, mucho antes de que se agoten las minas de carbón.

Una consideración de otra índole viene a reforzar la opinión de que no debemos considerar con indiferencia el enorme consumo de combustibles fósiles. Toda la ener-

gía de la cual disponemos proviene del sol. Se ha calculado la cantidad que nos llega anualmente en $1,34 \cdot 10^{21}$ calorías (calorías grámas) las que corresponden al calor producido por la combustión de más o menos $2 \cdot 10^{11}$ toneladas de carbón (200 mil millones de toneladas). Así nuestro consumo de combustibles que no representa el uno por ciento de la cantidad que nos suministra el sol, parece chico. Pero tal conclusión sería muy errónea. No hay que olvidar que sólo una parte muy pequeña del calor del sol se aprovecha. Las plantas absorben más o menos un centésimo por ciento de la cantidad total que nos llega, para formar la materia orgánica, de la cual se han derivado los combustibles que actualmente empleamos. Aun si se aprovechara esta materia orgánica en forma íntegra en la transformación en carbón, siempre se gastaría según este cálculo en un año, lo que necesitaba cien para formarse. En realidad, la proporción es todavía mucho más desfavorable. Se debe, por consiguiente, procurar un aprovechamiento mucho mejor de la energía solar, si no se quiere ir aumentando el déficit.

Si se considera cual es el proceso terrestre, en el cual se consume la mayor parte de la energía solar aprovechable, se llega a la conclusión que es la evaporación del agua. Se gasta para esta operación, más o menos el 25% del total de energía, o sea, un equivalente de unos 50 mil millones de toneladas de carbón. El 2% de esta cantidad bastaría para cubrir el consumo actual, el 5% sería seguramente suficiente para hacer frente a cualquier aumento de la demanda de energía. Estas cantidades, no obstante, son bien elevadas y las potencias de las centrales hidroeléctricas necesarias para producir las resultan fantásticas. Suponiendo nuevamente que un KWH. puede reemplazar a 0.667 kilos de carbón, deberían generarse anualmente 2.5 millones de millones de KW horas. Calculando con un factor de carga de 50% o una producción de 4,300 KW horas por kilowatt instalado, resulta una potencia de 580 millones de kilovatt o 777 millones de HP. ¿Será posible generar y especialmente distribuir tan enorme cantidad de energía eléctrica? Las fuerzas hidráulicas aprovechables se estiman en sólo 472 millones de HP. y será necesario crear nuevas posibilidades desconocidas a la fecha.

Quedan todavía, otras fuentes de energía tal vez más fácilmente accesibles: ya se están haciendo esfuerzos para aprovechar la diferencia de temperatura del agua del mar en la superficie y a una gran profundidad, que rige en las zonas tropicales. Queda por solucionar el problema del aprovechamiento de la energía de las mareas, energía que no se debe al calor solar, sino a la rotación terrestre. Queda la energía del viento que ya he mencionado y que es tal vez la que más fácilmente se podrá captar. Queda por fin la energía que se produce en la descomposición de la materia, cuyas manifestaciones observamos en los procesos radioactivos. Somos actualmente capaces de producir tales descomposiciones en forma artificial y las energías así liberadas superan enormemente a las que se producen en las reacciones químicas como la combustión del carbón. Un gramo de radio al transformarse en plomo genera una energía que equivale a $3,4 \cdot 10^9$ calorías, lo que corresponde al calor producido por la combustión de unos 500 kilos de carbón. Las transformaciones de otros elementos que actualmente se logra obtener artificialmente producen energías del mismo orden de magnitud. Pero, por lo menos hasta ahora, no podemos acelerar la transformación del radio, que demora más de 2,000 años, ni tampoco podemos liberar la energía

intraatómica de los otros elementos en cantidades apreciables. Tenemos que contentarnos, pues, con las otras energías mencionadas y accesibles a nuestros esfuerzos.

Paso ahora a exponer la situación en Chile en cuanto a su consumo de energía y sus reservas. Se descompone en la forma siguiente:

A).—*Carbón:*

Las reservas de carbón de Chile a la vista se estiman en 4,000 millones de toneladas. La producción del año 1936, llegó a 1,870,729 toneladas. A esto hay que agregar una disminución de los stocks de carbón en las minas que llegó a 55,000 toneladas y la importación de 17,882 toneladas. Se obtiene así un total de consumo de carbón de 1,943,611 toneladas.

