

1954

Scientia: Labor Improbis Omnia Vincit XXI 2

Universidad Técnica Federico Santa María

Universidad Técnica Federico Santa María. Valparaíso. Chile

<https://hdl.handle.net/11673/46943>

Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

Cley

SCIENTIA



Año XXI. 94

1954 Núm. 2

REVISTA DE TECNICA Y CULTURA

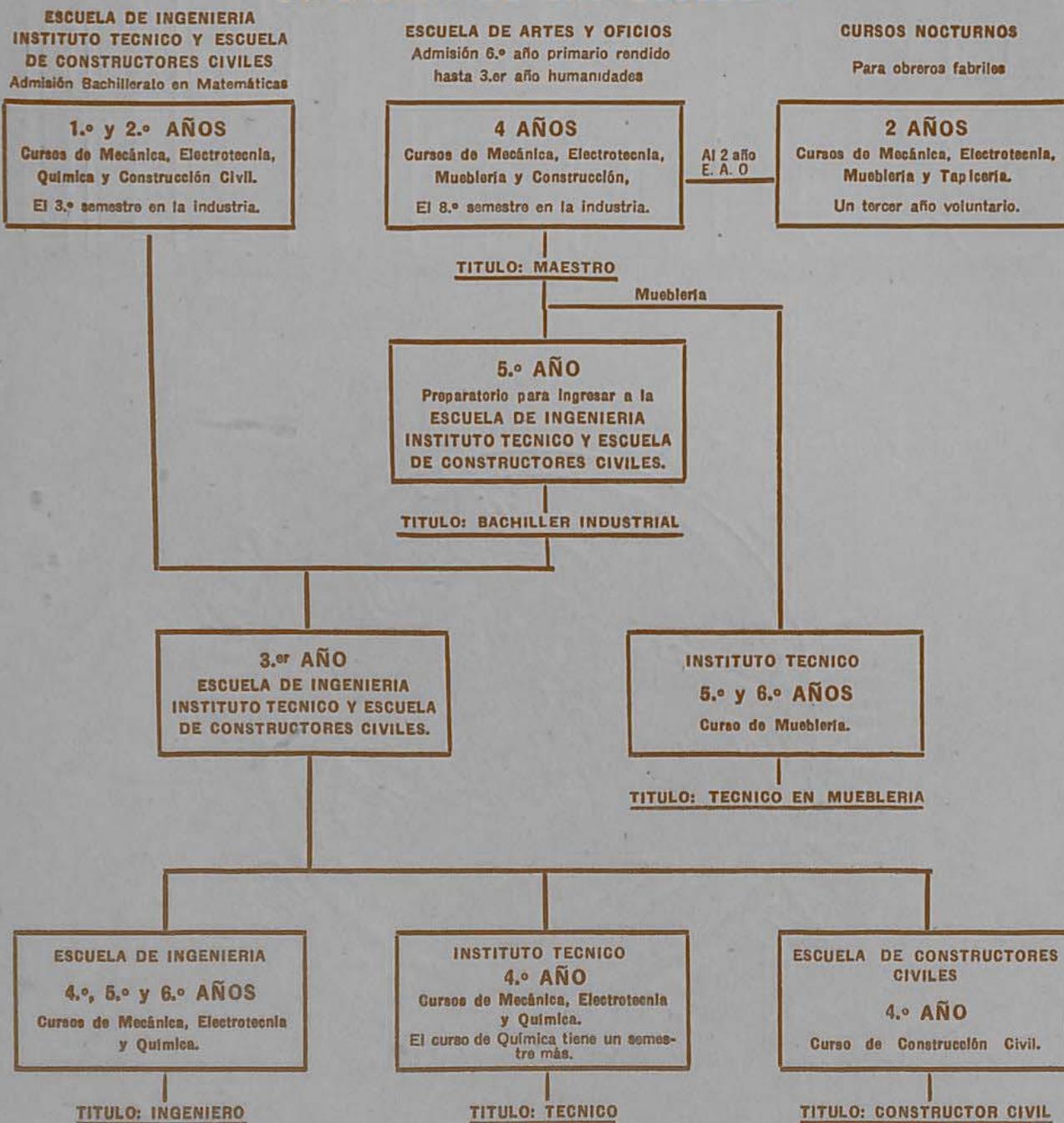
ORGANO DE LA ESCUELA DE ARTES Y OFICIOS, INSTITUTO TECNICO Y COLEGIO DE INGENIEROS

"JOSE MIGUEL CARRERA"

UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

DIAGRAMA DE LAS ESCUELAS



CONDICIONES DE INGRESO

Escuela de Artes y Oficios:

- No tener menos de 13 años ni más de 16 al 1.º de Marzo del año de ingreso;
 - Haber terminado con éxito el 6.º año de Escuela Primaria o alguno de los dos primeros años de Humanidades;
 - Someterse al examen del médico de la Institución;
 - Presentar el certificado de nacimiento y el último certificado de exámenes, con las notas de cada ramo;
 - Someterse a un examen de aptitudes y de conocimientos en esta Universidad;
- Los alumnos que estén cursando el 6.º año deberán presentar el certificado de exámenes del 5.º, sin perjuicio de presentar el del 6.º antes del 15 de marzo del año de ingreso.

Escuela de Ingeniería, Escuela de Constructores Civiles e Instituto Técnico:

- Presentar el título de Bachiller en Matemáticas;
 - Rendir un examen de aptitudes y de conocimientos, en este último el examen de Matemáticas comprenderá la materia de Humanidades;
 - Someterse al examen del Médico de la Institución;
- Los alumnos que estén cursando el 6.º año de Humanidades deberán traer el certificado de exámenes del 5.º año, sin perjuicio de presentar el diploma de bachiller, antes del 15 de marzo del año de ingreso.

Cursos Nocturnos:

- No tener menos de 18 ni más de 30 años el 1.º de Marzo del año de ingreso;
- Saber leer y escribir y las cuatro operaciones de Aritmética;
- Presentar testimonio, en lo posible de haber trabajado dos años en la industria;
- Someterse a un examen de conocimientos.

SCIENTIA

REVISTA TRIMESTRAL DE TECNICA Y CULTURA

ORGANO DE LA ESCUELA DE ARTES Y OFICIOS Y COLEGIO DE INGENIEROS

« JOSE MIGUEL CARRERA »

DE LA

UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

TESTAMENTO

Deseo ante todo expresar a mis conciudadanos que los últimos treinta años de mi vida los consagré exclusivamente al altruismo, y al efecto hice mi primer testamento en 1894, legando a la ciudad de Valparaiso una Universidad, pero en el transcurso del tiempo la experiencia me demostró que aquello era un error y que era de importancia capital levantar al proletario de mi Patria, concibiendo un plan por el cual contribuyo primeramente con mi óbolo a la infancia, en segundo lugar a la Escuela Primaria, de allí a la Escuela de Artes y Oficios y por último al Colegio de Ingenieros, poniendo al alcance del desvalido meritorio, llegar al más alto grado del saber humano; es el deber de las clases pudientes contribuir al desarrollo intelectual del proletario. Tanto la Escuela de Artes y Oficios como el Colegio de Ingenieros y toda otra institución que pudiera crearse más tarde, deben agregar a su título el nombre de José Miguel Carrera, en homenaje al gran patriota que dió el primer grito de independencía en Chile y como enseñanza a los alumnos que ante todo se deben a su patria.

FEDERICO SANTA MARIA C.

Paris, Enero cinco de mil novecientos veinte.

SCIENTIA

LABOR IMPROBUS OMNIA VINCIT

Organo de las Escuelas de la
"Universidad Técnica Federico Santa María"

Año XXI

Valparaíso, Junio de 1954

Núm. 2

SUMARIO

Pág.

65	Fragmento del testamento.	
66	Sumario.	
* 67	Fuerza motriz.	El problema de la energía eléctrica en las provincias centrales bajo su aspecto técnico. Rittershausen.
* 81	Miscelánea.	Alimentación.
* 82	Economía política.	Algunas consideraciones sobre la moneda y la inflación. Cereceda.
* 90	Energía nuclear.	Laboratorio infernal. Ripa.
* 95	Novedades técnicas.	La ampolleta de alumbrado más grande del mundo.
* 96	Química industrial.	Fibras de lino y de yute. Rubens.
* 105	Termología.	Consideraciones sobre gases en movimiento a lo largo de conductos de sección constante con alcance al "golpe de compresión". Berkhoff.
o 118	Miscelánea.	Estados Unidos hace economías.
* 119	Historia.	Datos biográficos de Lord Cochrane. Fleming.
* 120	Miscelánea.	Armas psicológicas.
□ 121	Investigación.	Importancia de la investigación científica.
o 122	Educación.	Déficit de profesores.
* 123	Centro de Ingenieros.	Don Eduardo B. Budge y Barnard cumple 90 años.
126	Errata.	
* 127	Química industrial.	El fosfato tricresílico y su importancia para la tecnología del petróleo.
o 128	Noticias de ingenierría.	Petróleo por medio del fuego.

Los artículos marcados con (*) son originales y publicados por primera vez, los con (o) son traducidos, los con (□) son tomados de otra publicación.

La Dirección de SCIENTIA permite la reproducción de los artículos o los resúmenes de ellos, siempre que en ambos casos se mencionen la Revista y el nombre del autor.

Redacción y Administración de la Revista SCIENTIA: Valparaíso, Casilla 110-V.
Rector de la Universidad Técnica Federico Santa María: Don Francisco Cereceda.
Director Técnico de la Revista: Julio Hirschmann R., Vice-Rector.

PRECIO DEL
EJEMPLAR
\$ 50.—

Fuerza motriz

EL PROBLEMA DE LA ENERGIA ELECTRICA EN LAS PROVINCIAS CENTRALES BAJO SU ASPECTO TECNICO

Por el Ingeniero Sr. John Rittershausen.

Las restricciones en el consumo de energía eléctrica de la zona central ha llamado la atención del público en general hacia este problema que afecta no sólo a la población, sino más aún a las industrias y al comercio. En este artículo que representa el contenido de una conferencia que el autor dió primeramente a fines de octubre del año pasado en la Universidad de Chile, bajo los auspicios de la Asociación de los ingenieros de la Endesa y que a comienzos de este año dictó también en el Centro de Ingenieros de Valparaíso se ocupa de este grave problema y de las perspectivas que habrían para solucionarlo.

EL problema de la energía eléctrica en las provincias centrales —entendiendo por tales a las de Santiago, Valparaíso y Aconcagua— es el problema del **abastecimiento** de energía eléctrica de la región más poblada de Chile, en que vive cerca de la mitad de su población, y en la cual se ha desarrollado la mayor parte de la industria manufacturera del país.

El rápido aumento de población de esta zona y su intenso desarrollo industrial en los últimos 30 años, ha dado origen a un notable crecimiento de las demandas y de los consumos de energía eléctrica, el que desgraciadamente no fué acompañado en todo momento por un crecimiento de igual ritmo de la capacidad de abastecimiento, tanto en lo que se refiere a generación, como en cuanto a distribución de la energía eléctrica.

Cierto grupo de ingenieros ha estado atento a este problema desde antes de 1935, fecha en que se verificaron las primeras conferencias y discusiones sobre esta materia en el Instituto de Ingenieros de Chile; pero recién en los últimos años el asunto ha logrado interesar a la opinión pública en general, cuando la marcada deficiencia de generación de energía hizo culminar el problema con un régimen de racionamiento durante los inviernos que afectó a toda la población.

El problema eléctrico se puede enfocar bajo varios aspectos: 1.º el **técnico** que se refiere a los estudios de previsión de las futuras demandas y al proyecto y construcción de nuevas centrales generadoras y sistemas de transmisión y distribución capaces de satisfacer estas demandas; 2.º el aspecto **económico** que se refiere al estudio de procurar los recursos necesarios para realizar estas nuevas obras, como también al estudio de los perjuicios que el régimen de racionamiento durante los años pasados ha significado para la producción nacional y para los intereses particulares, y de lo que significaría el tener que continuarlo; y 3.º el aspecto del "**Contrato Eléctrico**", del análisis de las relaciones entre la Cía. Chilena de Electricidad Ltda. y el Gobierno, y de las dificultades que han emanado de la aplicación de dicho contrato, las que han sido la causa de que el problema eléctrico llegara al punto de extrema gravedad que alcanzó en los últimos años.

El tema de esta charla es estudiar sólo el **aspecto técnico** del problema del abastecimiento eléctrico de las provincias centrales.

Analizaremos primero los sistemas de generación, transmisión y distribución de energía existentes en la zona, compararemos su potencia instalada y su capacidad de generación con las actuales demandas y consumos del público, explicaremos las causas del déficit que existe hoy y haremos una previsión de demandas y consumos para los próximos 15 años.

En seguida analizaremos los diversos recursos hidroeléctricos que pueden servir para resolver el problema de la escasez de energía y haremos un estudio de las nuevas obras de generación, transmisión y distribución de energía que será necesario ejecutar dentro de los próximos años, para mantener el abastecimiento de energía al compás de las crecientes demandas. Por último haremos una estimación de la inversión que estas nuevas obras representan, presupuestadas a los precios vigentes hoy.

En la actualidad las demandas de energía eléctrica de las provincias de Santiago, Valparaíso y Aconcagua son abastecidas por algunas empresas eléctricas de servicio público y por varias plantas generadoras particulares.

Las empresas de servicio público son: La Cía. Chilena de Electricidad Ltda., que tiene la concesión del servicio de la mayor parte del territorio en cuestión; la Cía. Nacional de Fuerza Eléctrica, que tiene la concesión del servicio de Viña del Mar y varias Empresas Eléctricas locales, como p. ej. la Empresa Eléctrica de Llay-Llay, la Empresa Eléctrica de Melipilla y El Monte, y algunas más que abastecen los respectivos pueblos. La Empresa Eléctrica de Melipilla es una Compañía subsidiaria de la Empresa Nacional de Electricidad S. A. (ENDESA). Esta está desarrollando también un sistema de distribución en el extremo norte de la zona en estudio, para abastecer los pueblos de La Ligua, Cabildo, Papudo, Zapallar y otros. ENDESA es, además, importante proveedora de energía de la Cía. Chilena de Electricidad.

Las plantas generadoras de la Cía. Chilena son las siguientes:

Hidroeléctricas:	Florida	con 12.000 kW	instalados
	Maitenes	„ 26.000 kW	„
	Queltehues	„ 36.000 kW	„
	Volcán	„ 13.000 kW	„
	Sauce (Valparaíso)	„ 3.600 kW	„
	Sauce (Los Andes)	„ 1.100 kW	„
	Los Morros	„ 1.350 kW	„
	San José	„ 90 kW	„
Térmicas:	Mapocho	„ 20.900 kW	„
	Laguna Verde	„ 54.700 kW	„
	San Antonio	„ 1.800 kW	„

lo que suma 170.500 kW instalados.

Varias de las máquinas instaladas en las plantas enumeradas son antiguas, algunas están bordeando los 50 años de servicio; otras plantas por razones hidrológicas, no pueden dar, por falta de agua en invierno, el total de su potencia. Por otra parte las plantas térmicas soportan sobrecargas durante las horas de demanda máxima. Corrigiendo las cifras por estos conceptos, las plantas de la Cía. Chilena disponen como potencia firme de punta en invierno de 151.800 kW, de los cuales 74.400 kW son hidráulicos y 77.400 kW térmicos.

La Endesa suministra energía eléctrica a la Cía. Chilena de Electricidad desde su planta hidroeléctrica Sauzal situada en el río Cachapoal, a través de una línea de transmisión a 110 mil volts a la subestación Ochagavía de la Cía. Chilena. La potencia suministrada sube máximo a 70.000 kW, a la hora del peak, pues esta planta debe abastecer de preferencia la zona entre el río Maipo y Linares, y entrega a Santiago solamente el sobrante.

La Compañía Nacional de Fuerza Eléctrica tiene una planta térmica en Viña del Mar con 12.100 kW instalados, que está interconectada con el sistema de la Cía. Chilena.

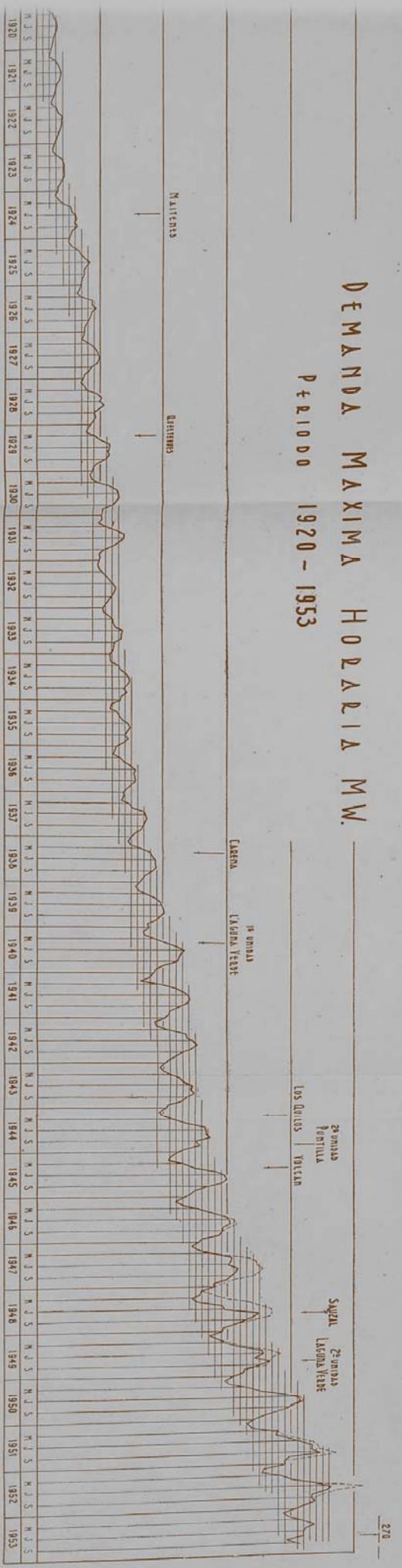
La Empresa Eléctrica de Melipilla no tiene por el momento generación propia y la energía que distribuye es suministrada por la Endesa directamente desde Sauzal. Las demás pequeñas Empresas disponen sólo de plantas generadoras chicas, que en total suman alrededor de 1.000 kW.

Entre las plantas generadoras particulares hay que distinguir: las que trabajan en forma continua abasteciendo a la industria a que pertenecen y entregando sus excedentes de energía a la Cía. Chilena de Electricidad, y aquellas que han sido instaladas por las industrias como centrales de emergencia para suplir los déficit de la energía que normalmente les es suministrada por la Cía. Chilena.

Entre las primeras figuran: Las centrales hidroeléctricas **Puntilla** de 12.600 kW y **Carena** de 8.500 kW, que pertenecen a la Cía. Manufacturera de Papeles y Cartones, la segunda en comunidad con la Fábrica de Cemento Cerro Blanco de Polpaico; la central hidroeléctrica **Los Quilos** de 17.500 kW que pertenece a la Fábrica de Cemento de El Melón; y la central hidroeléctrica **Los Bajos** de 5.000 kW de propiedad de la Fábrica Nacional de Carburo. Además, la Cía. Manufacturera de Papeles y Cartones posee en su fábrica en Puente Alto una planta térmica de 8.270 kW instalados, pero que por falta de calderas puede suministrar sólo 5.000 kW, y la fábrica de Cemento de El Melón tiene en Cale-ra una planta Diesel de reserva de 2.000 kW.

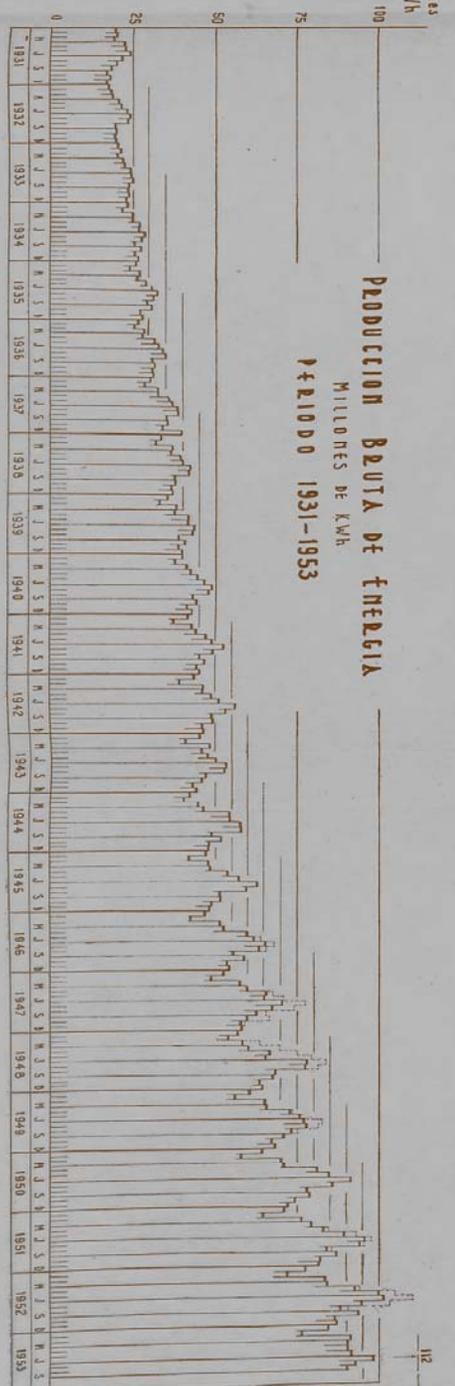
DEMANDA MAXIMA HORARIA M.W.

PERIODO 1920 - 1953



CIA CHILENA DE ELECTRICIDAD LTDA.

ESTADÍSTICA MENSUAL DE LA
DEMANDA MAXIMA HORARIA
 Y DE LA
PRODUCCION BRUTA DE ENERGIA
 (GENERACION PROPIA + CONTRAS)



Entre las plantas particulares de emergencia que no trabajan interconectadas con la Cía. Chilena de Electricidad, figuran las Cías. de Consumidores de Gas de Santiago y de Valparaíso, las industrias textiles de Said, Sumar, Yarur, Tejidos El Salto, Rayonhil, etc., industrias metalúrgicas como Fundición Libertad y otras, varios molinos y barracas, y muchas otras instalaciones menores; se estima la potencia total instalada en esta fecha por este concepto en más de 20.000 kW.

La energía generada durante el año 1952 por todas las plantas enumeradas fué la siguiente, en millones de kWh:

Cía. Chilena de Electricidad Ltda.	765,1
Endesa (Sausal)	235,7
Cía. Nacional de Fuerza Eléctrica	23,5
Industrias interconectadas y plantas de emergencia	351,0
Total año 1952: Millones de kWh.	1.375,3

Las cifras dadas son la generación propia de la Cía. Chilena y de la Conafe; la generación total de las industrias, y la parte de la generación de Sausal (Endesa) que fué suministrada a la zona en estudio. De esta energía 1.131,9 millones de kWh., o sea el 82%, fué de generación hidroeléctrica y 243,4 millones de kWh, o sea el 18%, de generación térmica. De los 1.375 millones de kWh generados, 1.063 millones es decir, 77½% fueron distribuidos por la Cía. Chilena de Electricidad.

El factor de carga medio anual con respecto de la potencia instalada resultó de 36,3% y con respecto de la potencia disponible de 52,9%.

En el cuadro N.º 1 aparecen resumidas las cifras de la potencia instalada y de la disponible en invierno y las de la energía generada durante el año 1952.

Cuadro N.º 1.					
ABASTECIMIENTO ELECTRICO DE LAS PROVINCIAS DE SANTIAGO, VALPARAISO Y ACONCAGUA					
Potencia instalada, Potencia firme de punta en invierno y Energía generada en 1952.					
Centrales	Potencia instalada kW	Potencia firme de punta en invierno kW		Energía generada en 1952 millones de kWh.	
		térmica	hidráulica	hidráulica	térmica
Cía. Chilena de Electricidad Ltda.	170.500	74.400	77.400	573,3	191,8
Endesa	76,800	71.700(1)	—	235,7	—
Cía. Nacional de Fuerza Eléctrica	12.100	—	12.000	—	23,5
Cía. Manufacturera de Pap. y Cartones	29.300(2)	18.000	5.000	150,5	3,1
Fábrica de Cemento de "El Melón"	19.500	13.500	2.000	129,3	0,0
Fábrica Nacional de Carburo	5.000	4.800	—	43,1	—
Varias Industrias (emergencia)	20.000(3)	—	12.000(3)	—	25,0(3)
Total Potencia Instalada:	333.200	182.400	108.400	1131,9	243,4
Total Potencia firme de punta en invierno		290.800			
Total Energía Generada en 1952:				1375,3	

(1) Sólo la potencia y la energía suministrada por "Sausal" a la Cía. Chilena de Electricidad y a la E.E. Melipilla.

(2) Incluso parte de la Central Carena que pertenece a Fábr. de Cemento Polpaico.

(3) Cifras estimadas.

Para hacer una previsión de las demandas y consumos futuros de las provincias centrales se puede partir de las estadísticas de la Cía. Chilena de Electricidad que es la que abastece más de tres cuartas partes de los consumos de esta zona. Se dispone de una estadística mensual completa de las demandas máximas horarias desde 1920 y de la producción bruta de energía de esa Compañía desde el año 1931, la que analizaremos en detalle.

En el gráfico N.º 2 se ha representado esta estadística: en la curva superior la de las demandas máximas horarias y en la inferior la de la producción bruta de energía mensual. Bajo "producción" de la Cía. Chilena comprende la generación propia, sea térmica o hidráulica, más la compra de energía a sus diversos proveedores: Endesa, la Cía. Manufacturera de Papeles y Cartones, la Fábrica de Cemento de El Melón y la Fábrica Nacional de Carburo. Esta curva de producción es similar a la curva de consumos, pues las pérdidas de transmisión y distribución de la energía en el sistema de la Cía. Chilena se mantienen más o menos estables alrededor del 20%.

En ambas curvas se observan durante ciertos años achatamientos que corresponden a falta de potencia instalada y de disponibilidad de energía. Especialmente notable es esto en los últimos años, cuando fué necesario someter el abastecimiento de energía a racionamiento. La Cía. Chilena de Electricidad ha podido avaluar este racionamiento tanto en energía como en potencia deficitaria. En el gráfico se ha marcado de puntos a partir de 1946 las demandas presuntas que hubieren existido al no haber restricciones y la energía que hubiese habido que producir.

Se observan en este gráfico súbitos aumentos del consumo y de la demanda cada vez que en el sistema ha habido amplia disponibilidad de energía, a saber, en 1929 cuando entró en servicio la Central Queltehues; en 1938, cuando entró en servicio la central Carena; en 1940, cuando entró en servicio el primer turbogenerador de Laguna Verde; en 1944, cuando dejó de ser cliente la Fábrica de Cemento El Melón, y al contrario, entró a suministrar a la Cía. Chilena el excedente de energía de su Central Los Quilos; en 1945, cuando se pusieron en servicio la central Volcán y la 2.ª unidad de la Central Puntilla; en 1948, cuando se puso en servicio la primera unidad de la Central Sauzal, y en 1949, cuando entraron las otras 2 unidades de Sauzal y el 2.º turbogenerador de Laguna Verde. Pero a pesar de estos sucesivos aumentos de potencia disponible fué necesario implantar en 1946 el sistema de racionamiento por cuarteles desconectados, que se mantuvo hasta 1949. Sólo en 1950 hubo abastecimiento que podría llamarse normal; pero en ese mismo año las nuevas instalaciones quedaron copadas por el crecimiento del consumo. En los años siguientes hubo que volver al régimen de racionamiento antiguo. En el año 1953 se modificó el sistema de racionamiento por sectores que se dejaban sin abastecimiento, por un sistema de limitación general de consumos, a fuerza de multas. Este sistema no permitió a la Cía. Chilena avaluar cuáles hubieran sido las demandas y la producción, en caso de no existir restricciones, y por ese motivo no se han podido anotar los valores presuntos en el gráfico. Sin embargo se estima que en el año 1953 la demanda máxima en el sistema de la Cía. Chilena de Electricidad hubiese subido a 270.000 kW y la producción bruta mensual máxima a 112 millones de kWh. La máxima producción real que ha distribuído la Cía. Chilena fué de **101,7 millones** en el mes de **Julio de 1952**.

Al estudiar la curva de producción del sistema, se observa que en los primeros 10 años la variación estacional del consumo es poco pronunciada. En efecto en este período se desarrolló principalmente el consumo industrial. A partir de los años 1941-42 se observa que comienzan a aumentar en forma cada vez más marcada los consumos de invierno. Algo similar se observa en la curva de demandas que se hace más puntuda, es decir, con variación entre verano e invierno cada año más marcada. Esto se debe al considerable aumento del consumo residencial por el empleo siempre creciente de artefactos domésticos eléctricos y en especial por la generalización del uso de la calefacción eléctrica.

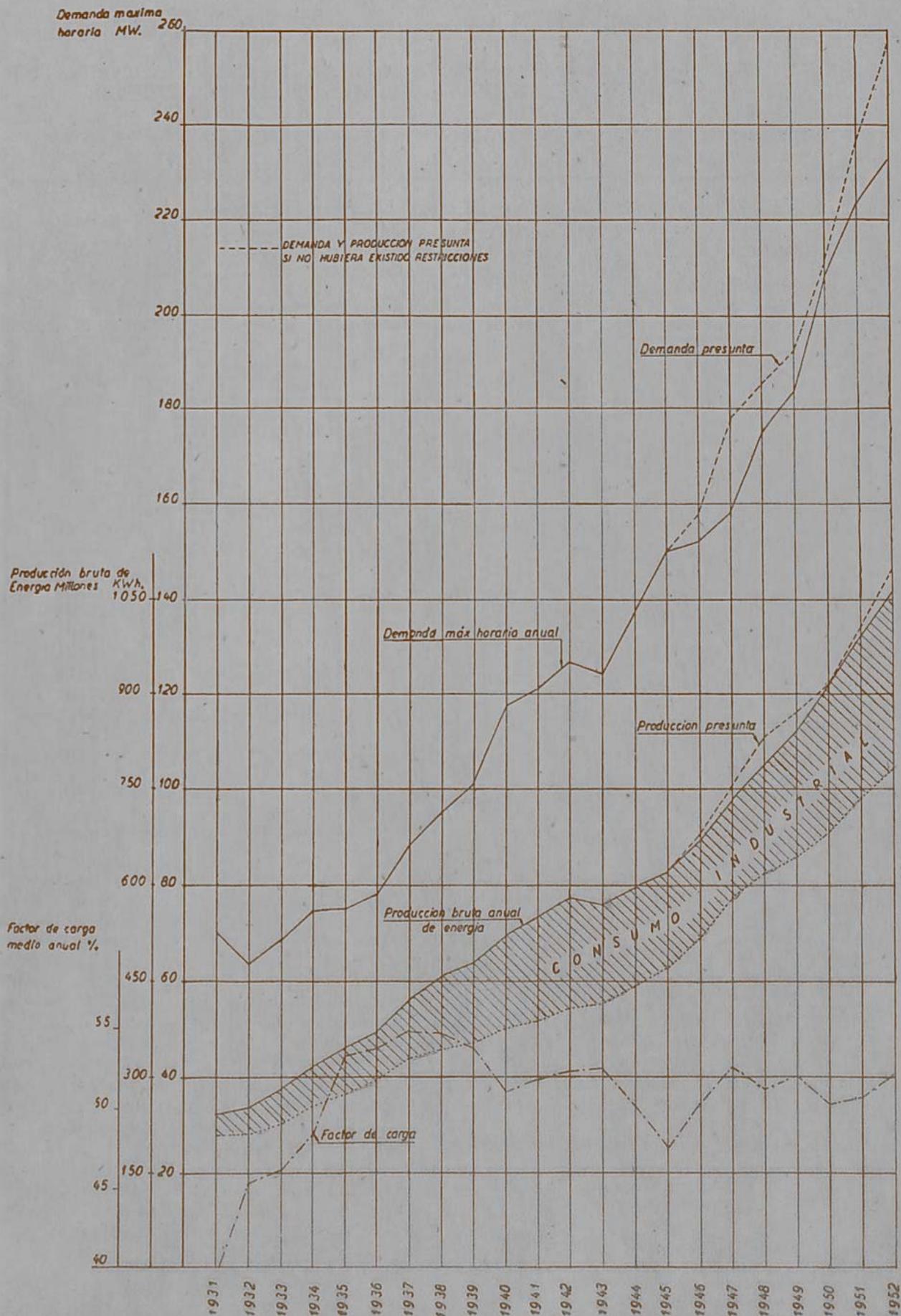
Para mostrar claramente la ley de crecimiento de las demandas se ha dibujado a mayor escala el gráfico N.º 3 que representa sólo la demanda máxima **anual** y la producción **anual** en el sistema de la Cía. Chilena desde 1931 a 1952.

También se ha dibujado la demanda y la producción presunta, para el caso que no hubiere existido restricciones en el abastecimiento.

En la curva de la producción se ha subinscrito el consumo de los clientes industriales. Se observa que este consumo parte con 33 millones de kWh anuales en 1931, lo que representa sólo el 13,6% de la producción bruta. Crece rápidamente para alcanzar en 1942 el 30% de la producción bruta con 172 millones de kWh anuales y a partir de ese año sigue creciendo hasta alcanzar 282 millones de kWh anuales en 1952, pero, debido a que el consumo residencial crece más rápidamente, representa en ese año sólo 25% de la producción bruta.

GRAFICO N.º 3

SISTEMA DE LA CIA. CHILENA DE ELECTRICIDAD LTDA. DEMANDA MAXIMA HORARIA ANUAL (MW) PRODUCCION BRUTA ANUAL DE ENERGIA (MILLONES DE KWH.) FACTOR DE CARGA MEDIO ANUAL



Cuadro N.º 3 A.

SISTEMA DE LA CIA. CHILENA DE ELECTRICIDAD LTDA.

ESTADISTICA ANUAL DE LA DEMANDA MAXIMA HORARIA (MW). Y DE LA PRODUCCION BRUTA ANUAL DE ENERGIA (Millones de kWh).

Cifras reales y cifras presuntas, en caso que no hubieren existido restricciones.

Año	Demanda Máxima horaria MW		Producción bruta de energía Mill. kWh.		Factor de Carga medio mensual del sistema
	real	presunta	real	presunta	
1931	70.0		242.8		39.6
1932	63.2		250.3		45.3
1933	68.7		277.3		46.1
1934	74.1		313.6		48.2
1935	74.1		345.7		53.3
1936	78.7		370.5		53.7
1937	87.7		421.3		54.8
1938	95.0		454.9		54.7
1939	101.1		475.9		53.9
1940	117.1		523.8		51.0
1941	121.0		549.3		51.8
1942	126.2		578.4		52.2
1943	123.8		568.0		52.4
1944	136.9		597.9		50.0
1945	149.9		621.2		47.3
1946	152.0	157.7	668.9	676.1	50.2
1947	158.2	177.7	729.9	760.6	52.6
1948	174.7	185.0	784.7	831.1	51.2
1949	183.4	191.7	836.2	847.5	52.0
1950	207.9	209.8	913.4	913.4	50.2
1951	223.1	235.7	991.5	1000.2	50.7
1952	232.3	257.0	1063.4	1089.1	52.2

Cabe puntualizar, que esto se refiere sólo a aquella parte de la industria que es servida por el sistema de la Cía. Chilena. En efecto la gran industria se ha ido independizando de la Cía. Chilena, construyendo plantas generadoras propias que la ponen a cubierto del abastecimiento incierto de energía. Si consideramos para el año 1952 el total de energía eléctrica consumida por la industria en el total de la zona, esta suma 520 millones de kWh dentro de una producción total de 1.375 millones de kWh, y se observa que la industria consume hoy el 39% de la energía producida.

En la curva de producción se observa un retroceso el año 1943 y luego una disminución del ritmo de crecimiento hasta 1945. Esto se debió a dos razones: 1.º que la Fábrica de Cemento de El Melón dejó de ser cliente de la Cía. Chilena (tenía un consumo anual de más de 50 millones de kWh) y 2.º que se produjo en esos años una depresión general en nuestra industria manufacturera por falta de materias primas, después de entrar los EE. UU. de N. A. a la guerra mundial.

También se ha dibujado en este gráfico la curva del factor de carga medio anual del sistema de la Cía. Chilena. Se ve que éste varía entre 40 y 55%, y que cada vez que ha habido un fuerte aumento de la demanda, lo que ocurre cuando hay disponibilidad de energía, hay una baja del factor de carga. A la inversa cuando hay restricciones de consumo sube el factor. En 1950, año normal, su valor fué de 50,2% y en 1952 subió a 52,2%.

El crecimiento de las demandas máximas horarias muestra cierta irregularidad en el gráfico N.º 3, debido a las alternativas de disponibilidad y de escasez de energía. Sin embargo, se puede establecer un ritmo de crecimiento medio, seleccionando los años 1934-1941-1945 y 1950 como años de abastecimiento más o menos normal. Si consideramos el período total de estadística 1920-1950 resulta un crecimiento acumulativo anual de 8,8%. En cambio si consideráramos períodos parciales: p. ej. 1934-50, o 1945-1950 o 1934-1941 resultan crecimientos que fluctúan entre 6,7 y 7,2%. Por otra parte en los últimos años 1950-1951 y 1950-1952 las demandas han experimentado aumentos mucho mayores: 13½ y 11½%, aumentos que quedan muy por encima del crecimiento normal promedio lo que se debe, como explicaré más adelante, al anormal crecimiento del consumo eléctrico con fines de calefacción, y por tal motivo no debe tomarse en cuenta en las previsiones.

De lo expuesto se deduce que, si extrapolamos las curvas de demandas y de producción a partir de 1950, último año sin racionamiento, con un factor de crecimiento acumulativo anual de 7%, o sea sólo levemente superior al del período 1945-1950, obtendríamos **un cuadro realista y sin exageración** de las futuras demandas del sistema de la Cía. Chilena.

Para determinar las futuras demandas y producción de energía de toda la zona en estudio, o sea del total de las 3 provincias, procederemos del siguiente modo: Se sumará a las cifras de la Cía. Chilena para el año 1950, las de las demás Empresas de servicio público de la zona (Cía. Nacional de Fuerza Eléctrica, Empresas Eléctricas de Melipilla, Llay-Llay, La Ligua y otras):

CUADRO N.º 4 A.

	Demanda Máxima horaria de invierno MW	Producción de energía en 1950 millones de kWh
Cía. Chilena de Electricidad	207,8	913,4
Cía. Nac. de Fuerza Eléctrica	8,9	39,6
Otras EE. EE.	1,2	3,8
Total de Empresas de Servicio Público .	217,9	956,8

Además se considerará la demanda máxima y generación propia del año 1950 de las grandes industrias que tienen plantas propias y están interconectadas con la Cía. Chilena. También se debe sumar la demanda potencial de las industrias que han instalado plantas diesel de emergencia en previsión del racionamiento, pues se ha supuesto que, habiendo abastecimiento normal de energía, estas industrias no harán funcionar sus plantas de emergencia. Las cifras son:

CUADRO N.º 4 B.

	MW	Mill. kWh.
Cía. Manufacturera de Papeles y Cartones y Fábr. de Cemento Polpaico.	14,0	129,3
Fábrica de Cemento Melón	4,5	64,1
Fábrica Nacional de Carburo	4,8	32,0
Industrias con generación de emergencia	23,3 8,0	225,4 25,0 (cifras estimadas).
Total de Industrias	31,3	250,4

Cuadro N.º 5 A.

PREVISION DE DEMANDAS MAXIMAS HORARIO DE INVIERNO EN MW DE LAS PROVINCIAS DE SANTIAGO,
VALPARAISO Y ACONCAGUA DURANTE EL PERIODO 1953 — 1967 A BASE DE LAS DEL AÑO 1950

DISTRIBUIDORES O CONSUMIDORES	1950		1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	Factor de crecimiento acumulativo anual
	Part- cial	Total																		
Cia. Chilena de Electricidad	207,8		233,2	240,4	206,9	255,5	305,6	328,9	340,8	374,3	400,5	428,5	458,5	490,6	525,0	561,9	601,3	643,3	688,3	7%
Cia. Nacional de Fuerza Eléctrica	8,9																			
E. E. Melipilla y otras	1,2	217,9	231,9	32,6	33,2	33,8	34,4	35,1	35,8	36,5	37,3	38,0	38,8	39,5	40,3	41,1	42,0	42,8	43,6	2%
Industrias con generación propia perma- nente	23,3																			
Industrias con generación de emergencia	8,0	31,3																		
TOTALES		249,2	265,1	282,0	300,1	319,3	340,0	362,0	385,6	410,8	437,8	466,5	497,3	530,1	565,3	603,0	643,3	680,1	731,9	6,547%

PREVISION DE LA PRODUCCION ANUAL DE ENERGIA EN MILLONES DE KWH EN LAS PROVINCIAS DE SANTIAGO,
VALPARAISO Y ACONCAGUA DURANTE EL PERIODO 1953 — 1967 A BASE DE LA PRODUCCION DE 1950

CONSUMIDOR	1950		1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	Factor de carga
	Part- cial	Total																		
Cia. Chilena de Electricidad	913,4		1025,7	1098,8	1178,1	1263,0	1354,1	1431,6	1506,3	1688,5	1788,6	1917,8	2056,0	2204,2	2363,1	2583,3	2716,1	2906,3	3121,8	variable de 50,1 a 51,8%
Cia. Nacional de Fuerza Eléctrica	39,6																			
E. E. Melipilla y otras	3,8	956,8	255,4	280,5	265,7	271,0	276,5	282,0	287,6	293,4	299,2	305,2	311,3	317,5	323,9	330,4	337,0	343,7	350,6	91,3%
Industrias con generación propia perma- nente	225,4																			
Industrias con generación de emergencia	25,0	250,4																		
TOTALES		1.207,2	1281,1	1359,3	1443,8	1534,0	1680,6	1733,6	1843,9	1961,9	2087,8	2223,0	2367,3	2521,7	2687,0	2863,7	3053,1	3250,0	3472,4	variable de 55,2 a 58,1%

Para la previsión de la demanda máxima horaria anual de las Empresas de Servicio Público tomaremos un factor de crecimiento acumulativo anual de 7% tal como lo hemos fijado para el Sistema de la Cía. Chilena de Electricidad, partiendo de la demanda total de 217,9 MW para 1950. La previsión de la producción de energía se basa en las demandas así calculadas, y considerando un lento incremento del factor de carga desde 50,2%, que fué el valor para 1950, a razón de 0,1% anual hasta llegar a 51,9% en 1967.

La demanda industrial se hará crecer a partir de 31,3 MW en 1950 a razón de 2% acumulativo anual, y la correspondiente producción de energía en igual forma, manteniendo el factor de carga, que en 1950 fué de 91,3%.

Las cifras así calculadas se indican en el cuadro 5 A y se muestran en el gráfico N.º 5, en el que se ve que las demandas previstas aumentan en el período de 17 años desde 1950 a 1967 casi al triple (732 MW); crecen en la actualidad a razón de 20.000 kW al año, y crecerán dentro de 10 años, a razón de 40.000 kW al año.

Estas cifras son **cifras promedio**. Ellas aparentemente no corresponden a la realidad.

La estadística de la Cía. Chilena que analizamos anteriormente y que no incluye toda la zona, ni las grandes industrias, indica que el aumento de la demanda presunta en los años 1950-51-52 fué de 26 y 21 mil kW al año respectivamente. En realidad esto se debió a circunstancias anormales, que permitieron, por causas que explicaremos más adelante, un desarrollo desmedido de la calefacción eléctrica. La previsión de demandas futuras que hemos hecho, se funda en la suposición de que se pondrá atajo a este desarrollo anormal con una tarificación adecuada.

Antes de seguir adelante con el estudio de las nuevas instalaciones de generación y distribución necesarias para poder satisfacer en los próximos años las demandas y los consumos de energía siempre crecientes en estas provincias, quiero detenerme en el análisis del actual déficit de potencia instalada y de energía que existe en la zona.

Según vimos al enumerar los recursos existentes de potencia instalada, hay una disponibilidad de 290.800 kW de potencia firme de punta en invierno con 95% de seguridad hidrológica, pero el año 1952 fué tan extraordinariamente seco que por falta de agua esta disponibilidad no se alcanzó. En efecto al escasear agua en las plantas hidroeléctricas con estancamiento de sobrecarga, el consumo base no permite la suficiente acumulación de agua para poder suministrar toda la carga de punta, lo que obliga a recortar la potencia.

La potencia máxima que se logró dar ese año en toda la zona en estudio, fué de 274.300 kW. La demanda presunta, o sea la que se hubiere producido al no haber restricciones, fué de 303.800 kW. Hubo por lo tanto en 1952 un **déficit de potencia de 29.500 kW**.