B).—*Petróleo:*

A pesar de que los sondeos en la región de Magallanes indican la existencia de petróleo, no hay producción hasta la fecha.

La importación de petróleo crudo y de sus derivados fué en 1936, la siguiente:

Petróleo crudo	362,353 t.
Petróleo Diessel	19,080 »
Bencina	66,858 »
Aceite lampante	6,940 »
Aceite minerales	9,366 »
	<hr/>
	464,597 t.

El equivalente de carbón de esta cantidad es de 696,895 toneladas.

C).—*Energía Hidráulica:*

Una determinación exacta tropieza con las mismas dificultades expuestas arriba que se agravan, porque hay una serie de instalaciones pequeñas que escapan a todo control. La potencia total instalada en Chile a base de fuerza hidráulica puede estimarse según datos provenientes de la Dirección General de Servicios Eléctricos y de la Compañía de Tracción en unos 100,000 KW. De estos corresponde el 82% a la instalación de la Cía. de Tracción de Santiago proveedora de la energía eléctrica en las ciudades de Santiago y Valparaíso y sus alrededores. Esta Compañía produjo en 1936, por medio de vapor y energía hidráulica 374,773,453 KW. horas, de los cuales se generaron por lo menos el 90% por medio de energía hidráulica. Esto correspondería a un total de 337,320,000 KW. horas. Si se supone para el resto del país una producción igual por KW instalado el total de KW. horas producidas llegaría a 410,000,000 KW. horas, cifra que por las razones expuestas quedará probablemente debajo de la realidad. Considerando la misma equivalencia entre energía hidráulica y carbón que se ha aplicado antes, esta energía corresponde a un consumo de 273,470 toneladas.

D).—*Leña:*

En el sur del país se está empleando casi exclusivamente la leña, tanto como combustible industrial como casero. Pero no hay estadísticas posibles debido a que se consume en muchas partes sin ni siquiera sufrir un transporte por ferrocarril, que podría servir como base de apreciación. Sólo he podido reunir gracias a la amabilidad de la Subsecretaría de Comercio, los consumos industriales de las provincias de Valdivia y Chiloé que suman 782,210 m³. No incluye esta cifra lo que se emplea en casas para calefacción, cocinas, etc. Además hay que considerar consumos apreciables de leña en las provincias de Biobío, Concepción y Ñuble, Aysen y Magallanes, cuyas poblaciones superan en más del doble las de Valdivia y Chiloé. No sería atrevido por esto estimar el consumo total de leña en el país en unos 3 millones de metros cúbicos. Si se calcula con un peso de 500 kilos por metro cúbico y con poder calorífico de 3 800 calorías esta cantidad corresponde a 750,000 toneladas de carbón.

El verdadero consumo seguramente es muy superior.

Según datos particulares el consumo de leña anual sólo para cocina y baño alcanza a unos 1,300 kilos anuales por persona. Las provincias que consumen leña tienen una población aproximada de 1,200,000 habitantes, lo que da un consumo de leña sólo por este capítulo de 1,560,000 t.

Llegamos así al siguiente consumo total:

Carbón.....	1,943,611
Petróleo y sus derivados.....	696,895
Fuerzas hidráulicas.....	273,470
Leña.....	750,000
	3,663,976

La población total del país se calcula en unos 4.5 millones y resulta así un consumo por habitante de unos 815 kilos de carbón. Esta cifra relativamente baja, se explica en gran parte por las condiciones climatéricas del país. En realidad, casi 2/3 de la población vive en condiciones que no exigen calefacción en el invierno.

A esto hay que agregar el hecho de que las actividades principales se refieren a la agricultura y a la minería en pequeña escala, donde todavía no se está usando sino poca energía mecánica. Pero los datos expuestos permiten suponer un aumento futuro elevado del consumo de energía que deberá ser suministrado en primer término por medio del carbón nacional y la industria carbonífera se está preparando intensamente para poder satisfacer esta demanda futura.