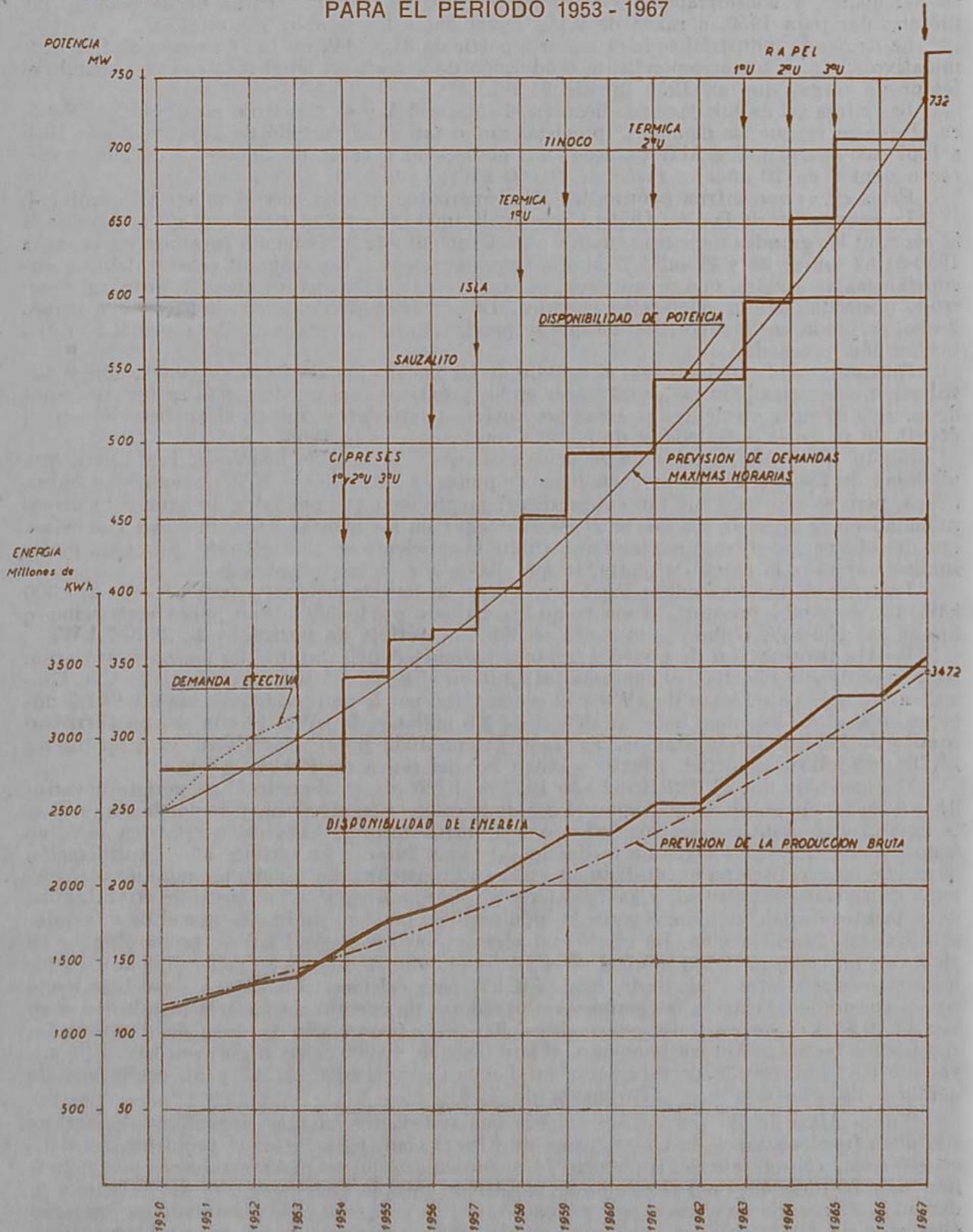
Pero la **producción de energía** también presentó déficit durante los meses de invierno. En el mes de Julio de 1952 el consumo presunto en el sistema interconectado de la Cía. Chilena subió a 110,5 millones de kWh y el sistema fué capaz de producir solamente 101,7 millones, o sea, en ese mes hubo un déficit de 8,8 millones de kWh, lo que da un **término medio de 293.000 kWh diarios**. En todo el año 1952 hubo un **déficit de energía de 25.700.000 kWh**. El **déficit diario** máximo fué del orden de 400.000 kWh.

He sostenido que el déficit del año 1952 se debió principalmente al exagerado desarrollo que ha tenido en los últimos años el uso de la calefacción eléctrica, y se puede comprobar la exactitud de esta aseveración. El uso descontrolado de la calefacción eléctrica se debió a dos causas: 1.º por motivo de tarifas inadecuadas durante los últimos años la utilización de la energía eléctrica ha aventajado en costo de **operación** por mucho a cualquier otro sistema de calefacción: central, a gas, a leña y aun a parafina; y 2.º el costo de **instalación** de elementos de calefacción eléctricos ha sido también mucho más barato que el de cualquier otro sistema de calefacción. En efecto, un elemento calorífico de 1 kW se podía obtener en 1952 con un costo de 1.200 a 1.500 pesos, de modo que su empleo se generalizó aun en los hogares más modestos. Vale decir, que cada kW para calefacción instalado a ese bajo costo por el consumidor, exige a las empresas proveedoras de energía eléctrica la instalación a su vez de 0,84 kW en centrales generadoras, líneas de transmisión y obras de distribución, con pésimo factor de aprovechamiento, al alto costo de 40.000 pesos o más por kW. El equivalente 0,84 kW resulta de considerar un factor de diversidad de 0,7 y un coeficiente de pérdidas de transmisión y distribución de 1,20.

Ya en Abril de 1952 en conversaciones que sostuvieron algunos ingenieros de Endesa con altos funcionarios de la Cía. Chilena de Electricidad, para tratar el problema del déficit eléctrico, el ing. jefe Sr. Humberto Jorquera expuso que se podía establecer por el análisis de la facturación y por el estudio de la relación entre la temperatura media del aire y la demanda de energía en el consumo residencial, que en esa fecha había instalado en Santiago alrededor de 50.000 kW en calefacción eléctrica. En esa oportunidad se cambiaron ideas

GRAFICO N.º 5

ABASTECIMIENTO DE ENERGIA ELECTRICA EN LAS PROVINCIAS DE SANTIAGO, VALPARAISO Y ACONCAGUA. PREVISION DE LAS DEMANDAS MAXIMAS HORARIAS DE INVIERNO Y DE LA PRODUCCION ANUAL DE ENERGIA PARA EL PERIODO 1953 - 1967



sobre las medidas necesarias para conseguir limitar ese tipo de consumo, tan desfavorable y oneroso; ideas muy similares a las que cristalizaron en 1953 en el decreto supremo de limitación de los consumos de invierno, so pena de fuertes multas, el que se aplicó este año como medida de racionamiento durante los meses de Mayo a Agosto con el éxito que todos conocemos. En efecto esta limitación de consumos en invierno —sin perjudicar a la industria, al comercio y a los servicios públicos—, deja descartado por onerosos el empleo de la calefacción eléctrica, sin perturbar mayormente los demás consumos del servicio residencial. El racionamiento aplicado conforme a esta nueva modalidad constituye, pues, una forma de tarificación que impide el desarrollo desmedido del uso de la electricidad para la calefacción **estacional**. Digo "estacional", pues me refiero a la calefacción del ambiente en las viviendas, que es el consumo desfavorable de bajo factor de carga que se presenta sólo durante 2 o 3 meses en la estación de invierno. En cambio la calefacción en cocinas y calentadores de agua domésticos o en calderas industriales que tiene consumo durante todo el año no ofrece tales inconvenientes y no tiene por qué ser impedida.

En el sistema de la Cía. Chilena la demanda máxima de invierno efectiva sin restricciones para 1953 era de esperar que sería de por lo menos 270.000 kW, lo que hubiere correspondido a una demanda total en la zona de 315.800 kW.

Con la limitación del uso de la calefacción eléctrica la demanda máxima en la zona fué sólo de 262.300 kW, inferior aun a la del año anterior. No hubo necesidad de otras medidas de racionamiento, y no se produjo escasez de energía en ningún otro consumo.

Por diferencia entre 316 MW de demanda presunta y 262 MW de demanda real producida, y admitiendo que una parte de la disminución de la demanda pueda deberse a economía en otros tipos de consumo, se deduce que efectivamente hay instalado en Santiago cerca de 50.000 kW en elementos de calefacción.

A continuación voy a exponer las medidas que estimo deberán tomarse para poder satisfacer los consumos durante los próximos 15 años.

Vimos que para hacer frente a las demandas actuales, se cuenta por el momento con los siguientes recursos:

1.º Las plantas generadoras y el sistema de líneas de transmisión e instalaciones de distribución existentes de la Cía. Chilena de Electricidad Ltda. y de las demás Empresas Eléctricas establecidas en la zona.

2.º Las plantas generadoras de las grandes industrias que están interconectadas con el sistema de la Cía. Chilena y

3.º La central hidroeléctrica Sauzal de la Endesa con su línea de transmisión a 110 kV a Santiago, que entrega energía a la Cía. Chilena. No se puede contar con el total de la energía de Sauzal, por cuanto esta usina debe servir de preferencia la zona del río Maipo al sur hasta Linares.

Las centrales enumeradas pueden proveer una potencia firme de punta en invierno, considerando para las plantas hidráulicas gastos con 95% de seguridad hidrológica, de **278.800 kW** (cifra total del cuadro N.º 1: 290.800 kW, menos 12.000 kW en plantas de emergencia).

Mediante limitaciones de consumos se logró abastecer las demandas durante el invierno del año 1953. Pero ante el crecimiento de los consumos se ve que para el invierno de 1954 la situación se tornará extraordinariamente crítica, si no se pone en servicio antes de esa fecha por lo menos una de las tres máquinas de la **Central "Cipreses"** que Endesa tiene en construcción.

En seguida, durante los años siguientes, Endesa o el Fisco por su intermedio, o alguna de las Empresas de Servicio Público de la zona, deberá afrontar la tarea de construir sucesivamente una serie de obras de generación y de distribución que permitan mantener siempre la disponibilidad de potencia y de energía por encima de las demandas y de los consumos.

La Central "Cipreses" en construcción es una planta de embalse que dispondrá de tres unidades iguales de 33.000 kW c/u., pero que trabajando simultáneamente con la altura de caída más frecuente, debido a las pérdidas de carga en el túnel no pueden suministrar sino 92.500 kW en total. El gasto, cuyo máximo es 36 m³/seg., es captado de la Laguna de la Invernada, la que será embalsada con un pequeño tranque, peraltando su nivel en 16 metros. La capacidad de embalse no es muy grande y alcanza sólo para una regulación estacional parcial. Toda la aducción va en túnel a presión y termina en una chimenea de equilibrio del tipo diferencial. Las unidades son turbinas Pelton de dos ruedas, cada una de dos

chorros, de eje horizontal. La energía es conducida por una línea de doble circuito a 154 kV desde Cipreses por Itahue a la nueva Sub Estación Cerro Navia en Santiago. Esta línea tiene 320 km. de largo y es capaz de transmitir hasta 120.000 kW., aunque para lograr esto será necesario instalar condensadores síncronos en Cerro Navia. No se debe contar con el total de la potencia y de la energía de la Planta "Cipreses" para el abastecimiento de las provincias centrales, pues al igual que "Sauzal", central con la cual "Cipreses" quedará interconectada y funcionará combinada, esta planta deberá abastecer de preferencia los consumos de la zona de Buín a Linares. Admitimos que "Cipreses" dará 89.200 kW a Santiago y que las primeras dos unidades entrarán en servicio para el invierno 1954 y la tercera para el invierno 1955. En tal caso en 1955 se tendrá en las provincias centrales una disponibilidad de potencia de 368.000 kW.

Esta disponibilidad quedará copada según nuestras previsiones en 1957. Es necesario, pues, que se inicie a la mayor brevedad la construcción de una o varias centrales nuevas, para que puedan entrar en servicio antes del invierno de 1957.

Existen dos proyectos pequeños, económicos y de muy fácil realización. Uno es la central "Isla", que queda en serie hidráulica con "Cipreses" y que se ubicará en la confluencia del río Cipreses con el río Maule, con una potencia instalada de 35.000 kW. El otro proyecto es la Central "Sauzalito", que aprovechará la diferencia de nivel entre el canal de descarga de "Sauzal" y el desagüe del estanque de compensación de la misma central, con una caída de 23,5 metros. Se instalará una máquina de 8.600 kW, que podrá dar una potencia firme de invierno de 6.000 kW.

Tampoco la Central "Isla" se puede considerar con toda su potencia y producción para el abastecimiento de Santiago y Valparaíso, pues una parte deberá destinarse a cubrir el crecimiento de los consumos de la zona sur. Admitimos que el conjunto "Isla" y "Sauzalito" (con su potencia firme de invierno reducida) proporcione 34.000 kW a Santiago, y que "Sauzalito" entre en servicio antes del invierno 1956 e "Isla" en 1957. En esas circunstancias se tendrá en la zona en estudio para el invierno 1957 una disponibilidad de potencia de 402.000 kW, la que conforme a nuestras previsiones ya quedará copada el año 1958.

La Central "Isla" consistirá en una sola unidad de 35.000 kW; captará sus aguas del canal de desagüe de la Central "Cipreses", a las cuales se agregará desde el río Cipreses las aguas provenientes de "Ojos de Agua", y de otros tributarios. El Anteproyecto consulta un canal a tajo abierto para 46 m³/seg. de dotación y de 4 km. de longitud, con el cual se llegará a la cámara de carga, donde se consulta un rebalse y desde donde partirá una tubería de 3,60 m. de diámetro y 200 m. de largo hasta la Casa de Máquinas, para aprovechar una caída de 90 metros. La central será probablemente controlada a distancia desde Cipreses y la energía generada será enviada al patio de alta tensión de esta central, por medio de una línea de simple circuito a 154 kV y de 4 km. de longitud. De este modo la central "Isla" entrará a formar parte del Sistema Sauzal-Cipreses.

La Central "Sauzalito" se construirá en forma económica, utilizando el canal que conduce las aguas del desagüe de la Central "Sauzal" al estanque de compensación, y aprovechará la caída que se produce entre este canal y el desagüe del estanque de compensación.

Consistirá en una cámara en el extremo del canal existente prolongado en 1 km. y de una tubería de presión de 29 m. de largo y de 4,20 m. de diámetro más o menos, que terminará en la casa de máquinas ubicada aguas abajo del estanque. Servirán de rebalse las obras actuales de entrega de agua del canal al estanque. En la casa de máquinas se instalará una sola unidad de 8.600 kW de tipo Kaplan cuyo comando será controlado a distancia desde la central "Sauzal". El desagüe de la central Sauzalito verterá dentro del mismo canal de desagüe del estanque de compensación y se complementará con obras de entrega de agua a tres canales de riego de la región. La energía será entregada a 13,2 kV en las barras de "Sauzal".

Considerando el aumento de potencia que recibirá con Sauzalito el patio de alta tensión de "Sauzal" y la eventualidad de tener que enviar a Santiago el máximo de energía posible por la línea de 110 kV, se hace necesario completar la instalación del tercer banco de transformadores monofásicos de 110 kV y 9.500 kVA cada uno, agregando los dos que faltan.

Fuera de estas dos centrales pequeñas, cuya construcción por la Endesa, ya está acordada para "Sauzalito" y casi decidida para "Isla", hay varios otros proyectos de interés ya sea por su proximidad a los centros de consumo, o por su sencillez de construcción, o porque serían financiados en parte por otras entidades.

El más interesante de estos proyectos, aunque de plazo de construcción muy largo, es el de las centrales derivadas de la desviación del río Olivares, afluente de la hoya del río Maipo, hacia el estero Cepo, afluente del Mapocho. Esta desviación, que tiene en proyecto la Dirección de Obras Sanitarias del Ministerio de Obras Públicas, está destinada a proveer agua para el servicio de agua potable de Santiago, y se realizaría a través de un túnel de 9 km. de largo. La diferencia de nivel entre la captación en el río Olivares y los estanques de agua potable de Santiago da lugar a una caída, que la Endesa proyecta aprovechar para la instalación de 4 usinas eléctricas en serie; las dos primeras, "El Risco" con 800 metros, y "El Tollo", con 240 metros, serían las de más fácil desarrollo. Como el gasto del río Olivares es de 4 m³/seg. con seguridad hidrológica de 60% (2,1 m³/seg. con 95% seguridad), estas dos centrales, que en conjunto podrían tener alrededor de 60.000 kW de potencia instalada, darían en invierno una potencia firme de aproximadamente 35.000 kW. A pesar de su pequeña potencia firme, estas centrales resultan de gran interés por su proximidad a Santiago y por su costo, ya que el Fisco contribuiría a pagar el valor de las obras de aducción. Sin embargo, estas obras no se han podido tomar en cuenta en esta previsión, porque su construcción depende de la resolución de ejecutar las obras de mejoramiento del agua potable de Santiago con aguas captadas del río Olivares.

Otro proyecto pendiente es el de captar en el río Cipreses el agua de los llamados "Ojos de Agua" y demás gasto tributario que pudiera afluir. Con esta dotación bastante constante de agua, que es de 11 m³/seg, se accionaría una turbina que quedaría ubicada en la misma casa de máquinas de "Cipreses", y que tendría más o menos 66 m. de caída neta y 7.800 kW de potencia instalada. Sin embargo, el estudio definitivo de este proyecto está sujeto al resultado de los trabajos de impermeabilización que se ejecutarán en la Laguna de La Invernada, los cuales podrán alterar substancialmente el gasto disponible para esta unidad. Por dicha razón este proyecto tampoco se ha tomado en cuenta en el cómputo de las disponibilidades.

En seguida cabría mencionar el proyecto "Juncal-Río Blanco" en el valle del Aconcagua con una potencia de 40.000 kW instalados y sólo 13.000 kW de potencia firme de punta en invierno y el proyecto "Tumuñán" en el río Tinguiririca, con 43.000 kW instalados y sólo 18.000 kW de potencia firme en invierno. Estos dos proyectos tampoco se han tomado en cuenta para realización inmediata por ser tan pequeña la potencia firme y muy reducida la energía disponible en invierno.

En cambio el proyecto "Tinoco", ubicado en el río Maipo, es una central de gran interés por su ubicación y sus características, aunque es de difícil construcción. Capta las aguas del desagüe de la central "Queltehues" con un gasto de 24 m³/seg. que en invierno baja a 18 m³/seg. con 95% de seguridad. Con una aducción de 21 km. se obtendrían 250 m. de caída. La aducción es en su mayor parte en túnel. Tendría una potencia instalada de 53.000 kW y daría una potencia firme de punta en invierno de 40.000 kW. Debido a la larga aducción en túnel (14 km). el plazo de construcción de esta obra sería de por lo menos 5 a 6 años.

La concesión para la construcción de la Central "Tinoco" está en manos de la Cía. Chilena de Electricidad. Su producción de energía se destinaría totalmente a la zona de Santiago y se transmitiría a través del sistema de la Cía. Chilena. Estimo que esta central debe construirse cuanto antes, pero parece difícil que pudiere entrar en servicio antes del año 1959.

Alrededor de 1960 el ritmo de crecimiento de las demandas ya es del orden de 30.000 kW anuales, de modo que aún si se efectúa la construcción de centrales de pequeño o mediano tamaño, se hace indispensable para esos años, la construcción de una central de gran potencia. Los recursos hidroeléctricos en la región entre los ríos Aconcagua y Maule, que permiten desarrollo de un orden superior a 120.000 kW son los siguientes.

1.º Los desarrollos en el Maule y en el Melado, entre los que figuran en primer lugar la central "Las Garzas" y la central "Los Cóndores". La primera de ellas funcionaría con las aguas del río Cipreses, entregadas por la central "Isla", más las aguas del Maule, que se captarían en la confluencia del Puelche y darían lugar a una ampliación de la central Isla de unos 30.000 kW. El total del gasto medio, del cual la mayor parte es regulado, se estima en 60 m³/seg. para la central "Las Garzas". La aducción se desarrollaría por la ribera norte del Maule en canal abierto y en parte en túnel, hasta cerca de la confluencia del estero Las Garzas con el Maule y se obtendría una caída de 180 m. Como habría posibilidad de construir un estanque de sobrecarga, la central podría ser de 140.000 kW. La central "Los Cóndores" sería una central de embalse y funcionaría con aguas reguladas en el Embalse de la Laguna del Maule y se estima que podría ser de 125.000 kW;

2.º Una posible central de embalse en el curso bajo del río Maipo, cuya potencia instalada se estima en 130.000 kW, y

3.º Una central de embalse en el río Rapel, la cual podría tener una potencia de 320.000 kW una vez totalmente desarrollada.

La elección entre estos 4 proyectos recae en la solución "Rapel" por los siguientes motivos: **a)** La solución de "Cóncores" está ligada a la construcción del embalse en la Laguna del Maule por parte de la Dirección de Riego, con la cual Endesa ha celebrado un convenio de administración de aguas, y participa en 56% en el financiamiento de las obras. La potencia de 125.000 kW probable para esta central es una estimación deducida de diferencias de gastos que se basan en estadísticas hidrológicas de sólo 10 años y por lo tanto en la actualidad no se tiene aun conocimiento exacto de la cantidad de agua con que se podrá contar; **b)** Es poco seguro hacer depender el abastecimiento de Santiago de varias centrales de cordillera situadas en la misma zona (Cipreses, Isla, Las Garzas y Cóncores), que proveerían más de la mitad de la potencia requerida en la región y quedarían unidas a la zona de consumo por líneas de transmisión de 320 km. de longitud, de los cuales 100 km. serían de cordillera; además la transmisión a tal distancia de grandes cantidades de energía, como sería la proveniente de Los Cóncores y Las Garzas, exigirían líneas de más alto voltaje que los actualmente en uso en Chile, con las consiguientes complicaciones y encarecimiento de las obras. **c)** La Central "Las Garzas" tendría sólo un estanque de sobrecarga, y no sería propiamente una **central de embalse**, que evidentemente es lo que se necesita para resolver en definitiva el problema eléctrico de las provincias centrales; **d)** Los estudios de la solución de embalse en el curso bajo del Maipo, hechos por la Dirección de Riego, indican que la construcción del tranque sobre el suelo aluvial de este río sería de enorme costo y exigiría limitar su altura. En cuanto al suministro de energía sería una solución poco ventajosa, pues el caudal de las creces del río Maipo es sumamente irregular a través de los años y debido a la altura limitada, la capacidad de embalse sería insuficiente para una regulación total del río.

La solución "Rapel" tiene en cambio las siguientes ventajas: **a)** Posibilidad de construcción de un gran embalse por medio de un tranque de fundación segura en la angostura rocosa de Quelentaro, lo que conduce a un bajo costo para las obras y asegura un suministro amplio de energía con una regulación muy completa del río Rapel; **b)** Es la más grande de las soluciones y existe la posibilidad de un desarrollo paulatino de la central; **c)** Las líneas de transmisión Rapel-Santiago y Rapel-Valparaíso serían sólo del orden de 100 km. cada una y podrían hacerse a 154 kV.

El único inconveniente de la solución "Rapel" consiste en que, para su desarrollo total, inunda 27.000 ha. de terrenos, de las cuales 8.300 ha. son suelos de óptima calidad y 6.000 ha. son buenos rulos. Como sería inadmisibles privar a la producción agrícola del país de esta superficie de cultivo, se ha considerado la posibilidad de construir en Rapel, como primera instalación, una obra con menor altura de tranque, con lo cual se inundarían solamente 6.700 ha., de las cuales dos terceras partes son de caja de río, sin producción agrícola. Se ha pensado que esta primera instalación no perturbaría el desarrollo posterior de la potencia total de la central, una vez que, mediante la energía generada en la Central Rapel, se hubieran desarrollado nuevos suelos de cultivo regados que reemplacen a los inundados, a base de riego gravitacional o con elevación mecánica en la zona costera entre los ríos Rapel y Maipo y en la región de Marchigüe, Alcones, Estrella y Nilahue.

Mi modesta opinión es que la posibilidad de realizar la Central "Rapel" en su potencia total es muy remota, pues la realidad será que de hoy a cierto número de años, cuando se haya logrado crear nuevos terrenos de cultivo con riego mecánico, las necesidades de productos agrícolas en el país habrán crecido considerablemente y entonces, tal como hoy, también será inadmisibles inundar los espléndidos terrenos de la hoya del embalse de Rapel. Parece, pues, razonable buscar una solución intermedia estudiando un nivel de embalse tal que cumpla con dos condiciones: que la zona de inundación no sobrepase en extensión la máxima compatible con la economía agrícola del país y que el volumen de embalse no sea inferior al mínimo necesario para poder realizar una central de capacidad de generación de energía suficiente para las necesidades de la región en los años siguientes a su puesta en servicio. Estos estudios están en vías de realizarse.

Sin embargo, para las previsiones de abastecimiento que se han hecho en este estudio, se ha preferido considerar como realización solamente la central "Rapel" en su solución mínima (6.700 ha. de inundación) la que tendría una potencia de 165.000 kW dividida en tres grupos generadores. El proyecto consistiría en construir en una garganta rocosa del río Rapel, próxima a la quebrada de Quelentaro, un tranque que embalse las grandes creces del río y

que sería de 81,50 m. de altura y serviría de vertedero de rebalse del embalse. La captación se haría mediante dos túneles paralelos a presión, de 800 m. de largo y 6,40 m. de diámetro cada uno, los que partirían de una torre de toma en el embalse, para llegar a la quebrada de Quelentaro, por el lado norte del río, donde comenzarían las tuberías de presión de 160 m. de largo y de diámetro de unos 4,50 m. cada una, que bajarían a la casa de máquinas situada en la confluencia del estero Quelentaro con el río Rapel. Las máquinas serían dimensionadas para generar 55.000 kW cada una con la caída más frecuente de 78 m. El embalse así obtenido, tendría una capacidad útil de 300 millones de m³ y la producción de energía sería del orden de 650 millones de kWh. anuales.

Como ya se expresó, la solución definitiva que aun está en estudio debe ser mayor que la descrita, pues por lo menos deberá tener una producción anual de energía de 1,2 millones de kWh.

La energía generada en "Rapel" sería conducida a Santiago y a Valparaíso por líneas de transmisión a 154 kV con doble circuito. Además se harían en la zona desarrollos de líneas de distribución a menor voltaje.

La ejecución de este proyecto requiere gran cantidad de estudios previos, hidrológicos, topográficos, geológicos y de sondajes, que impiden poner esta obra pronto en trabajo; además se estima el plazo de construcción en 5 a 6 años. En tales circunstancias no se puede pensar en poner en servicio la primera máquina antes del año 1963.

Queda por lo tanto un intervalo de varios años entre que se cope la potencia disponible en 1958 y la puesta en servicio de la primera unidad de "Rapel" en 1963, en que las demandas crecerían más allá de la disponibilidad de abastecimiento.

La potencia disponible en 1958 (402.000 kW) se descompone en 305.600 kW hidráulicos, o sea el 76% del total y en 96.400 kW térmicos (24%). Es siempre conveniente mantener en un sistema tan amplio un cierto porcentaje de generación térmica por razones de seguridad y elasticidad del suministro de energía y por razones de regulación eléctrica.

Una vez incorporado al sistema la potencia hidroeléctrica de "Tinoco" y "Rapel", será necesario aumentar la potencia instalada en centrales térmicas para restablecer la proporción favorable entre plantas hidráulicas y térmicas.

En estas circunstancias, se ha pensado en la conveniencia de anticipar en la zona la instalación de una potencia termoeléctrica de 100.000 kW., la que junto con "Tinoco", se utilizaría para salvar el déficit que se presentaría desde 1958 adelante hasta la puesta en marcha de "Rapel".

La ubicación de la central térmica podría ser en "Laguna Verde" o en Lo Gallardo (Llo-Lleo). Sería muy preferible la primera ubicación, pero desgraciadamente en "Laguna Verde" no habría espacio sino para una unidad hasta de 50.000 kW.

Estimo que sería recomendable instalar en primer lugar una ampliación de "Laguna Verde", con una unidad de 50.000 kW., la que sería la solución más barata y más rápida, pues esa unidad podría estar en servicio antes del invierno 1958.

Simultáneamente se construiría Tinoco, de modo que entrara en servicio antes del invierno 1959.

La segunda unidad térmica de 50.000 kW. se instalaría en Lo Gallardo, planta que se diseñaría con miras a ampliarla en el futuro. Debería quedar funcionando en 1961.

Admitiendo que estas centrales se pondrían en servicio en la forma expuesta, la disponibilidad de potencia en 1961 sería de 542.000 kW. la que quedaría copada en 1963.

En 1963-64 y 65 se pondrían en servicio sucesivamente las 3 unidades de "Rapel" y así en 1965 tendríamos una disponibilidad de 707.000 kW. la que quedaría igualada por la demanda en el año 1966. Por lo tanto será necesario que en 1967 se ponga en servicio otra nueva central, la que podría ser alguno de los proyectos del Maule, p. ej. "Las Garzas".

En el Gráfico N.º 5 se ha sobrepuesto a la curva de Previsión de Demandas máximas horarias la poligonal de Potencia Disponible, conforme al programa de construcción de centrales expuesto.

Un estudio análogo se hizo para la disponibilidad de energía. Se ha estimado la energía que pueden generar las plantas existentes a base de lo que produjeron en 1952, año muy seco, y se ha fijado en 1.450 millones de kWh la energía disponible en 1954 con seguridad hidrológica 95%. A esta cifra se ha ido agregando la energía que generarán con igual seguridad las nuevas centrales a medida que entrarán en servicio. Para las nuevas plantas térmicas se ha considerado un factor de carga ligeramente superior al que tuvo en 1952 la generación térmica en el sistema de la Cía. Chilena. En esa forma se obtuvo para la disponibilidad de

energía firme anual en las provincias centrales, las siguientes cifras anotadas en el cuadro N.º 5 B, y que se han dibujado en el Gráfico N.º 5, sobrepuestas a la curva de Previsión de la Producción bruta:

Cuadro N.º 5 B.

Año	Producción bruta efectiva Mill. kWh.	Capacidad de Producción anual prevista Mill. kWh.
1950	1.190	
1951	1.255	
1952	1.350	
1953	1.400	
1954 1.ª y 2.ª unidad Cipreses		1.600
1955 3.ª unidad Cipreses		1.780
1956 Sauzalito		1.845
1957 Isla		1.985
1958 1.ª Unidad Térmica		2.180
1959 Tinoco		2.355
1960		2.355
1961 2.ª Unidad Térmica		2.550
1962		2.550
1963 1.ª Unidad Rapel		2.800
1964 2.ª " "		3.050
1965 3.ª " "		3.300
1966		3.300

Como ya se dijo, en 1967 deberá entrar en servicio una nueva central, de manera que se prevé que con ello quedará cubierta la necesidad de generación de energía prevista.

Este programa de realizaciones futuras, representa un plan mínimo *minimorum*. En efecto, como puede verse en el Gráfico N.º 5, el crecimiento de la disponibilidad de potencia y de energía sigue estrechamente el crecimiento previsto para las demandas y el consumo. Teniendo en cuenta la limitación de los recursos económicos del país, este plan comprende sólo las obras estrictamente necesarias para servir los consumos, y no consulta ninguna planta de reserva, ni elimina del servicio ninguna de las centrales del actual sistema de la Cía. Chilena, aunque algunas de las máquinas alcanzarán al término del período estudiado cerca de 60 años de operación.

Es evidente que la ejecución de las obras de generación y transmisión enumeradas deben ir aparejadas con la construcción de obras de distribución.

En efecto, ya para recibir la energía de Cipreses que Endesa entregará en la nueva subestación Cerro Navia, la Cía. Chilena tiene un programa de obras que se compone de 2 partes: una de realización inmediata y la otra de ejecución futura.

La de realización inmediata consiste en la construcción de una línea de empalme desde la Subestación Cerro Navia a la Subestación San Cristóbal con una línea de doble circuito a 110 kV y la construcción de una nueva Subestación de 110 kV en Florida. Además se construirá dos nuevas subestaciones de 110/12 kV en Carrascal y Santa Elena y se reforzarán las Subestaciones San Cristóbal y Ochagavía con una mayor capacidad de transformadores de 60.000 kVA.

En el futuro se prevé cerrar el anillo de 110 kV en torno de Santiago, uniendo las Subestaciones Ochagavía y Cerro Navia con una línea de doble circuito de 110 kV y una 2.ª línea de doble circuito a 110 kV desde Cerro Navia para unirse a la línea existente que sale hacia Las Vegas. También la construcción de Tinoco demandaría la construcción de un 3.er circuito en la línea de transmisión del valle del Maipo hasta La Laja, y la construcción de las nuevas unidades térmicas probablemente exigiría reforzar las líneas de transmisión a Valparaíso y a San Antonio.

No quiero terminar, sin hacer referencia al presupuesto de todas las obras que deben ejecutarse dentro del período de 15 años desde 1954 a 1967. Aunque este estudio en detalle correspondería al aspecto económico del problema, es interesante dar aquí una idea del valor de las obras, en cifras globales y muy aproximadas calculadas a base de los precios vigentes hoy para los materiales y la construcción. No se ha incluido el costo de la Central Cipreses cuya construcción ya está muy avanzada y que se estima entrará en servicio en 1954.

Los precios se darán en millones de pesos por los gastos a efectuar en el país, más millones de dólares por los materiales, maquinarias y equipo importados.

		Millones \$ m. c.	Millones US\$
Central "Sauzalito"	8.600 kW	120	0,8
Central "Isla"	35.000 ,,	370	1,8
2 unidades térmicas	100.000 ,,	1.650	14,5
Central "Tinoco"	53.000 ,,	1.450	3,9
Central "Rapel"	165.000 ,,	3.350	10,6
Refuerzo de líneas de 110 kV y construcción de 200 km. líneas de 154 kV		410	0,4
Obras de distribución de Cía. Chilena Electricidad y otras Empresas:			
Plan hasta 1960		2.000	12,0
Plan futuro		1.650	9,0
		11.000	53,0

El presupuesto de la instalación de centrales con 362 mil kW, más líneas de transmisión, más obras de distribución en la zona de las provincias centrales se estima en once mil millones de pesos más cincuenta y tres millones de dólares, avaluados a los precios de hoy.

Lo que realmente van a costar, cuando se las construya dentro de los quince años próximos, nadie lo sabe. Dejo el problema de arbitrar los medios económicos para financiar estas inversiones, como tema de una próxima charla.

Miscelánea

ALIMENTACION

El huevo es un alimento de primera clase; sus proteínas son de alto valor biológico, sus grasas son fuertemente emulsionadas, su contenido en calcio, fierro y fósforo es elevado, y por último, su digestibilidad es muy favorable.

Por este motivo los dietetas recomiendan consumir un huevo (60 g) al día, por persona.

En períodos de emergencia en Inglaterra, sus habitantes han debido conformarse con un huevo por semana, lo que era motivo de queja de la población.

En Chile estamos lejos de ese desideratum. A razón de un huevo por día por habitante, deberíamos consumir 2.160 millones al año; y a razón de un huevo por semana por habitante, tendríamos que consumir 312 millones anualmente.

En realidad producimos sólo 58 millones al año en los 200 criaderos más importantes; agregando otros tantos en criaderos domésticos, llegaríamos a 116 millones; lo que correspondería a un huevo por habitante cada 18 días aproximadamente.

Economía Política

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA MONEDA Y LA INFLACION

Por Francisco Cereceda, Rector de la Universidad Técnica F. Santa María.

Charla dada en una reunión del Centro de Ingenieros de Valparaíso y que fué escuchada con mucho interés por parte de los asistentes a la reunión, quienes pidieron su publicación.

ESTIMADOS COLEGAS:

Tengo que comenzar por pedirles perdón por atreverme a tratar un tema como éste, la moneda, que es reconocidamente difícil; para convencerse de esto, basta pensar en las controversias apasionadas que él suscita entre los economistas. Nadie puede, a mi juicio, emitir una opinión definitiva sobre la moneda, y ello se debe en parte, a que las reacciones del factor humano, frente a los cambios de la situación económica, son difícilmente previsibles.

Para explicar el funcionamiento de la moneda se han ideado varias teorías; una de las más conocidas y al mismo tiempo más atacadas, es la teoría cuantitativa. Voy a referirme especialmente a ella, no porque crea que funciona siempre y en todas partes, sino porque me parece que es aplicable a nuestro país, en las circunstancias actuales.

Hay diferentes maneras de presentar esta teoría; una de ellas, la más sencilla, en que se prescinde de las variaciones de la producción y de la velocidad de la moneda, dice así:

$$M = KP$$

en que M es la cantidad de moneda en circulación en el mercado; P es el nivel medio de los precios; y K un factor de proporcionalidad.

Dice, en síntesis, esa teoría, que los precios varían proporcionalmente a la cantidad de moneda; si, por ej., se duplica la cantidad de moneda, los precios también se duplican.

Pero, antes de seguir adelante, aclararemos el significado de M y P .

M , la cantidad de moneda, llamada también el circulante, se compone de tres partes: a) de la moneda divisionaria, acuñada, o sea de nuestros cobres, b) de los billetes en libre circulación y c) de la moneda giral.

Los cobres son en realidad, una cantidad pequeña como valor, algo así como unos 150 millones de pesos; por este motivo, no nos preocuparemos más de ellos.

Los billetes son emitidos por el Banco Central de Chile; pero del total emitido sólo se toma en cuenta en la fórmula la parte que está en libre circulación, o sea la que se encuentra en poder de particulares y en las cajas de las instituciones públicas y privadas. En Octubre de 1953, los billetes en libre circulación alcanzaban a 14.164 millones, y como la emisión total era de 19.963, su porcentaje llegaba a 71%, cifra elevada relativamente a la de otros países. Esto se debe a que por diversos motivos, la gente hace sus pagos en dinero en vez de cheques.

Algunas ideas sobre el Banco Central. Es una especie de banco de los bancos, destinado a ayudar, y al mismo tiempo a controlar, los bancos comerciales. Corresponde, guardadas las proporciones, a los 12 Bancos de la Reserva Federal de los Estados Unidos, con la diferencia, según entiendo, de que en este país la Reserva Federal, es una "non profit" institución.

Su capital es de 200 millones, pequeño como Uds. pueden apreciar, en los cuales el Fisco pone 20; lo demás es aportado por bancos chilenos, bancos extranjeros domiciliados en Chile, y particulares.

Sus funciones más importantes son, fuera de las ya indicadas:

- a) Prestar dinero al Fisco, particulares y Bancos comerciales, a estos últimos, principalmente, en forma de redescuentos.
- b) Servir de depositario de los encajes legales de los Bancos comerciales.
- c) Negociar en oro y divisas.
- d) Servir de cámara de compensación o clearing house de los bancos.
- e) Monopolio de la emisión de billetes (y moneda acuñada).

¿Qué se entiende por encaje legal, o mejor dicho encaje mínimo legal de un banco? La ley de bancos establece que todo banco debe mantener en el Banco Central, a modo de reserva para hacer frente a situaciones de emergencia, cierta cantidad de dinero, proporcional a sus depósitos: el 20% de los depósitos a la vista y en cuenta corriente, y el 8% de los depósitos a plazo.

Me objetarán Uds. que esta proporción es insuficiente para casos de pánicos financieros, en que el público pierde la calma y deja de obedecer a la razón. En realidad la experiencia parece indicar lo contrario; si los bancos comerciales están controlados por el Banco Central y además, y principalmente por la Superintendencia de bancos, y si por último, el Estado, interesado como el que más en evitar la quiebra de los bancos, recurre a medidas de ayuda extraordinaria o de carácter moratorio, no deberían ser insuficientes los encajes legales establecidos.

Hemos hablado de la moneda acuñada (cobres) y de los billetes, pasemos ahora a la moneda giral. Esta está constituida por los depósitos en cuenta corriente y a la vista en bancos comerciales (incluso la ex Caja Nacional de Ahorros, que hoy es uno de los Departamentos del Banco del Estado, creado este último a mediados del año pasado).

¿A cuánto ascendían en Octubre de 1953, estos depósitos? Según el boletín del Banco Central a 31.401 millones de pesos. Pero, me dirán ustedes, ¿cómo es posible que alcancen a esa cifra si la emisión es sólo de 19.963 millones, y si de éstos el 71% está en los bolsillos del público o en las cajas de las instituciones públicas y privadas? ¿Qué son entonces estos depósitos?

Para decirlo de una vez, los depósitos son en realidad, el crédito bancario; son la autorización para girar que da un banco a sus clientes; de ahí su nombre: moneda giral, o checking deposits, como dicen en los Estados Unidos.

Cuando un banco concede un crédito a una persona, digamos por 100 mil pesos, no le entrega esta suma en billetes; le entrega un libreto de cheques y le dice: gire, a su arbitrio. Si el cliente lo desea, puede retirar de una vez los 100 mil pesos; pero en la práctica retira sólo una parte en dinero y lo demás lo gira a medida de sus necesidades. Si tiene que pagar una cuenta por maderas, 10 mil pesos por ej., le dará a la barraca un cheque por esta suma; no le entregará billetes. La barraca, el mismo día, o algunos días después, lo depositará en su cuenta del mismo banco, o de otro banco de la misma ciudad: no ha habido pues, movimiento de dinero, de billetes, en esta transacción, sino simplemente dos asientos librescos de cargo y abono. Para comprender mejor esta operación, hay que suponer que el sistema bancario es uno, o sea que los bancos forman una sola organización: y si se quiere simplificar más aún la cuestión, se puede aceptar que existe un solo banco en la ciudad, banco en el cual tienen sus cuentas todos los particulares, el comercio, las industrias, etc. Entonces se ve claro que las transacciones se realizan en su mayor parte mediante el juego de cheques, no de billetes.

Vemos que la moneda giral o sea los depósitos, son con mucho la parte más importante de la moneda. Los cheques son moneda. ¿Por qué no, si al igual que los billetes sirven de medio de pago?

Los cheques son la moneda creada por los bancos. Hay dos monedas: los billetes que emite el Banco Central, autorizado por el Estado, y los cheques.

Trataré ahora de aclarar con algunos ejemplos prácticos, el funcionamiento de los bancos; para ello voy a aprovechar un interesante estudio presentado por el Dr. H. Max, técnico asesor del Banco Central de Chile, que apareció en la Revista de Economía, Marzo 1952.

Supongamos la siguiente situación de un banco comercial:

A			
Activo		Pasivo	
<i>e</i> = encaje legal	300 millones	<i>D</i> = capital	500 millones
<i>C</i> = colocaciones	1.700 „	depósitos	1.500 „
	2.000 „		2.000 „

Voy a dar algunas explicaciones sobre esta situación, y lo voy a hacer en forma muy elemental, a pedido de un colega que me ha dicho que sus conocimientos de contabilidad son algo aleatorios...

Esta situación no es otra cosa que un balance, o sea un estado financiero del banco en un momento dado, reducido a su más simple expresión, para mayor claridad. En el Activo figura el encaje legal: es la cantidad de dinero que el banco depositó en el Banco Central, a modo de reserva para eventualidades. Las colocaciones son de dos clases: inversiones que el banco ha podido hacer en acciones, propiedades etc.; y préstamos a sus clientes, debidamente garantizados. Las inversiones, sobre todo en acciones, no son muchas: un banco no se crea para invertir la plata de sus dueños en acciones de otras sociedades; además las inversiones rinden, en general, menos que los préstamos, como luego veremos.

En el Pasivo figura naturalmente el capital, o sea el dinero aportado por los accionistas; y además los depósitos.

Como puede verse, el encaje, 300 millones es el 20% de los depósitos, o sea el banco está cumpliendo estrictamente con la ley. Pero, si es cierto que cumple con la ley, en cambio no puede hacer nuevas colocaciones o sea no puede prestar más plata a sus clientes.

¿Qué hace el banco en esta situación? Trata de obtener más dinero: puede obtener un préstamo él mismo, como cualquier particular, o lo que es más sencillo, acude al Banco Central, llevándole letras, "descontadas a sus clientes, para que a su vez el Banco Central se las "redescuente". El Banco Central examina las letras que le lleva el banco comercial, las selecciona de acuerdo con sus normas, y entrega a éste el dinero correspondiente, o le hace un depósito en su cuenta.

Dispone ahora el banco comercial de un cierto aporte fresco de dinero para prestar a sus clientes, digamos de 100 millones. Su nueva situación será la siguiente:

B			
Activo		Pasivo	
e = encaje legal	300 millones	Capital	500 millones
E = excedente	100 "	obligaciones	100 "
C = colocaciones	1.700 "	depósitos	1.500 "
	2.100 "		2.100 "

Como puede observarse, la única diferencia que aparece en este balance, comparado con el anterior, es en el Activo el préstamo de 100 millones que acaba de obtener y que hemos denominado E , excedente sobre el encaje; y en el Pasivo, la misma partida, llamada "obligaciones", denominación que se explica por sí misma.

¿Qué hace ahora el banco con los 100 millones? Naturalmente que los prestará a su clientela; para eso los pidió. Para simplificar las cosas, supondremos que presta o coloca la totalidad.

Tendremos entonces una colocación que llamaremos $C_1 = E$.

Esta colocación dará origen a un depósito, que como dijimos antes, será algo inferior a la colocación; llamemos "d", en el lenguaje bancario, drenaje directo de caja el 8% de la colocación que retira el público en calidad de dinero; por consiguiente, dejará en calidad de depósito, la diferencia $(1-d)$. O sea la colocación $C_1 = E$ habrá generado un depósito $D_1 = E (1-d)$.

Pero, de acuerdo con la ley de bancos, la institución puede hacer una nueva colocación en relación con este nuevo depósito, sin otra obligación que aumentar su encaje en $e\%$. Como el nuevo depósito D_1 era $E (1-d)$, el encaje deberá aumentarse en $E (1-d)e$ y para la nueva colocación quedará el saldo $C_2 = E (1-d) (1-e)$.

Ahora bien, esta colocación C_2 genera un nuevo depósito D_2 , que será igual a C_2 reducidas en el drenaje de caja, o sea $D_2 = C_2 (1-d) = E (1-d)^2 (1-e)$; y con cargo a este depósito D_2 el banco podrá hacer una nueva colocación, que será $C_3 = D_2 (1-e) = E (1-d)^2 (1-e)^2$ y así "ad infinitum".

Ordenemos: las series

$$\begin{aligned} C_1 &= E & D_1 &= E(1-d) \\ C_2 &= E(1-d)(1-e) & D_2 &= E(1-d)^2(1-e) \\ C_3 &= E(1-d)^2(1-e)^2 & D_3 &= E(1-d)^3(1-e)^2 \end{aligned}$$

¿Significa esto que el banco puede hacer infinitas colocaciones, cuando ha obtenido del Banco Central un redescuento E ? Teóricamente sí; pero en la práctica no, porque estas series infinitas decrecientes tienen un límite. No voy a entrar en el detalle del cálculo; voy sólo a indicar sus valores:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots = \frac{E}{1-(1-d)(1-e)} \quad (1)$$

$$D = D_1 + D_2 + D_3 + \dots = \frac{E(1-d)}{1-(1-d)(1-e)} \quad (2)$$

De la fórmula (1) se deduce la relación

$$\frac{C}{E} = \frac{1}{1-(1-d)(1-e)}$$

relación que se denomina factor de expansión o multiplicador del crédito bancario.

Calculemos algunos valores numéricos de este factor:

Para $d = 0$ y $e = 0$, resultaría $\frac{C}{E} = \infty$; sería el caso en que todo el mundo usara sólo cheques para sus pagos, y en que la ley no exigiera encaje mínimo. No habría límite para la expansión del crédito; naturalmente, es un caso puramente teórico.

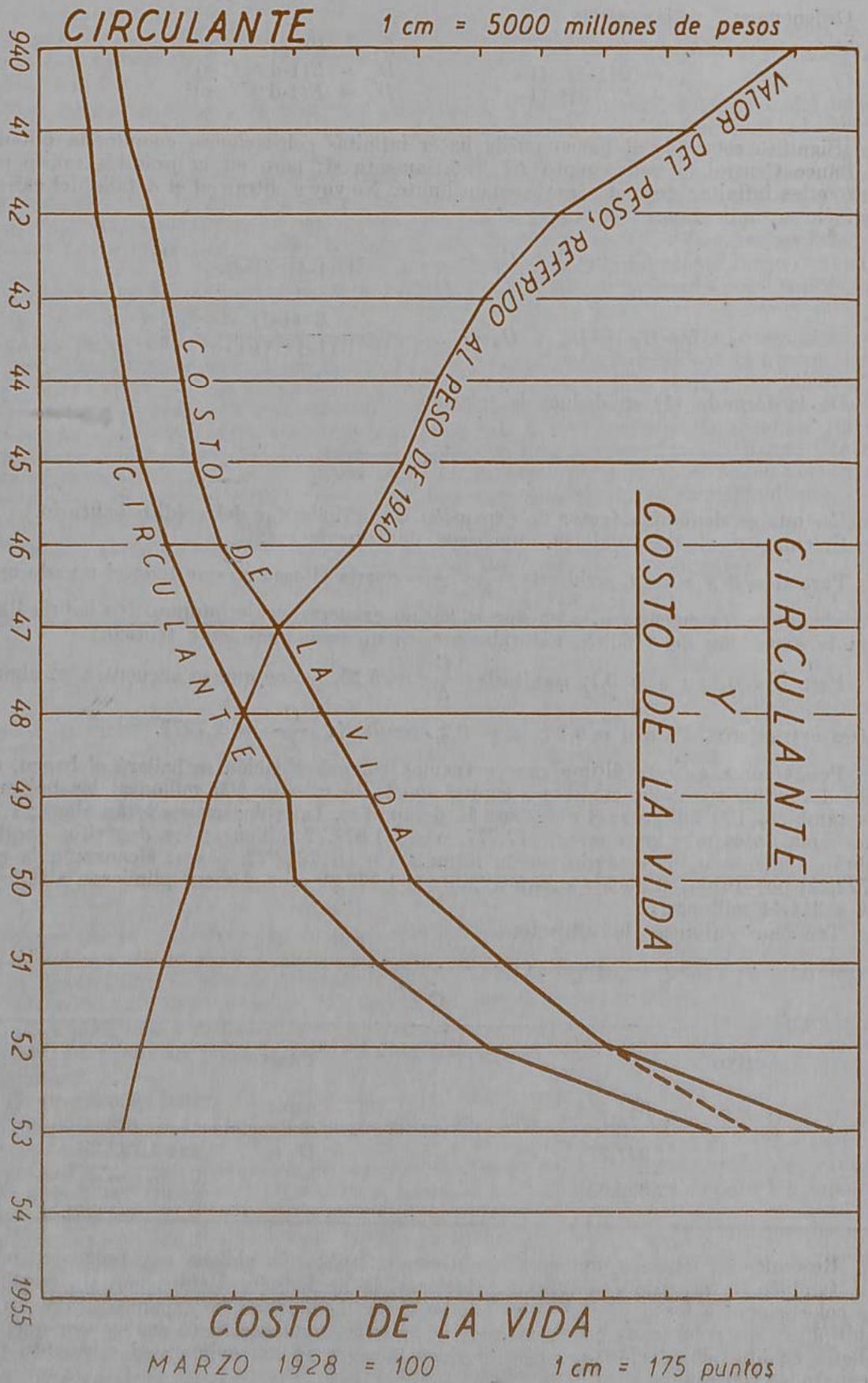
Para $d = 0,1$ y $e = 0,1$, resultaría $\frac{C}{E} = 5,25$, factor que se encuentra en algunos países extranjeros. Para $d = 0,2$ y $e = 0,2$, resultaría $\frac{C}{E} = 2,7777$.

Pongámonos en este último caso y veamos en qué situación se hallará el banco, después de agotar sus colocaciones: el capital queda lo mismo: 500 millones; las obligaciones también, 100 millones; el excedente E , desaparece. Las colocaciones serán ahora: 1.700, que había antes más las nuevas, 277.777, o sea 1.977.77 millones; los depósitos también habrán aumentado, de acuerdo con la fórmula (2) en 222.222, o sea, alcanzarán la cifra 1.722,22; por último el encaje subirá a 20% de 1.772,22 para dar cumplimiento a la ley, o sea a 344,44 millones.

Tenemos entonces la situación:

C			
Activo		Pasivo	
$e =$	344.444	capital	500
$E =$	0	obligaciones	100
$C =$	1.977,77	$D =$	1.722,22
	2.322,22		2.322,22

Resumiendo, tenemos que de acuerdo con la legislación chilena —y tengo entendido que también de acuerdo con otras legislaciones, la de Estados Unidos por ej., que ligan las colocaciones a los depósitos— los bancos tienen la facultad de expandir el crédito, de multiplicar sus colocaciones, de aumentar la moneda circulante. Esto explica por qué, con billetes en libre circulación que sólo alcanzan a unos 14.000 millones el circulante total llegue a 45.000 millones.



Pero, revenons á nos moutons, como pedía Molière. Volvamos a la ecuación de la teoría cuantitativa, uno de cuyos miembros M ha motivado toda la disquisición anterior. Ahora que ya sabemos, o creemos saber, lo que es M , pasemos a P , que lo hemos definido como el nivel medio de los precios.

Este es otro concepto que si es fácil de comprender, es difícil de precisar, de las varias maneras de calcularlo, creo que lo mejor será referirlo al costo de la vida, pues este dato se calcula entre nosotros haciendo intervenir cinco elementos: alimentación, habitación, vestuario, luz y lumbre y varios; o sea si no se incluyen todos los precios de las cosas, por lo menos se tomen las más interesantes, desde el punto de vista económico social.

En el gráfico que Uds. tienen a la vista aparece la curva del costo de la vida desde 1940 hasta 1953; como pueden observar y como todos saben, el costo ha subido en forma espectacular en estos últimos años. El fenómeno mismo no es de origen reciente; en Chile se viene produciendo, en realidad, desde hace más de 70 años, pero no en la forma violenta de los últimos tiempos. Tampoco el fenómeno es peculiar en nuestro país; todos los países del mundo lo experimentan, pero no en el grado que nosotros, salvo China y Bolivia.

¿Tiene o no importancia esta alza del costo de la vida? Indudablemente que la tiene y muy grande. A primera vista, un pensador superficial o el hombre de la calle, podría decir: ¿qué me importa que me suban el arriendo de la casa, la alimentación y el vestuario etc., si al mismo tiempo, y en la misma proporción me suben mí sueldo? Francamente, mirado desde este punto de vista, el fenómeno perdería, si no toda, gran parte de su importancia: sería como mirar con un vidrio de aumento los precios de las cosas y los sueldos; pero las cosas no ocurren en una forma tan sencilla. El costo de la vida sube para todos, pero los sueldos o mejor dicho las rentas individuales aumentan en forma irregular, para unos en mayor proporción, para otros en menor proporción que sus rentas. Ello se debe a que aquella alza da origen a una lucha violenta —una especie de sálvese quien pueda— entre los asalariados, y en esta lucha triunfan los que están organizados en sindicatos fuertes, con desmedro de los sindicatos débiles o de los no sindicados. Se produce entonces un estado de injusticia social de consecuencias graves, para los individuos económicamente débiles, entre los cuales hay que contar, aunque parezca raro, a las instituciones de beneficencia, que no tienen cómo defenderse del alza de los productos que necesitan para el desempeño de sus funciones.

Además, el alza del costo de la vida acarrea la intervención del Estado, con el consiguiente control de los precios; y este control, como nos lo enseña la historia desde los tiempos más remotos, produce entre otros malos resultados, la desaparición o disminución de los productos del mercado, es decir una reducción de la producción. De más será decir que esta reducción tiene como consecuencia una baja del standard de vida y la agravación de la lucha entre los asalariados por conseguir los productos necesarios para la subsistencia. Además, el control estatal de los precios, como lo demuestra también la historia, no puede imponerse de un modo efectivo sino mediante las medidas bien conocidas del estado policial; o lo que es lo mismo, trae como consecuencia la pérdida de la libertad, el miedo a la autoridad o a otros hombres. Es la muerte de la democracia.

Creo que no necesito ahondar más este punto, pues todos estamos convencidos de la gravedad del problema.

Pero ¿de dónde viene, cómo se produce, cuál es el motor del alza del costo de la vida? Ustedes pueden ver en este gráfico, una curva que corre asombrosamente paralela con el costo de la vida: es la curva del circulante; digo asombrosamente, porque es raro que dos factores económicos, que son en el fondo causa y efecto, se desarrollen sincrónicamente. Ustedes ven que a una alza del circulante corresponde una alza del costo de la vida. Es la demostración experimental más clara de la realidad de la teoría cuantitativa de la moneda en las circunstancias actuales de nuestra economía. Y no hay lugar a duda de que el motor es el circulante, porque con una mayor cantidad de dinero a su disposición, el asalariado tiende a gastar más; ello es humano; y esta lucha por disputarse una cantidad de mercaderías —una producción— insuficiente es lo que produce el alza de los precios o sea del costo de la vida. Inflación es como Uds. saben, el nombre que los economistas dan a este fenómeno: "too much money chasing too few commodities".

Ahora bien, ¿qué podemos hacer para evitar la inflación o por lo menos para reducir su ritmo acelerado?

La cosa no es fácil; está muy lejos de serlo; pero veamos si del lado de la política monetaria no podemos hacer algo. La fórmula de la teoría cuantitativa, $M = K \cdot P$, nos dice que si queremos reducir $P - 0$ sea bajar los precios tenemos que reducir M , el cir-

culante. Este es, pues, el niño malo a quien tenemos que castigar. ¿Cómo reducir M ? M se compone de billetes emitidos por el Banco Central y de depósitos —moneda giral— creados por los bancos comerciales.

Ambos sumandos pueden limitarse o por lo menos, contenerse en forma de reducir su aceleración. Contenerlos bruscamente no conviene: "prefiero el choque", dijo el perito y un inventor de un dispositivo para parar instantáneamente a dos trenes en peligro de chocar.

Para conseguir la limitación de las emisiones de billetes, es necesario eliminar las llamadas emisiones inorgánicas, es decir, aquellas que no corresponden a las necesidades del mercado, sino que son más bien préstamos destinados a solventar la caja fiscal. El Estado tiene que limitar sus desembolsos, eliminando todos los gastos innecesarios, especialmente en sueldos y pensiones de su personal. Sé que es más fácil hablar de hacer economías que realizarlas; pero no debieran olvidar nuestros dirigentes el lema: "gobernar es desagradar"... Si no somos capaces de realizar economías en el campo fiscal, queda desde luego inutilizado uno de los mecanismos más eficaces para frenar la inflación.

Otro de los componentes del circulante, y el más importante es la moneda giral o sea los depósitos. ¿Cómo disminuir la moneda giral? Aparentemente es sencillo: se puede restringir el crédito bancario, limitándolo a los préstamos para la producción, lo que se puede controlar por la Superintendencia de bancos. También se puede restringir, en el mismo sentido el redescuento por el Banco Central. Ambas soluciones se han tratado de implantar, pero, desgraciadamente, han quedado sólo en intentos. Este "plateau" que Uds. pueden observar en la curva del circulante representa un esfuerzo, muy bien intencionado de uno de los Ministros de Hacienda más hábiles en los últimos tiempos; pero el esfuerzo fracasó por la resistencia de los gremios, y la curva del circulante volvió a tomar su violento ritmo ascendente.

En otras partes del mundo los bancos logran moderar las peticiones de créditos de sus clientes, y cuando se dicta una ley que restringe las facilidades de ventas a plazo, todo el mundo la cumple; hay cultura cívica. Entre nosotros no ocurre lo mismo: los productores afectados fruncen el ceño, gesticulan, gritan y amenazan con el espectro de la cesantía. Por lo demás, los bancos, si restringen sus préstamos, no tendrán como pagar a sus empleados, y si pretenden rebajarles sus sueldos, más vale, Sancho, no meneallo...

Hasta aquí vamos saliendo derrotados en nuestros esfuerzos para reducir M . Veamos qué nos dice la fórmula del multiplicador:

$$\frac{C}{E} = \frac{1}{1-(1-d)(1-e)}$$

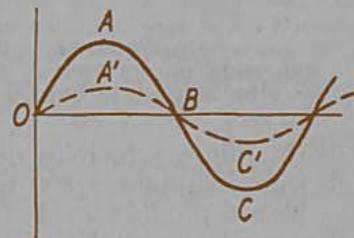
Aquí no hay sino dos variables que pueden influir: " d " y " e "; " d " es difícil tocarla; depende de los hábitos del público (si tiene o no el hábito del cheque), y hasta cierto punto, de los impuestos... La gente paga en dinero para no dejar rastros de la operación... En cambio " e " se puede modificar como se quiera, de acuerdo con los propósitos de los poderes públicos; si se aumenta " e ", el multiplicador baja, y con él el circulante. Pero también es una medida "impolítica", y no creo que los gobiernos se sientan inclinados a adoptarla.

Otra manera de reducir la moneda giral sería el alza del interés de los redescuentos, y, consecuentemente, el interés de los descuentos de letras y de los préstamos en general. Me objetaron Uds. que ya el interés —alrededor de 18%— es muy elevado. Sin duda que parece elevado, pero en realidad no lo es bastante. En tiempos de inflación galopante, como la que nos aflige, el interés tiene que ser muy fuerte para desalentar a la gente de iniciativas exageradas...

En resumen, todas las medidas de sana política crediticia, son de difícil aplicación. Tienen el carácter de "derechistas" y por este motivo son impopulares. Es una lástima que no se apliquen, porque producirían seguramente buenos resultados. No eliminarían enteramente la inflación, porque este es un mal complejo, que no puede atacarse desde un sólo ángulo, pero algo se conseguiría en forma de paliativo.

Consideraremos otras posibles medidas: en los períodos de inflación grave, el papel del Gobierno debe tender a reducir la intensidad del ciclo de los negocios, no el de aumentarlo con grandes planes de obras públicas o con la creación de organismos que demanden inversiones. Para indicarlo en forma gráfica, la acción del Gobierno debe tender a aplanar la curva $OABC$, llevándola al nivel más bajo, $OA'BC'$.

Esta medida entre otras acaba de tomar el Perú, apenas vió que el monstruo de la inflación dejaba ver sus sucias orejas: redujo un tanto el ritmo de las obras públicas. Esto produce naturalmente una pequeña desocupación. No soy de temperamento tan inhumano que pretenda fundar la estabilidad económica del país en la desgracia de unos pocos; pero todos los que estamos aquí somos hombres de trabajo y sabemos por experiencia que 98 hombres que se preocupan de conservar sus puestos, producen más que 100 hombres indisciplinados, a quienes no les importa perder su trabajo, porque gracias a la norma sacrosanta de la "plena ocupación", encontrarán una nueva "pega" a la vuelta de la esquina. Una pequeña desocupación no daña la producción total; seguramente la aumenta, de modo que la colectividad en conjunto no sufre un daño. Actualmente en Chile la desocupación inscrita alcanza sólo a 3.000, o sea al $\frac{1}{2}$ por mil de la población: se puede decir que no hay desocupación; en los Estados Unidos hay 3 millones de desocupados, o sea el 2% de la población, cuarenta veces más que en Chile, y sin embargo, el Presidente Eisenhower y sus consejeros económicos no están dominados por el pánico; por el contrario, esperan serenamente que el monstruo haga su aparición para atacarlo y dominarlo.



Por último, last not least, debo mencionar una solución muy preconizada por todo el mundo: hombres de gobierno, políticos, etc. como el remedio soberano contra la inflación: el aumento de la producción nacional.

Nadie podrá discutir que ésta sería una medida altamente beneficiosa desde todo punto de vista. Desgraciadamente, la cosa no es fácil: la producción nacional está estagnada o por lo menos aumenta muy lentamente. Para conseguir un aumento substancial serían necesarias tres cosas: en primer lugar que la gente —el obrero, el empleado, todo el mundo con excepción de los niños y de los viejos— se decida a trabajar más; en seguida, que tratemos de obtener capitales extranjeros para mejorar las condiciones de explotación de la agricultura y de trabajo de las industrias; y que aflojemos los controles que entran en la producción y atemorizan a los hombres de empresa. Estas medidas son difíciles de aplicar: no trabajaremos más porque tenemos la cabeza llena de ideas disparatadas sobre la tremenda riqueza de nuestro país; no conseguiremos capitales, porque políticos ignorantes hacen día y noche una propaganda intensa contra el llamado imperialismo. Esta propaganda no es sólo de nuestro país, sino de toda la América latina, lo que explica que, en vez de aumentar sus inversiones en nuestros países, los extranjeros las están disminuyendo (invierten sólo el equivalente a $\frac{1}{4}$ parte de las utilidades de sus empresas). Por último, no aflojaremos los controles, porque los hombres de gobierno temen que el costo de la vida suba desproporcionalmente por el abuso de los productores. . . .

Llego al final de esta charla, demasiado corta para la magnitud del tema, pero demasiado larga para las normas de Brillat Savarin: "rien ne doit déranger l'honnête homme qui vient de diner", con la sensación de no haber indicado algún remedio para el mal, que sea de aplicación sencilla y ojalá indolora. Creo que tal remedio no existe. La inflación es de índole moral; el mal está dentro de nosotros mismos que queremos "vivir como millonarios, produciendo como proletarios". Como lo dijo Shakespeare en Hamlet: "The fault is not in our stars, but in ourselves, that we are underlings". Debemos hacer un esfuerzo por dominar nuestra inercia y ponerle el hombro a la tarea. Defendamos la moneda: es el símbolo de la dignidad nacional. Nunca he sentido esta verdad de un modo más profundo que en un reciente viaje a los Estados Unidos. Nos bajamos los pasajeros por algunos minutos del avión en el puerto aéreo de Limatambo, gran puerto, lujosamente acondicionado. Pedí un refresco en una fuente de soda, y al momento de pagar le dije a la niña que me había atendido: "No tengo más que plata chilena". "¿Plata chilena? me contestó. Pues esa no vale nada; déme dólares o nacionales argentinos". Una bofetada en la cara no me habría producido más indignación; pero no había nada que hacer sino soportar la humillación. La culpa es nuestra, me dije, de todos nosotros los chilenos, que no hacemos ningún esfuerzo por salvar nuestra moneda, el símbolo de la dignidad nacional.

Podemos y debemos salir de esta situación; un país que tiene una moneda tan inestable como la nuestra es objeto del desprecio de los demás, y a veces lo que es peor, de su conmiseración.

Energía Nuclear

LABORATORIO INFERNAL

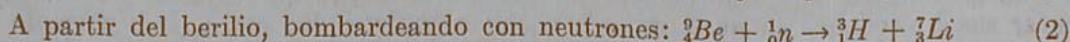
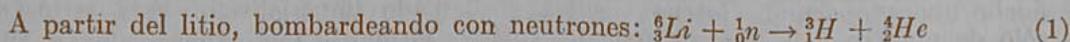
Por el Dr. Sc. Rodolfo Ripa, Profesor de la Universidad Técnica F. Santa María.

En este artículo se indican las reacciones nucleares fundamentales y el cálculo de la energía generada por la bomba de hidrógeno, como también sus probables componentes. Además se describe la posible naturaleza de las bombas de nitrógeno y de cobalto.

Cuando a principios de 1952 apareció en la prensa estadounidense la noticia de que el gobierno destinaba 1.500 millones de dólares para la construcción en Savannah River de una planta productora de tritio, sobre unas 90 hectáreas de terreno, no cupo duda que los físicos nucleares de EE. UU. conocían ya el secreto de la bomba de hidrógeno en todos sus detalles. De no ser así, no se habría destinado una suma tan enorme para un producto tan poco común y tan específico.

El tritio es uno de los hidrógenos "pesados"; en realidad es su isótopo más pesado que se conoce: con masa tres o sea casi tres veces más pesado que el hidrógeno corriente. Su muy abultado núcleo consiste de un protón y dos neutrones, combinación que lo hace inestable y radiactivo. El segundo de los hidrógenos pesados es el deuterio con dos veces la masa del hidrógeno, ya menos pesado y muy estable. Se encuentra en el "agua pesada" y es relativamente fácil de separar. En 5.000 litros de agua común y corriente hay un litro de agua pesada. Estos dos hidrógenos son la base de la bomba hidrogénica que tanto preocupa al mundo desde las formidables explosiones en Eniwetok en 1952 y 1953 y en marzo último.

El tritio que se prepara en la planta de Savannah River, es el "detonador" propiamente dicho de la bomba y, de los materiales empleados, es el más costoso y más difícil de preparar. Se obtiene de reactores nucleares, en cantidades ínfimas y los gastos de elaboración deben ser enormes, comparados con los del plutonio o uranio 235 de la bomba atómica. Los métodos más corrientes son:



¿Por qué es necesario usar este isótopo del hidrógeno tan costoso en la nueva bomba?

La bomba hidrogénica se basa en un principio muy distinto del de la bomba atómica usada en Hiroshima, (Ver mismo autor, Scientia, 1946, N.ºs 3-6), la que libera energía por fisión del núcleo atómico, o sea, por su desintegración en fragmentos.

Al estallar una bomba hidrogénica, sucede exactamente lo opuesto: dos o más núcleos pequeños se "refunden" en uno más grande. El término "fundir" no está del todo mal empleado aquí, pues para lograr esta fusión se necesitan temperaturas tales como solo existen en el interior del sol, o sea, de muchos millones de grados centesimales; de allí que se llame bomba termonuclear. Efectivamente, es del laboratorio solar de donde los físicos nucleares obtuvieron la idea de la bomba hidrogénica. Por análisis espectral sabemos que los principales elementos encontrados en el sol, son hidrógeno y helio, formándose el helio continuamente del hidrógeno. Ahora bien, el hidrógeno tiene un núcleo con masa de 1.008 y de cuatro núcleos, o sea, de una masa de $4 \times 1.008 = 4,032$ resulta un núcleo de Helio, con una masa de **4,003**, por tanto, en esta "fusión" desaparece 0.029 de masa por cada núcleo de helio formado, masa que se transforma en energía según la fórmula de Einstein ($E = mc^2$). Calculando en gramos y haciendo la velocidad de la luz c , igual a $3 \cdot 10^{10}$ [cm/seg] se obtiene que cada 4,032 gramos de hidrógeno, convertidos en *He*, generen una energía igual $E = 0,029 \cdot (3 \cdot 10^{10})^2$ o sea, de $2,61 \times 10^{19}$ [erg], lo que equivale a $2,61 \cdot 10^{12}$ [joule] o a $7,551 \cdot 10^5$ [kWh]

$$\text{por 1 [kg] H} = \frac{7,551 \times 10^5}{4,032} \times 1000 = 1,872 \times 10^8 \text{ [kWh]}$$

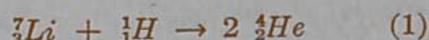
mientras que 1 [kg] U^{235} no produce más que $23 \cdot 10^6$ [kWh].

En 1932 Cockroft y Walton obtuvieron helio por "fusión" de dos átomos empleando litio con masa siete = Li^7 , e hidrógeno con masa uno, = H^1 , los que refundieron en dos átomos de helio: ${}^7_3Li + {}^1_1H \rightarrow 2 \cdot {}^4_2He$. (3) Para lograrlo, tuvieron que convertir el átomo en proyectil y con él bombardear el núcleo del litio. Midieron la energía así producida, la que dió por cada reacción, o sea por cada átomo de H^1 , más Li^7 la respetable cantidad de 17,3 millones electrón-voltios [MeV], concordando la medición sorprendentemente bien con los cálculos teóricos.

Puede considerarse este experimento como la verdadera base científica de la bomba hidrogénica moderna. Sin embargo, el camino atravesado en los 20 años transcurridos hasta la primera bomba, fué difícilísimo. Debido a que en una bomba hidrogénica no pueden emplearse proyectiles de hidrógeno (rayos protónicos), por el enorme aparato que sería necesario para producirlos, se pensaba originalmente en emplear altísimas temperaturas, parecidas a las reinantes en el sol, para "refundir" hidrógeno en helio. Las enormes temperaturas las proporcionaría una explosión atómica de uranio 235 o plutonio 239. Tal propósito surgió uno o dos años después de la última guerra, cuando los Estados Unidos, que, en aquel entonces, tenían la exclusividad en explosivos atómicos, querían mantener su supremacía y crear un medio para desalentar a cualquiera potencia que pensase en amenazar con una nueva guerra.

El experimento de Cockroft y Walton seguramente debe haber inducido al profesor vienés H. Thirring a calcular el posible empleo de un compuesto sólido entre litio e hidrógeno, un hidruro de litio, —el que se convertiría en 2 átomos de He por fusión atómica. Thirring publicó un estudio, (*Die Geschichte der Atombombe*, 1946) en el cual llegó al resultado que por tal conversión nuclear se podría recuperar una energía muchísimo mayor que por la fisión nuclear empleada en la bomba atómica.

Calcula de la misma manera que lo hicimos antes para la reacción:



un rendimiento de $5,8 \cdot 10^7$ [kWh] por kilo de $Li H$, y eso con una energía de "iniciación" relativamente baja (según Mattauach-Flügge); de 10.000 [eV] pero se propagaría inmediatamente la reacción para dar una temperatura de varios "centenares de millones" de grados centesimales. Este factor temperatura es de suma importancia, como luego veremos. La conversión $4H \rightarrow He$, por fusión nuclear, es lentísima aún a **decenas de millones** de grados. Mucho más rápidamente progresa con tritio H^3 y de allí el imprescindible uso de este "detonador" en la bomba termonuclear.

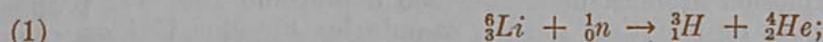
A tal estado de conocimientos y realización de una serie de experimentos positivos se había llegado en Estados Unidos ya antes de 1950, año en que el presidente Truman, a pesar de una fuerte resistencia de ciertos físicos nucleares y políticos, ordenó la investigación y experimentación en mayor escala. En noviembre de 1952 ya se detonó en Eniwetok *) la primera bomba termo-nuclear, y el 1.º de mayo de 1953 la segunda: ("operación Ivy"), fué de consecuencias tan formidables que hizo desaparecer toda una isla, dejando un cráter submarino de 50 [m] de profundidad en su lugar. Una película de esta explosión se estrenó recientemente, dejando al público abismado. Hace poco, a principios de marzo de este año, y algunas semanas después, (el 26 de marzo) siguieron dos bombas termo-nucleares más, —de mayor tamaño y de un efecto casi 100% más grande de lo calculado. El mundo quedó aterrorizado, suponiéndose que los físicos ya no pueden controlar esta clase de reacciones nucleares y que podrían causar alguna catástrofe de proporciones cósmicas. Hubo violentas protestas y máxime cuando se supo que cenizas radiactivas habían quemado a unos pescadores de un bote japonés ("Dragón Afortunado"), a una distancia de más de 800 [km]. Nadie se sentía seguro en ninguna parte del mundo con los experimentos termo-nucleares norteamericanos, ni los australianos, ni los rusos en Siberia. Sin embargo, los Estados Unidos no tienen otra alternativa. Desde agosto de 1953, se sabe que la URSS no solamente conoce, sino que también hizo ya detonar, bombas de igual índole— tal vez de un mecanismo más sencillo y más eficaz. Se dice que la primera bomba hidrogénica estallada en Eniwetok, pesaba sobre 65 toneladas, habiéndose usado hidrógeno líquido y no el compuesto de litio. Con tal lastre de accesorios, la bomba hubiera sido inservible para fines bélicos. La de 1953 era ya mucho más manejable, contenía hidruro de litio y desarrolló un poder destructivo equivalente a 10 megatons (1 megaton o 10^7 toneladas de trinitrotolueno = *TNT*). Las bombas de este año tenían una carga para 20 megatons, pero desa-

*) En realidad hubo mas explosiones experimentales desde Mayo 1951 hasta fines 1952, pero se calificaron de "tests" orientativos.

rollaron 40 megatons de efecto. Compárese este efecto espantoso con el equivalente de 20.000 toneladas de *TNT* desarrollado por la bomba de Hiroshima, o sea 0,002 megatons. Bombas así ya no destruirían ciudades sino que departamentos o distritos enteros 2.000 [km²] y más. Probablemente estas no pesan más que unas cuantas toneladas y de ninguna manera significan el tope, pues a diferencia de la bomba de fusión del tipo de Hiroshima, cuyo tamaño era limitado, las bombas termonucleares pueden construirse teóricamente de cualquier tamaño.

Nadie sabe exactamente cuál es la composición y el mecanismo de las bombas norteamericanas o rusas, pero se pueden indicar las principales posibilidades que dan cierta garantía de alto efecto, con menos bulto y complicaciones.

La ecuación (1) nos indica, que al ser bombardeado el litio por neutrones, se forma tritio y helio:



Siendo ${}^3_1\text{H}$ (tritio) un detonador, causará, especialmente en presencia de ${}^2_1\text{H}$, deuterio, otra reacción.



El neutrón que se produce aquí puede causar inmediatamente repetición de la reacción (1) y así adelante. Se "desencadena" por el tritio una reacción en serie que se regenera sola, una vez que se inicia. El tritio necesario al principio, después se genera automáticamente.

Para esta clase de fusión necesitamos entonces:

Li^6 , H^2 , neutrones, algo de tritio H^3 para "encender", y —sobre todo— algo que produzca una temperatura del orden de decenas de millones de grados Celsius, para producir la fusión de los núcleos.

Pero de la ecuación (3) también sigue que:



por tanto, el ${}^7_3\text{Li}$ no solamente no estorbaría, sino que produce altísimo efecto, pues se forman 2 heliones He^4 . El litio natural, elemento cuyas sales se producen en cantidades industriales, contiene 7,9% del isótopo Li^6 y el resto es Li^7 . Será pues el litio natural una de las materias primas fundamentales, no solamente porque da alta energía por fusión nuclear a Helio, sino que también porque produce tritio al fisionarse, (ecuación 1), el tritio que es el "catalizador" de la reacción. (Véase ecuación 4). En presencia de mucho H^2 (deuterio) habrá a muy altas temperaturas y presiones, también una fusión nuclear de la indole:

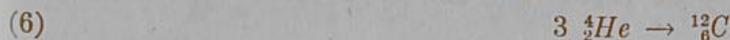


de alto rendimiento energético y por lo tanto será importante acumular lo más de deuterio H^2 que se pueda, pues según (5) puede "fusionar" deuterio solo, aún sin litio, sin tritio H^3 y sin neutrones.

Conociendo estas reacciones fundamentales, se puede hacer conjeturas a grosso modo acerca del mecanismo de la bomba termonuclear. Podemos también comprender, porque no se podía calcular con exactitud, de antemano, el efecto de las últimas 2 bombas norteamericanas. ¿Cuál es la reacción dominante de las 5 aquí expuestas? En una mezcla de Li isótopos 6 y 7, de hidrógeno con masa 1, 2 y 3 ¿cuál será el orden, cuál la velocidad y cuáles las constantes de las reacciones? Nadie lo puede medir, ni lo puede decir por el momento. Por lo tanto, nadie puede calcular el efecto con exactitud, ni siquiera con aproximación mayor de 50%.

Ninguna de las reacciones nucleares es cuantitativa, es decir, el H^2 cargado en una bomba no reaccionará totalmente según las ecuaciones (3) o (5). Siempre se calcula solamente con una fracción de la cantidad que participa en la reacción. Como en las explosiones por fisión atómica, hay además, una serie de reacciones "no controladas" y, con seguridad, no conocidas. Constituye este otro factor de inseguridad, otra incógnita en el cálculo energético.

Como ejemplo podemos citar fenómenos observados espectroscópicamente en el sol, donde fuera de la síntesis de $4H \rightarrow He$, se observaron líneas de carbono y nitrógeno, probablemente reacciones secundarias como:



para la formación del carbono, y



para el nitrógeno.

Tales reacciones tendrían un rendimiento todavía mayor que las de la bomba hidrogénica según (1) — (5), y de ahí los rumores con experimentos sobre “bombas nitrogenicas”. Pero, si la bomba hidrogénica ya presentaba dificultades, peor será la de nitrógeno. En el laboratorio solar, con las enormes temperaturas del interior del sol, solamente fracciones despreciables del He formado se convierten en C o N . Volvamos, por lo tanto, a la bomba más realista de hidrógeno.

¿Cuáles serán, pues, las materias primas más probables, y cuál el mecanismo de estos temibles instrumentos de destrucción?

Empezaremos con el tritio, el detonador imprescindible para catalizar la fusión nuclear. Para su producción en Savannah River se invirtieron 1.500 millones de dólares pues para obtenerlo es necesario bombardear en reactores litio o berilio con neutrones según ecuaciones (1) y (2). El rendimiento es pésimo y más difícil todavía es guardarlo, conservarlo e incorporarlo a la bomba hidrogénica. Siendo radiactivo —aunque débilmente— será peligroso almacenarlo junto con sustancias fisionables como U^{235} o Pu^{239} que —como veremos en seguida— son los “combustibles” obligados para toda bomba nuclear.

El tritio se descompone emitiendo electrones de su núcleo, o sea, por radiación beta, convirtiéndose en gas helio de masa 3:



Se genera, pues continuamente helio gas, aunque se convirtiera el tritio, que originalmente es gas, en algún sólido de la misma indole que el compuesto de litio con deuterio, o sea, en un hidruro pesado.

No se podrá encerrar este hidruro a base de tritio en un recipiente hermético, por generar continuamente gas, y por el otro lado es necesario aislarlo muy bien, pues emite rayos beta.

De allí los grandes problemas con este “iniciador” termonuclear. Es carísimo; para elaborarlo se necesitan enormes instalaciones peligrosas por su radiactividad, se obtienen cantidades ínfimas y todavía es un factor de inseguridad y de alto riesgo en la bomba. Seguramente se ha tratado de eliminarlo por completo de las bombas termonucleares y tal vez se ha logrado esto.

Debido a la posibilidad de obtener el tritio H^3 por reacción nuclear según



y



no sería nada de raro que se haya ensayado de producir el tritio directamente en la bomba, incorporándole litio y berilio, de tal manera que estos elementos sean expuestos al bombardeo de neutrones, en “primera fila”, generándose primero el tritio y estallando después la propia carga termonuclear, catalizada por el tritio recién formado.

Hay otra reacción más, que conduce al tritio, que no hemos mencionado todavía:



o sea, dos núcleos de deuterio —llamados deuterones— se transforman en tritio e hidrógeno. Debido a que tanto litio como berilio se pueden combinar con deuterio para formar hidruros pesados, sólidos y estables, con la fórmula Li^6H^2 y Be^9H^2 , no sería difícil combinar varios efectos a la vez y aumentar así la eficacia.

Así entonces, una de las posibilidades para restringir o eliminar por completo el tritio sería colocar junto al "combustible" de la bomba termonuclear que será uranio 235 o plutonio 239, con su mecanismo completo de explosión, una capa consistente de Li^6H^2 o Be^9H^2 , generadora de tritio.

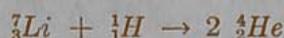
Más allá, posiblemente en el interior o corazón de la bomba, se colocaría la carga termonuclear propia. Esta disposición es probablemente la preferida, pues para que la fusión nuclear se produzca —y se produzca en toda la carga a la vez y en la forma más completa posible— es necesario que se produzca una envoltura con tal vez más de 50.000.000 [°C] de temperatura y con enorme presión. Si se cargara al revés, es decir, con el combustible en el centro de la bomba, sería difícil de lograr la presión y conservar la temperatura por suficiente tiempo, pues con millones de grados de diferencia entre el ambiente y el "fogón", la gradiente de transición es tan enorme que aún en millonésimos de segundo la pérdida de calor sería fatal. Con la presión sería más grave todavía, desarrollándose desde el centro hacia fuera, perdería toda eficacia.

Llegamos ahora a la carga termonuclear, propiamente dicha. Las más eficaces de las reacciones serán, registrándolas en el orden de su importancia:



Estas tres reacciones dan el máximo de energía proveniente de la bomba hidrogénica. De las ecuaciones sigue que debe disponerse de mucho hidrógeno, en parte pesado-deuterio, H^2 , y en parte del liviano H^1 , y de litio de masas 6 y 7. Los hidruros Li^7H^1 y Li^6H^2 o también Li^6H^1 y Li^7H^2 son muy fáciles de obtener, partiendo de compuestos de litio que hay en abundancia, pues el litio tiene usos industriales en cerámica, lubricantes, fundentes para soldar, en metalurgia para aleaciones, etc. Pero, un sencillo hidruro no contendría suficiente H^1 o H^2 para dar abasto a las reacciones (3), (10) y (11), fomentando principalmente la (10), la que es la de más alto rendimiento energético. Por tanto, es casi seguro que no se empleen hidruros sencillos, sino que los así llamados metal-borohidruros: o litio-borohidruros o litio aluminio-hidruro, con fórmulas $LiBH_4$ y $LiAlH_4$, respectivamente. Estos hidruros aparecen desde hace algunos años con tal frecuencia en la literatura química y preocupan a la industria con tanta insistencia que difícil sería explicarlo únicamente por el gran poder reductor y su ocasional empleo en la industria orgánica. Como reductores industriales, serían por lo demás, demasiado caros, pero para la bomba hidrogénica constituyen una carga ideal y relativamente barata.

El efecto de esta carga se puede aquilatar basándose en el experimento de Cockroft y Walton, el que confirma el cálculo teórico por mediciones experimentales. De la ecuación:



resulta, calculando, un rendimiento teórico en energía, sumando las masas de partida:

$$\begin{array}{r} Li^7 = 7.0165 \\ H^1 = 1.0076 \\ \hline 8.0241 \end{array}$$

y descontando la masa de $2 He^4 = 2 \times 4.0028 = 8.0056$

da pérdida en masa $= 0.0185$

Cockroft y Walton, al medir la trayectoria de los 2 He^4 , partículas resultantes de la reacción, en una cámara de Wilson, les encontraron una energía equivalente a 17,3 [MeV]. Ahora, 1 [MeV] = $1,6 \times 10^{-6}$ [erg], por tanto, la reacción dió en total $27,68 \cdot 10^{-6}$ [erg] de energía.

Aplicando nuevamente la fórmula de Einstein $E = mc^2$, y sabiendo que el peso en gramos de una unidad química de masa = $1.672 \cdot 10^{-24}$ [g], sigue que

$$E = 1,672 \cdot 10^{-24} \cdot 0,0185 \cdot 9 \cdot 10^{20} = 27,837 \cdot 10^{-6} \text{ [erg].}$$

La concordancia de los resultados es excelente.

Ahora, del $LiAlH_4$, por ejemplo, se obtendría más del doble por cada molécula si dos de los hidrógenos fueran reemplazados por dos deuterios H^2 (la fórmula exacta sería entonces $LiAlH_2^2H_2^2$). De Li^7 y H^1 resultarían dos heliones y de $2H^2$ también dos heliones, quedando un H^2 o deuterón, para reaccionar con H^3 según (4), o con Li^6 según (11) o hasta según (9) para formar el valioso tritio.

De un kilomol $LiAlH_4$, o sea de 37,042 [kg], se obtendrían —por contener 6.03×10^{26} = moléculas,— $27,68 \cdot 10^{-6} \cdot 6,03 \cdot 10^{26}$ [erg] = $1,47 \cdot 10^{22}$ [erg], o sea, $1,47 \cdot 10^{15}$ [joule] de $4,08 \cdot 10^8$ [kWh], mucho más de 400 millones de [kWh], si uno contempla la posibilidad $\hat{=}$ que fusionó también el deuterón restante, mencionado arriba.

Pero, como ya se explicó, poco valen los cálculos, pues no se sabe el exacto desarrollo de las reacciones.

Y ¿cuál sería el probable modo de armar así una bomba termonuclear? Por las razones de conservación de temperatura y presión, la carga de $LiAlH_4$ deberá estar en el corazón, circundada de Li^6H^2 o Li^6H^3 , eventualmente de $Be^9H_2^2$ o de $Be^9H_2^3$ y todo eso expuesto, en el momento de la descarga, a la "implosión" de U^{235} o Pu^{239} , o sea, de una bomba atómica de fisión, tipo Hiroshima.

La reserva de bombas atómicas "antiguas" no se convierte, pues en un inventario anti-
guado, al contrario, con pocas adaptaciones se convierte en un arma miles de veces más sinistra.

La posibilidad de eliminar el uso del tritio H^3 viene confirmada en el momento de imprimirse este artículo, por una noticia en la prensa, diciendo que Gran Bretaña desarrolló un tipo nuevo de Bomba H , donde prescinde del hidrógeno pesado, es decir, del tritio.

Sin embargo, con la bomba de fisión y con la de hidrógeno, no se ha agotado la materia. Fuera de la ya mencionada de nitrógeno, ya se menciona la bomba de cobalto. Es de tipo completamente distinto y se basa en una explosión que produciría sustancias fuertemente radiactivas, como por ejemplo cobalto isótopo 60, en cantidad tal, que grandes distritos quedarían cubiertos de esta sustancia mortal, convirtiendo toda una provincia en terreno inhabitable. Se habla también de emplear con igual fin, desechos resultantes hoy en grandes cantidades en pilas atómicas, reactores y plantas de energía atómica.

La energía atómica rápidamente cambiará el aspecto de guerras, en escala muchísimo mayor de que lo hizo la aviación. El bombardeo aéreo destruye detrás de las líneas de combate y deja al vencedor casi igualmente dañado que al vencido. Con las armas atómicas se podrá llegar hasta casi exterminación mutua, sin que nadie venza. La guerra conducida ad absurdum. ¿Quedará como substituto la "Guerra Fría"?

Novedades Técnicas

LA AMPOLLETA DE ALUMBRADO MAS GRANDE DEL MUNDO

La General Electric Co., acaba de perfeccionar una ampolla de luz eléctrica incandescente de 75.000 vatios —la más grande que se conoce hasta hoy— en conmemoración del 75.º aniversario de la mayor de las invenciones de Edison. El vidrio de la ampolla fué soplado por la Corning Glass Works. Esta ampolla produce 2 millones 400 mil lúmenes, a razón de 32 lúmenes por vatio; su filamento de tungsteno pesa 1,20 kilogramos, suficiente para fabricar filamentos para 67.500 ampollitas de 60 vatios cada una. Esa enorme ampolla tiene 1,22 m. de altura y 0,51 m. de diámetro, y se utilizará en exhibiciones especiales, convenciones y ferias, pero aún no se ha indicado si se lanzará al mercado comercialmente.

Química industrial

FIBRAS DE LINO Y YUTE

Por el Dr. Ernesto Rubens, Profesor de Química Industrial de la Universidad Técnica F. Santa María.

Después de una breve reseña histórica, la parte descriptiva de este artículo trata sobre las ventajas de las fibras de lino y yute para el uso diario y usos especiales, explicando detalladamente las ventajas de estas fibras para usos especiales como son el empleo en clima tropical y usos litúrgicos. Las fotos que acompañan el artículo se refieren especialmente a las fibras de yute; fueron tomadas con permiso del autor, Prof. Dr. Curt Hess, del libro escrito por él en alemán, titulado "Cellulose-Chemie".

Observaciones históricas.

EL lino (*linum usitatissimum*), materia prima de la industria del lino, fué probablemente la primera fibra vegetal que fué hilada, tejida o torcida en hilos o cuerdas. Su empleo es más antiguo que la época histórica del hombre, y el descubrimiento de sus calidades útiles y el secreto de su descortezamiento datan de los tiempos prehistóricos.

Podemos imaginar a Eva admirando las bellas plantas de lino con sus flores azules y echándolas a un charco cercano cuando se marchitan las flores. Luego el olor causa molestias y su Adán echa el lino odorífero al suelo. Con la acción del sol los tallos se ponen quebradizos. Los niños, jugando, los pisan, pulverizan los tallos y quedan a la vista las fibras. El viento lleva cenizas de un fuego de madera sobre las fibras y la lluvia completa el blanqueo, hasta que éstas toman un color blanco brillante. Un hombre de las cavernas las observa y maravillándose de su resistencia, tuerce las fibras y, sin saberlo, es el primer hilador. Es posible que el hombre primitivo haya descubierto el principio del tejido estudiando un nido de aves mientras que el primero que manufacturó una malla fué inspirado por una telaraña. Estos fueron probablemente los orígenes de la manufactura de lino que han sido transmitidos de generación a generación durante casi cien siglos. No se duda que el lino ha sido empleado extensamente por el hombre en los tiempos prehistóricos, pues se han encontrado fibras de lino en Suiza que los expertos aseguran fueron dejadas ahí desde hace unos diez mil años por sus antiguos hiladores, los hombres neolíticos de los lagos.

El lino ocupa un lugar permanente y de privilegio entre los textiles, debido a las características únicas de sus fibras. El algodón, su rival más importante perece con el tiempo, pero el lino no es perecedero, salvo por el fuego o ácidos. La resistencia del lino ya tenía fama en el tiempo de Jerjes, quien lo torció en la forma de una sogá para construir un puente sobre el Helesponto. La Biblia contiene un tesoro de conocimientos referente al lino, y en ella hay pruebas de las manufacturas de lino de los Egipcios y Judíos.

Durante muchos siglos el lino se consideró tal altamente en Egipto, cuna de la industria, que solamente a los Faraones y a los sacerdotes se permitía llevar ropa de lino, los demás tenían que renunciar a su confort y frescura bajo pena de muerte. Al embalsamar los cuerpos de los muertos de la nobleza, los Egipcios los envolvían en paño de lino, empleando en ellos a veces hasta casi trescientos metros. Los arqueólogos modernos han encontrado estas envolturas de lino intactas a pesar de sus muchos siglos. Todavía está en condiciones excelentes, tal es la estabilidad y resistencia del lino. César implantó en Roma la moda de usarlo al llevar vestimentas de lino. Los patriarcas tenían el lino con las materias de tinte purpúreas de Tiro, y lo colgaban de sus paredes como decoración. Así que "púrpura y lino fino" comenzó a ser el símbolo de la aristocracia. El candidato para el papado tuvo que estar de pie frente a la muchedumbre llevando una toga de lino blanco. Esto dió origen al término "echando barro", pues el lino sucio prohibía la elección para el Senado Romano y el acceso al que lo llevaba. Philo, quien vivía en Alejandría hace muchos siglos, escribió la primera propaganda para lino, como sigue: "Lino es el símbolo de pureza, firmeza, incorrupción y esplendor; muy difícil de romper, hecho de nada perecedero".

“quiero más brillo y se asemeja más a la luz por más que se lava”. Shakespeare escribió: “En su trama hay magia”, no obstante el lino de su tiempo era de una textura gruesa y rara vez tenía un ancho mayor de 30 centímetros.

El término “lino” no fué empleado hasta que el género había llegado a un alto grado de perfeccionamiento, y se deriva de la palabra céltica “lin”. Se cree que los Fenicios fomentaron la producción y manufactura de lino en Irlanda, pero no fué hasta el siglo XVII que se inició la verdadera fundación de la industria irlandesa del lino. Desde entonces ha prosperado, debido en gran parte a la destreza inherente de la población del norte de Irlanda, condiciones climáticas ideales para la fabricación del lino y disponerse de agua pura abundante para el blanqueo. Aunque el norte de Irlanda es casi sinónimo de lino y la ciudad de Belfast es el centro de fabricación de lino más importante del mundo, Escocia también tiene una industria importante de lino, especialmente en la fabricación de los géneros más pesados.

Versatilidad y Cualidades del Lino.

Muy pocas personas aprecian la versatilidad del lino, el aristócrata de las fibras largas vegetales, pues se fabrica un surtido extraordinariamente extenso de géneros e hilos de esta fibra. Los géneros abarcan desde los brines pesados, para trajes de hombres en climas calurosos, hasta los linos finísimos para pañuelos y ropa interior de damas, tweeds de lino y otros géneros de lino para ropa y accesorios de diseños novedosos. Lona de lino es la tela perfecta para carpas, velas de buques, toldos y otras aplicaciones en que se requiere una gran resistencia y larga duración. Las resistencias comparativas de urdimbre y trama de lonas para carpas de lino y algodón son de 491 libras y 359,1 libras respectivamente, y se han obtenido resultados aún mejores con el lino. Las telas de lino resisten intemperie, viento, calor, frío, nieve, lluvia, sol, humedad o sequía en una forma no igualada por ninguna otra tela.

Actualmente se fabrican hilos de lino para propósitos tan diversos como sastrería, camisería, mercería, calcetería, encajes, bordado, zapatería, bolsas, talabartería, tapicería, alfombras, encuadernación de libros, cuerdas para equipos de telares, cuerdas para globos, cuerdas para paracaídas, cordel de pescar, redes para pescar y para deportes, cintas y mechas, etc. La industria eléctrica emplea cuerdas de lino; la aplicación más extensa de los hilos más gruesos es para atar los arrollamientos conductores en motores, transformadores y turbo-generadores eléctricos. Los hilos más finos se emplean para atar los bloques de soporte a las bobinas.



Figura 1

Trimetilcelulosa cristalizada.
(Rombos)
(Según Kurt Hess)



Figura 2

A la izquierda abajo (en “a”) se ven las formas cristalinas meta-estables que son agujeros largos. En “b” se observa un agregado de agujas a punto de cambiar su forma cristalina. El punto final del cambio se observa en la figura 1.

En la ciudad de Guadamar, en la costa de Alicante, España, se erigió una mampara de lino alrededor de la ciudad en la lucha contra la acción de las dunas de arena que amenazaban sepultar a la ciudad. En esa costa hay enormes dunas, y durante muchos años el viento había llevado la arena tierra adentro, hasta que, al principio del siglo actual la mitad de Guadamar quedó parcialmente enterrada. Casas, jardines y huertos quedaban cubiertos por la arena, hasta que los ciudadanos, ayudados por el Gobierno resolvieron luchar contra el invasor. Se erigió la mampara de lino, especialmente tratado, en todo el largo de la costa frente a la ciudad. La arena entre la mampara y la ciudad fué retirada, y el lugar de un desierto se transformó en un lindo parque, porque en venticinco años cambió completamente el aspecto de ese terreno estéril plantándole bosques de pinos, olivares y otros árboles. Se construyó caminos, se limpió la ciudad de arena y los cultivos de aceitunas e higos prosperaron.

Hace algunos años los que hacían libros compraban papel hecho de trapos de lino, este papel era tan fino que 2.400 hojas tenían un espesor de solamente una pulgada, pero actualmente los trapos de lino son tan escasos que quizás se encontrará hoy este papel en el catálogo de un joyero acaudalado, pero es dudoso que se lo encuentre en otro lugar. El papel de la India, de un contenido de solamente 40% de lino, permite 1.800 hojas en una pulgada de grueso. Los billetes del Banco de Inglaterra contienen un alto porcentaje de lino para poder resistir el manipuleo continuo que reciben.

A veces los fabricantes de lino de Ulster tienen que realizar tareas difíciles, como cuando hace unos años el "Códice Sinaiticus" fué adquirido para la nación británica, se decidió encuadernar de nuevo este manuscrito valioso con lino irlandés. Los expertos del Museo Británico estipularon que el género a emplearse en la encuadernación "no debe estar en contacto con productos químicos en ninguna etapa de su fabricación", y para cumplir con esta exigencia, el lino tuvo que ser blanqueado sobre césped durante varios meses. Aún así, era necesario tener un cuidado especial para no dejar la tela sobre el césped cuando la temperatura era demasiado baja o el sol demasiado fuerte. El blanqueado por sol de ciertos géneros pesados de lino nunca pudo ser reemplazado por procedimientos químicos.

Ningún otro distrito de la industria moderna del lino puede igualar la longevidad de las firmas fabricantes de Ulster, muchas de las cuales fueron fundadas hace mucho más que un siglo, y casi invariablemente empezaron en una forma muy humilde. Una de estas firmas empezó a producir lino hace más de 200 años, con una sola hiladora, un telar a mano y un barril de suero de leche y una hectárea de césped para blanquear como todo su capital. La madre de familia hiló la fibra, el padre la tejió y los hijos hacían el blanqueo. Producían un género excelente, de que sus herederos guardan muestras todavía, como un tesoro.

Resistencia, duración y frescura del lino.

El lino es más resistente que el rayón, es más resistente que la lana y tiene casi tres veces la resistencia del algodón. Se ha dicho que la diferencia entre lino y algodón es más o menos igual a la entre un reloj de oro y uno de plata. El costo de adquisición del género de lino es, sin duda, más elevado que el de muchos otros géneros. No obstante, a la larga resulta más económico porque tiene mayor duración. Un vestido o traje de lino de buena calidad se puede llevar durante muchas temporadas, y aún mejora su apariencia con el uso y el lavado. La mantelería de lino frecuentemente se usa durante varias generaciones, los hijos la reciben como herencia de sus padres. Hace poco tiempo, un lavadero mecánico recibió para lavar tres sábanas de lino irlandés; la más nueva de las tres tenía una edad de 128 años, pues la fecha de fabricación, tejida en el género era 1813, y las otras dos habían sido fabricadas en el año 1750, todas las cuales estaban casi tan perfectas como en el momento en que habían salido del telar a mano. Esos géneros veteranos habían sobrevivido a los tiempos antiguos en que se lavaban los artículos domésticos cada tres meses y por ese motivo cada familia tenía doce docenas de cada artículo de mantelería. El número actual de veces que se puede utilizar la mantelería de lino se aumenta mediante un lavado cuidadoso, buen secado y un período de reposo. Posiblemente una parte de esta mayor duración se debe a que, cuando no hay tanto apuro para devolver el artículo a su uso, recibe un lavado más cuidadoso y en parte, quizás, a que con una existencia amplia se la cambia más frecuentemente, y, por consiguiente, resulta más fácil lavarlo. Se constató últimamente en el Instituto Textil de Gran Bretaña, que la cooperación entre las asociaciones de investigación sobre el lino y la del lavado ha motivado un aumento de 25% en la duración de los géneros de lino cuando son frecuentemente lavados. El lino cuando está mojado, indica un

umento en la resistencia de 25%, comparado con 5% para algodón. No se debe olvidar que el lino es el único género natural que ha llegado a nosotros, los modernos, desde hace miles de años, que, cuando se lo ve en museos está tan bueno como cuando se lo colocaba en las tumbas antiguas egipcias. Actualmente se emplea el lino en la construcción de aeroplanos, en que se requiere una super-resistencia combinada con poco peso. En fin, sus grandes cualidades no sólo hacen del lino un género especial para vestidos, mantelería, etc., sino lo hacen elegir unánimemente para cualquier propósito que requiera alta resistencia y gran duración. El lino refleja el calor del sol y conduce el calor del cuerpo. La ciencia ha comprobado que usando telas de lino el hombre se siente más fresco y comfortable en un clima caluroso que usando vestimenta de otra tela.

Una especialidad es la ropa interior de malla de lino, que posee todas las condiciones de fabricación requeridas para ropa interior, además de las propiedades higiénicas y otras ventajas propias de la fibra de lino. Debido a su fabricación especial, este género almacena un gran volumen de aire que actúa como un aislante térmico, evitando así mucha pérdida de calor del cuerpo. Debido al gran poder absorbente del lino combinado con la rapidez con que se seca, el cuerpo se mantiene limpio y seco, evitando así resfríos repentinos. Esta malla de lino puede ser hervida, asegurando así el máximo de limpieza y esterilización; además este género retiene su porosidad original. La suavidad de la fibra de lino constituye otra ventaja para un cutis sensible y delicado.

El lino absorbe rápidamente la humedad. En realidad, una de las maneras comúnmente empleadas para identificar géneros de lino es dejarle caer una gota de agua y anotar la rapidez con que es absorbida por la fibra. El lino se seca más rápidamente que cualquier otro material textil natural, así que no debemos sorprendernos que siempre ha sido el género favorito para toallas y pañuelos. La combinación ideal de alto poder absorbente y fácil evaporación explica también por qué el lino ha sido siempre preferido para ropa de verano y para uso en países tropicales.

Como los tallos del lino son largos y delgados y sus fibras también son largas y ténues, el lino no tiene pelusa. La ausencia de fibras cortas hace imposible la formación de pelusa, pues en esta tela no hay múltiples extremos para aflojarse. Es por eso que las dueñas de casa prefieren paños de lino para mantener su porcelana y cristalería brillante y libre de pelusa. El lino es la fibra vegetal más higiénica, pues, desde el punto de vista de un microbio le ofrece muy pocas perspectivas de vida. El género de lino tiene la ventaja sobre



Figura 3

Destapado de las fibras cristalinas del yute según Hess y Schultze por formación parcial de grupos acetílicos. (En los puntos indicados con cruces se observa que los cristales se encuentran claramente paralelos en dirección del eje de la fibra).

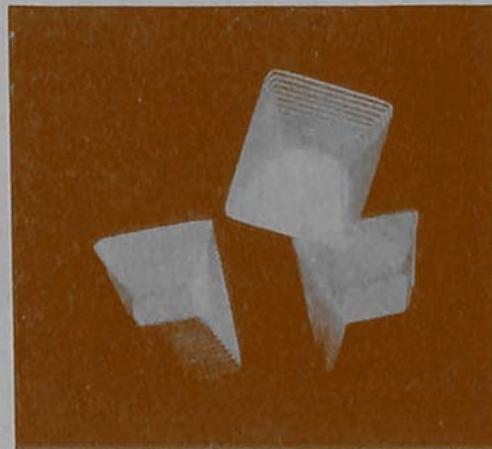


Figura 4

Triacetilcelulosa cristalizada.

Fotografía en luz polarizada.

Probablemente se trata de un sistema de cristales rómbicos.

(Según K. Hess).

otros géneros de que puede ser hervido sin riesgo, pudiendo así esterilizarlo. El lino está tan estrechamente asociado con la limpieza que los vendajes quirúrgicos y los guardapolvos de lino para médicos y dentistas constituyen virtualmente el equipo normal de esas profesiones.

A las polillas les agrada el lino tan poco como a los microbios, por eso puede ser almacenado durante mucho tiempo sin la necesidad de preocuparse por medidas preventivas contra la polilla. El lino responde en forma mucho más agradable que cualquier otro género al lavado ordinario, razonablemente cuidadoso. No hay pocos géneros que después de haber sido lavados y planchados son tan vistosos como el lino. Aún después de muchos años de uso y lavados repetidos el lino no pierde su cuerpo y frescura, sus buenas cualidades inherentes se mantienen durante largo tiempo y uso constante.

Adelantos en la técnica de fabricación de lino.

Algunas personas creen que el arte de fabricación del lino ha desafiado la revolución industrial y que todavía estas telas están hechas en telares a mano y luego blanqueadas sobre césped asoleado. Apoyan estas ideas erróneas, en los precios más elevados de las telas de lino cuando son comparadas con algunos géneros rivales, y acusan a los fabricantes de tejidos de lino de conservatismo. Los que dicen que los fabricantes de tejidos de lino están quedando atrás en la mecanización de la industria, pasan por alto el hecho de que el algodón, rayón y otras fibras rivales se adaptan más a la elaboración completamente automática a altas velocidades.

El algodón, por ejemplo, es suave y flexible, siendo fácil su manipuleo; tiene elasticidad, lo que le proporciona una resistencia a tensiones y le permite adaptarse a imperfecciones en los procedimientos. El hilo de lino, al contrario, es duro, tieso y difícil de manipular, teniendo tan poca elasticidad que no resiste un tirón brusco. Si está "algodonizado" o tratado químicamente de otra manera para acelerar su elaboración, pierde cualidades inherentes y características.

No obstante, dentro de estas limitaciones, se ha efectuado mucho para mantener al día el arte de fabricar telas de lino, desde la siembra de la semilla hasta coser el último punto en el artículo terminado.

Durante los últimos 25 años los hombres de ciencia han logrado muchos éxitos criando variedades de lino que no solamente han mejorado la calidad y la cantidad de la cosecha, sino han producido semillas de una germinación comprobada. Aunque es posible cultivar el lino en muchos climas y tierras, el mejor lino crece en un clima templado, tierra de margen seca y terreno llano con abundancia de agua fresca y dulce. No obstante que el cultivo de lino del tipo linaza no presenta ninguna dificultad en los países de Sud América y de América Central, generalmente es de un tipo demasiado grueso para la elaboración de hilo de lino de buena calidad. Resulta posible cultivar una sola cosecha de lino para fibra en el mismo terreno cada siete años, pues se debe engordar la tierra durante seis años anteriores para que tenga el grado de fertilidad necesario para producir una buena cosecha. No debemos sorprendernos entonces que el lino siempre haya sido apreciado durante miles de años, pues del mismo terreno, en un siglo y en tres generaciones es sólo posible producir catorce cosechas.

La elaboración se está mecanizando rápidamente. La práctica antigua requirió entre 40 y 50 manipuleos durante los procedimientos de convertir la cosecha en fibra, estopa y semilla. El enriado en ríos, represas o por el rocío se está reemplazando rápidamente por tanques enriadores patentados al agua caliente y se están investigando procedimientos químicos. Anteriormente, la industria británica de lino importaba aproximadamente el 90% del lino que empleaba, pero últimamente se ha formentado el cultivo de lino en Gran Bretaña y se han construido fábricas modernas para la elaboración del lino. Se produce mucha semilla de lino y cierta cantidad de fibras de lino en Canadá, Australia, Nueva Zelandia y Kenya. Los métodos de descortezamiento han sido revolucionados durante los últimos cinco años. Actualmente se puede extraer la fibra durante todo el año por un procedimiento completamente mecánico y, si así es necesario, durante todas las 24 horas del día. Hoy en día la fibra puede ser estirada por una máquina tan rápidamente como puede caminar un caballo.

En las hilanderías, fábricas de tejer y en el blanqueado la modernización no ha sido tan notable, pero ha habido un perfeccionamiento paulatino en el diseño de la maquinaria más bien que cambios revolucionarios. El sistema actual de hilar el lino se ha evolucionado

Como el resultado de la experiencia de generaciones de hiladores. Las estadísticas de las oficinas de patentes, especialmente las de la última década constituyen un testimonio elocuente de la energía, espíritu de iniciativa e ingenio mecánico de la industria hiladora de lino, respaldado por el ingenio de los más famosos fabricantes de maquinaria del mundo entero. Que es mucho más difícil hilar lino que algodón, se comprueba por el hecho de que cuesta entre 4 y 5 veces más equipar una hilandería de lino que una de algodón de la misma capacidad. El telar mecánico ha reemplazado al telar a mano, pero el arte manual existe todavía en algunos distritos. Algunos compradores ricos prefieren todavía el artículo hecho a mano en la creencia que es superior al artículo fabricado a máquina. Para repudiar esta creencia se han fabricado algunos cortes de lino que fueron empujados a mano y terminados en la máquina y fué casi imposible indicar dónde terminó el nombre y dónde empezó la máquina. O el telar mecánico ha alcanzado la perfección o la tarea de mejorarlo será muy difícil, pues hasta ahora, operado por un tejedor hábil con la ayuda de un tendedor eficaz, es una máquina que fabrica género excelente a un costo menor que cualquier otro método hasta ahora conocido. Es posible que eventualmente el telar automático reemplazará al telar normal para la fabricación en gran escala de géneros sencillos, pero no hay duda que el telar normal mantendrá su posición durante muchos años todavía para el tejido de los géneros de mejor calidad y diseños más complicados, los que generalmente no son muy largos. Las normas de calidad para géneros de lino son muy exigentes, pues los compradores exigen géneros sin fallas.

La industria del lino se resiste a adoptar el telar automático hasta que se compruebe que tiene grandes ventajas sobre el telar normal, y probablemente éste será reemplazado más paulatinamente que el telar a mano. Como este último se usa todavía para ciertos propósitos, estimamos que también el telar normal mecánico perdurará para géneros especiales. El telar Jacquard, que se emplea para el damasco de lino, es la máquina tejedora más complicada y más costosa de todas. Generaciones de expertos técnicos han pasado sus vidas estudiando y perfeccionando esta máquina y continuamente se la mejora. Para cada diseño nuevo de género es necesario estampar centenares de cargas y a veces un fabricante gasta miles de dólares en la producción de un solo diseño nuevo.

Blanqueado y teñido.

El agua y clima de Irlanda, Escocia y Alemania resultan ideales para el blanqueado y el teñido y sus equipos mecánicos, como así también los métodos empleados por las fábricas principales, no tienen rivales. Durante los últimos 30 años se han obtenido muchos

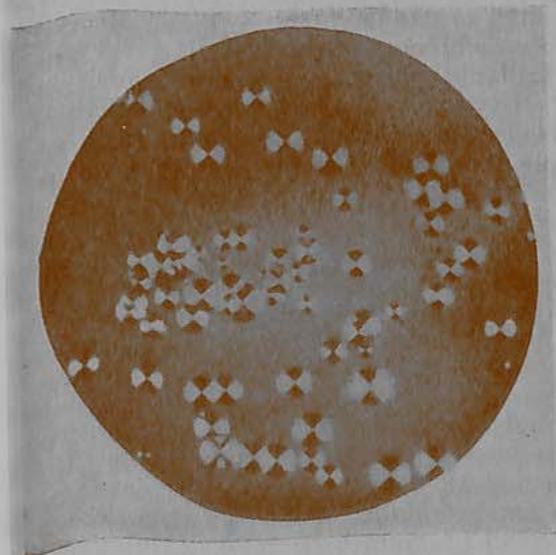


Figura 5

Trimetilcelulosa cristalizada, según Hess y Pichlmayr.



Figura 6

idem.
(Agujeros dispuestos en forma de flores de hielo).

perfeccionamientos en el blanqueado, teñido y procedimientos de elaboración de los hilos y géneros de lino. Hasta que se perfeccionó un procedimiento seguro de teñir géneros por pieza en un tanque, el fabricante de lino era en contra del teñido de lino. Pensó y con razón, que no era justo rebajar la alta calidad de su producto con colores que no eran más que manchas. Pero el empleo de materias de tinte, para teñir en tanque, con una larga permanencia, resulta muy distinto y actualmente los fabricantes ofrecen un surtido grande de género de lino teñido con materias de tinte de completa firmeza contra la luz solar.

Se producen continuamente aplicaciones novedosas de color al lino que resultan de un atractivo especial para las señoras. Las materias de tinte empleadas actualmente penetran hasta el centro mismo de la fibra, y la pelusa o los puntitos blancos son actualmente cosas del pasado. El lino se puede teñir o en el hilo o en el género tejido; por lo general se hace el teñido del hilo únicamente cuando se desea tejer género con dibujo, con rayas, etc. que requiere el empleo de hilos de varios colores. Los damascos de color, tejidos con dos o más colores, algunos con diseños de tapizado complicados, otros con distintos colores en la urdimbre y la trama, emplean con muy buen resultado los hilos teñidos previamente.

Acabado.

El procedimiento del bataneo del lino que le da al género un acabado que no es posible obtener con el cilindrado únicamente, ha sido acelerado por medio del batán "Haughton", un invento irlandés; esta máquina está equipada con martillos de acero con dos caras que golpean cada vara en forma alternada y sucesiva, a una velocidad de hasta 120 golpes por minuto. Hasta ahora, una de las mayores dificultades en el blanqueado del lino ha sido la de eliminar su "espíritu" sin blanquear demasiado el resto del género. El método nuevo, perfeccionado en Irlanda, consiste en un tratamiento preliminar de las fibras que ataca la materia leñosa pero no daña la fibra. Como resultado de este tratamiento, se puede efectuar el blanqueado aún más suavemente que antes, mejorando así la resistencia del género. Hasta hace poco no había ningún método preciso para ensayar los efectos del blanqueado sobre el género, pero hoy en día hay tal ensayo. Se designa con el nombre de "ensayo de solubilidad"; consiste en un método de medir la calidad del género por la cantidad de fibras rotas. Un número alto significa que el género ha sido debilitado por un blanqueado defectuoso. Un número bajo de solubilidad indica un buen blanqueado. Antes se consideraba un número 8 como índice bueno pero actualmente, se lo ha bajado a 4. Muchos de los secretos del blanqueado de lino se transmiten de padre a hijo y el manejo es tan difícil que un blanqueador especializado en géneros finos no puede competir con otro especializado en géneros pesados y viceversa. Lo mismo es verdad del hilado y tejido, Alemania está en la vanguardia en lo que se refiere a los métodos de blanquear el hilo de lino, tal como el blanqueado con peróxido, que produce un blanco brillante y duradero en muy poco tiempo sin dañar la fibra. Se produce también en Alemania género ya encogido (Sanforizado o Rigmel), inarrugable, resistente a las manchas, impermeabilizado, y muchos otros acabados especiales. Antes una desventaja del género de lino era que se arrugaba fácilmente, pero actualmente hay disponibles géneros de lino que resisten las arrugas y recuperan su forma en una manera similar a los de lana y seda. Estos géneros acabados por un procedimiento científico, no resultan completamente inarrugables, pues en este caso no podrían ser plegados ni planchados, y parecerían más pedazos de goma que géneros. Para este acabado se usa resina sintética, que además de la resistencia a las arrugas le da al género mayor peso y mejor caída, asegurando al mismo tiempo facilidad para el lavado y limpieza en seco.

El método antiguo de hacer los géneros de lino resistentes a la arrugación consistía en una mercerización. Este es un procedimiento químico que imparte al lino un lustre sedoso y se considera todavía muy satisfactorio para ciertos tipos de linos para vestidos. Muchos géneros de lino, de un tejido abierto, son naturalmente resistentes a las arrugas, debido a su forma de tejido. Cuando el hilo de lino ha sido enrollado en forma de espiral alrededor de un cilindro, la espiral resultante, como un resorte de reloj, disminuye la propensión de arrugar. Es fácil determinar las propiedades de resistencia a las arrugas de cualquier género de lino apretándolo en la mano y observando el grado de su recuperación. Los géneros de lino para vestidos que han sido tratados químicamente para hacerlos resistentes a la arrugación, después de mucho uso recuperan su forma colgándolos en un gancho para ropa.

Estampado.

Por el estampado a máquina se pueden obtener muchos efectos y diseños, combinando varios colores. El estampado a máquina, siendo rotativo, necesita la repetición del diseño a lo largo del género; se emplea un rodillo distinto para cada color. También se hace el estampado a mano con bloques de madera, empleando un bloque para cada color y un detalle del diseño. Estos bloques están enclavado entre sí y aplicados separadamente al género, debiendo tener mucho cuidado para que cada uno haga su impresión justa en la posición que le corresponde.

Este método es lento y sólo se lo emplea cuando se quiere estampar largos cortes de género. El lino, siendo un género duradero y de una textura fina y suave es muy apropiado para el estampado a mano con bloques, y se justifica el costo del procedimiento por el gran valor de la tela. El estampado por pantalla es un método de estampar por la aplicación de color a través de un diseño sobre una pantalla de seda que se sujeta a un marco del mismo ancho del género y tan largo como el diseño. Toda la seda, salvo la parte del diseño, tiene su malla tapada con pintura. El lino se estira, se coloca la pantalla encima y el color se aplica con pincel, y así sucesivamente con otras pantallas para los distintos colores del diseño. Este método de estampar se emplea para pequeñas cantidades de género únicamente y, como es un procedimiento manual, proporciona más individualidad al género. Es, naturalmente, más costoso que el estampado a máquina.

Linos para Liturgia.

Por varios siglos el lino ha sido el género eclesiástico más favorecido para vestimentas, fajetas acólitos, el amito y el alba (piezas oblongas de lino usadas por los celebrantes en misa y otros actos religiosos) y la sabanilla. Sabanilla es un término que puede ser aplicado distintamente al cubrimiento de lino del altar y de los colgantes bordados que son suspendidos sobre el frente o detrás de éste. Todo altar católico debe ser cubierto con tres mandiles de lino. También según la liturgia deben ser de hilo; el corporal: tela cuadrada de hilo que sirve para deponer la hostia durante la misa. La palia: tela cuadrada de hilo siendo más fina que el corporal sirve para cubrir directamente el cáliz después de la consagración. El purificador le sirve al sacerdote para purificar la palia y enjuagar sus labios después de servir la preciosa sangre. Antiguamente estas clases de lino siempre se fabricaban en Europa Continental. Un acto litúrgico interesante de la Coronación de los Papas es la ceremonia de la quema de estopa de lino en un brasero de plata para simbolizar la gloria transitoria de las cosas temporales.

Recientemente el Arzobispo de Milán y Turín expidió un edicto según el cual la seda artificial es inapropiada para usos litúrgicos y que sólo el lino y la seda pura podían ser empleados para este propósito. La declaración indicó que como seda artificial es una fibra sintética producida por el hombre, resulta por esta razón inapropiada para las vestimentas eclesiásticas.

Yute: La Fibra más Adaptable.

Parece extraordinario que la industria del yute, que ahora ocupa el segundo lugar después de la del algodón como materia prima para la industria, no existía prácticamente hace un siglo.

La primera mención oficial del término "yute" fué registrada por la Aduana de la India en el año 1828, en cuyas estadísticas consta que 18 toneladas de yute fueron enviadas a Europa. Se sabe que muestras de yute ya habían llegado a Escocia seis años antes, pero éstas atrayeron muy poca atención aunque en Escocia poseían todo lo necesario para bajar esta fibra. Hiladores escoceses experimentaron con yute desde 1825 en adelante, pero la estructura física de la fibra no fué comprendida y la maquinaria usada resultaba mal adaptada a las peculiaridades del yute.

El progreso fué lento porque todos los fabricantes trataron al principio de trabajar el yute con maquinaria para el lino, sin modificación alguna. A pesar de esto la adaptabilidad de la fibra no tardó en mostrarse y su valor estimuló a los fabricantes a realizar mayores esfuerzos y en 1838 los hiladores de Dundee (Escocia), después de adaptar sus máquinas y lubricar la fibra con aceite de ballena, consiguieron producir hilos de yute satisfactorios.

El prejuicio que casi siempre existe contra un material nuevo y aún no ensayado se presentó también durante los primeros tiempos de la industria de yute, y muchos contratos para hilos de lino y cáñamo contenían la cláusula "garantizado libre de yute de la India". Es muy interesante que ni en el censo ni en las estadísticas de las fábricas británicas de 1841 y 1951 se encuentra referencia alguna a la industria escocesa del yute. Esto se debe a la práctica misma de los fabricantes quienes utilizando yute o no, llamáronse hiladores de lino. El término "yute" apareció por vez primera en el censo de Dundee en el año 1862. En muchas fábricas se hilaba tanto el lino como el yute, y la conversión de una fábrica de lino en una fábrica de yute se realizó por un procedimiento gradual, no encontrándose ningún indicio de esta evolución, en las estadísticas oficiales. Unos 20 años después de que los primeros hilos escoceses de yute fueron puestos en el mercado, los hiladores y tejedores de Dundee cambiaron de lino y estopa a la fabricación de yute, que les resultaba más provechosa.

En 1855 George Ackland construyó una fábrica en Rishra y en la India nació la gran industria, pues de este comienzo tan modesto con una producción de solamente unas pocas toneladas por semana, la India posee actualmente más de 60 fábricas de yute con más de un millón de husos de yute y unos 60.000 telares.

El cultivo de yute está virtualmente limitado a la India que debe su posición predominante a las condiciones únicas de una población muy densa, tierra de una fertilidad excepcional y abundancia de lluvia en el período apropiado. En tiempos normales la India produce anualmente más de 2 millones de toneladas de yute en bruto, principalmente en la provincia de Bengal; el 53% del mismo es retenido en la India, el 47% restante se exporta en estado bruto.

La industria escocesa de yute ha hecho progresos considerables desde esos tempranos días cuando estaba incorporada a la industria escocesa de lino. Hoy, desde hace algunos años, el yute más fino del mundo se fabrica en Dundee y sus alrededores. Yute es la más barata y adaptable de todas las fibras largas vegetales comercialmente establecidas. Sus productos son mucho más numerosos que lo que generalmente se supone y detallarlos llenaría casi un libro. Las aplicaciones más importantes son: alpargatas, toldos, arpillera, trenzado para cables, núcleos para cables, envolturas para cables, cañamazos, alfombras, felpudos, encordado para coser alfombras, trapos de piso, lonas protectoras para usos de la agricultura, horticultura y arboricultura, sogas, empaquetaduras, mallas, forros para linóleo, hule, materiales para pavimentos de hormigón, suelas de zapatos, y un sin fin de otros artículos. En fin, en su forma más común, el yute puede ser llamado el artículo más necesario en el mundo para el transporte, pues se usa para cubrir, contener y transportar casi todos los artículos. Un producto importante es el forro para linóleo. Este artículo forma la base sobre la cual fabricantes construyen recubrimientos para pisos de todas clases, y está, generalmente tejido sobre telares muy anchos por expertos tejedores. Además se producen mercaderías como cinchas para cabalgaduras y envolturas para cables y tubos.

El yute es también la base sobre la cual se fabrica recubrimientos impermeables para techos y telas para interponer en hiladas contra la humedad, y es usado para ligar o reforzar estructuras de hormigón de muchas clases, paredes, techos, cielos rasos, y hasta edificios completos que son construídos con una capa de yute como refuerzo. Se le usa también como una liga en la construcción de caminos, donde se ha comprobado que ha aumentado la calidad de la superficie y la duración del camino.

El hilo simple de yute, por medio de varios procedimientos, se fabrica en cordón y soga que se producen en grandes cantidades y mediante algunos procedimientos preparatorios el producto en bruto se usa como empaquetaduras protectoras o aislantes en la industria eléctrica y de muebles. El hilo trenzado es muy empleado para suelas de zapatillas.

La industria del yute, como resultado de un siglo de experiencia, tiene una estructura compleja que le permite producir una enorme variedad de artículos especializados confeccionado en yute hilado y tejido. El genio de sus ingenieros textiles, la destreza y habilidad inventiva de sus tejedores y fabricantes, la experiencia de sus operarios, la contribución de generaciones de empleados en las industrias de tejido e hilado, se han combinado para conseguir el éxito obtenido a pesar de todos los obstáculos.

Rogamos a los escritores, instituciones y particulares que simpatizan con la alta misión educativa de la Universidad Técnica "Federico Santa María", se sirvan cooperar con el envío de sus producciones literarias. Les serán agradecidas debidamente sus valiosas colaboraciones.

Termología

CONSIDERACIONES SOBRE GASES EN MOVIMIENTO A LO LARGO DE CONDUCTOS DE SECCION CONSTANTE CON ALCANCE AL "GOLPE DE COMPRESION"

Por Conrado Berkhoff C.
ESTUDIANTE 6.º AÑO ESCUELA DE INGENIERIA U. T. F. S. M.

El autor de este artículo comienza haciendo un estudio de los gases en movimiento a lo largo de conductos de sección constante. Observa el comportamiento de los diferentes valores de estado y la influencia que tiene en ellos el intercambio de calor con el exterior. Establece finalmente que a través de los principios deducidos se puede obtener una interpretación sencilla y objetiva del "golpe de compresión". Dadas las relaciones simples que rigen entre los valores de estado iniciales y finales, como también de los valores críticos que se cumplen efectivamente en los gases ideales, indica un método gráfico sencillo para su representación.

En primer lugar se considerarán algunos fenómenos fundamentales que son de importancia para el desarrollo del tema. Observemos entonces el flujo de un gas a lo largo de un conducto cualesquiera.

Un elemento de masa "dm", limitado por dos superficies muy cercanas, sufre la fuerza "fp" en dirección de la corriente y en la cara anterior una fuerza: f(p + dp). De esta manera tenemos una fuerza "-fdp" en dirección de la corriente. Si "dw" es el aumento de la velocidad entre las dos secciones tendremos entre ellas una aceleración de "dw/dt", resultando las siguientes ecuaciones:

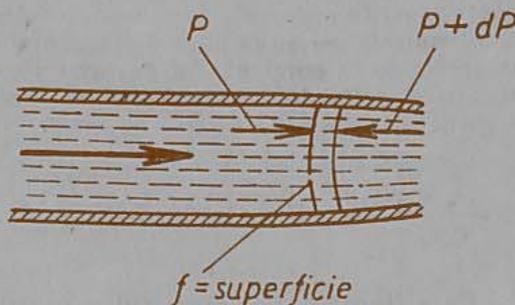


Figura 1

$$- fdp = dm \frac{dw}{dt} \text{ [kg]} \quad \text{Luego:} \quad dp = - \frac{\gamma ds}{g dt} dw \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right]$$

$$dm = \frac{f \cdot \gamma}{g} ds \left[\frac{\text{kg seg}^2}{\text{m}} \right] \quad dp = - \frac{\gamma}{g} w dw \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right]$$

Reemplazando:

$$w dw = \frac{d w^2}{2} \quad \gamma = \frac{1}{v}$$

Resulta finalmente:

$$- v dp = \frac{d w^2}{2 g} \left[\frac{\text{kgm}}{\text{kg}} \right] \dots \dots \dots 1$$

Es esta la ecuación para la transformación de la energía cinética en energía potencial. En esta ecuación "-vdp" es el trabajo técnico entregado al disminuir la presión en un "dp" y "d (w²/2g)" es el aumento de la energía cinética del gas debido a este trabajo técnico.

A continuación se analizarán el comportamiento de la presión, velocidad y sección en el caso que no haya transferencia de calor.

Para obtener una relación entre la velocidad inicial y final basta integrar la relación fundamental:

$$-\int_{P_0}^P v dp = \frac{w^2}{2g} - \frac{w_0^2}{2g} \left[\frac{\text{kgm}}{\text{kg}} \right]$$

Un flujo gaseoso cumple además con la condición de continuidad:

$$\frac{f_0 \cdot w_0}{v_0} = \frac{f \cdot w}{v} \quad [—]$$

Los valores con el subíndice “o” corresponden al estado inicial.

De la condición de continuidad se puede obtener la siguiente expresión para la sección final:

$$f = f_0 \frac{w_0 v}{w v_0} \quad [\text{m}^2]$$

De las últimas expresiones se pueden obtener importantes conclusiones. Se observará el comportamiento de los diversos factores que intervienen en el caso de un proceso adiabático. Con presión decreciente en dirección del flujo tiene que aumentar, según la ecuación de las energías ($-v dp = dw^2/2g$), la velocidad w . Por lo tanto es w_0/w menor que 1. Pero el volumen específico aumenta por ser la curva de proceso una adiabate. Según lo anteriormente expuesto tenemos que puede disminuir o aumentar la sección en dirección de la corriente al tratarse de un proceso a entropía constante. Esto depende de si el valor:

$$\frac{w_0 v}{w v_0} \quad \text{es menor o mayor que 1.}$$

Para líquidos incompresibles no sucedería esto, ya que v sería igual a v_0 , y tendría que haber una disminución de la sección con la disminución de la presión. Si se observa el gráfico “2” se ve que al principio la variación de volumen es pequeña y en consecuencia prevalece la influencia de w_0/w . Conclusión: al principio decrece la sección. En cambio al final son considerables las variaciones de volumen en comparación con las variaciones de presión,

o sea, aumenta la influencia de v/v_0 . Debido a esto aumenta nuevamente la sección. De lo anterior se puede observar que debe haber a lo largo del conducto una sección mínima.

Hasta ahora se han visto como introducción sólo casos sencillos de corrientes a lo largo de conductos, aún prescindiendo de condiciones de sección. A continuación se pasará al caso particular de conductos de sección constante.

A.—Estudio de flujos gaseosos con velocidades inferiores a la crítica.—En lo que se expone a continuación no se considerará el roce en los conductos, además se considerará a la capacidad calórica específica como constante con respecto a la temperatura. Los conductos considerados serán de sección constante, exigiendo entonces la continuidad del flujo:

$$Gv = wf \left[\frac{\text{m}^3}{\text{seg}} \right]$$

$$\lambda = \frac{G}{f} = \frac{w}{v} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{ seg}} \right] \dots \dots \dots 2$$

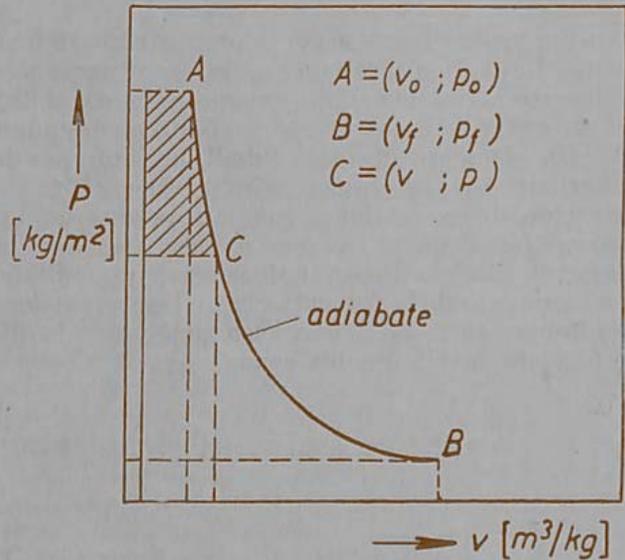


Figura 2

λ se puede definir como "densidad de flujo", pues es el caudal de peso por unidad de superficie en la sección del conducto. De las últimas expresiones se puede deducir que cualquier aumento de presión tendría como consecuencia una disminución de la velocidad y también del volumen específico ya que $\lambda = \text{constante}$. El caso opuesto se refiere a una disminución de la presión produciéndose los correspondientes aumentos de velocidad y volumen específico. La causa que puede originar la caída de presión en un conducto de sección constante es, según lo anterior, la entrega de calor, pues esta entrega de calor tiene por consecuencia un aumento del volumen específico, lo que equivale a un aumento de la velocidad.

Si en la ecuación fundamental para la transformación de la energía potencial en energía cinética:

$$-vdp = dw^2/2g \left[\frac{\text{kg m}}{\text{kg}} \right]$$

se reemplaza la velocidad "w" que se obtiene de la ecuación N.º 2 tendremos:

$$-vdp = d \frac{\lambda^2 v^2}{2g} \left[\frac{\text{kg m}}{\text{kg}} \right]$$

Derivando y transformando resulta finalmente:

$$-\frac{dp}{dv} = \frac{\lambda^2}{g} \left[\frac{\text{kg}^2}{\text{m}^5} \right] \dots\dots\dots 3$$

Esta expresión se puede representar mediante una recta en el diagrama P sobre v. En consecuencia, si a un gas que fluye por un conducto de sección constante se le entrega calor cambia su estado, según la ecuación N.º 3, a lo largo de la recta de inclinación λ^2/g que pasa por el punto 1. Los valores de estado iniciales son p_1, T_1 y v_1 a los que corresponde la velocidad del gas w_1 (Punto 1 en la figura N.º 3).

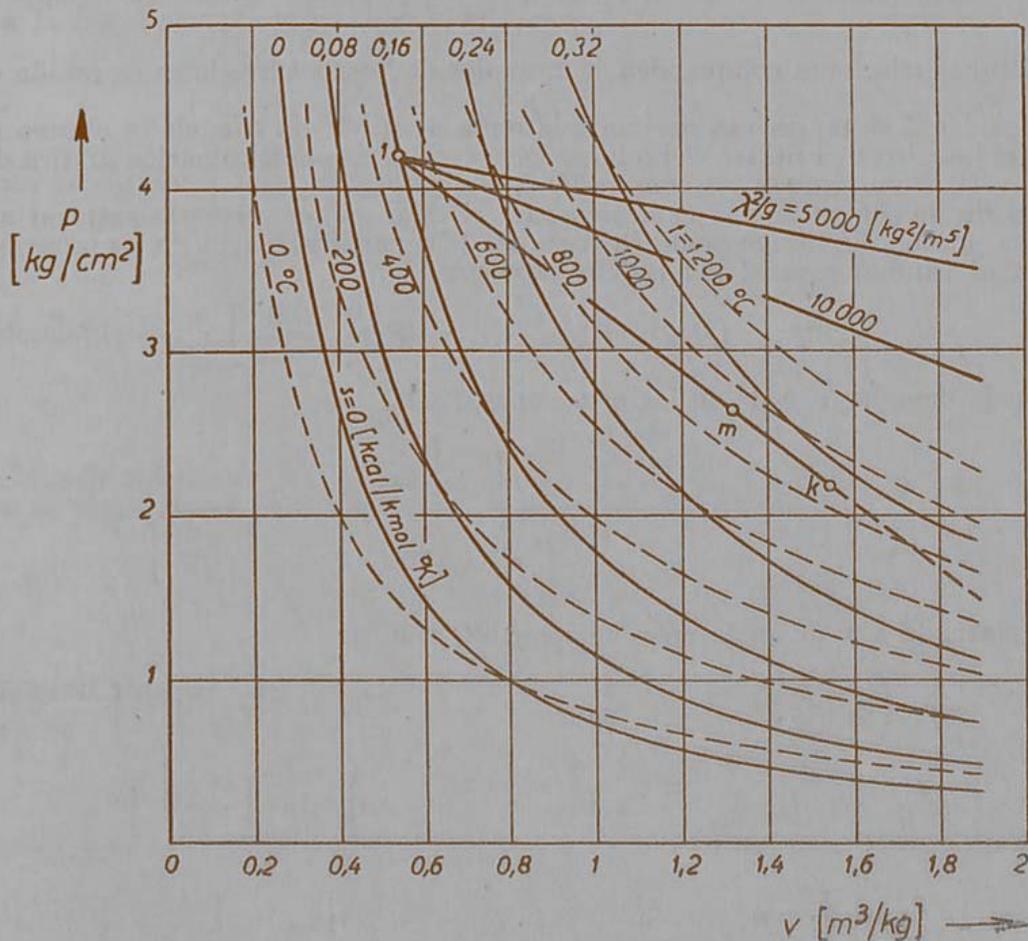


Figura 3

El comportamiento de los demás valores de estado a lo largo de las rectas de calentamiento se obtiene por integración de la ecuación N.º 3 y transformaciones posteriores a base de la ecuación de estado para el gas perfecto.

Si se separan variables e integrando a continuación, se obtiene de la ecuación N.º 3:

$$P_1 - P = \frac{\lambda^2}{g} (v - v_1) \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right] \dots\dots\dots 4$$

Ya que $w = \lambda \cdot v$ resulta:

$$\frac{g}{\lambda} (P_1 - P) = w - w_1 \left[\frac{\text{m}}{\text{seg}} \right] \dots\dots\dots 5$$

Reemplazando:

$$P = \frac{R \cdot T}{v} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right]$$

Obtendremos:

$$\frac{T_1}{v_1} - \frac{T}{v} = \frac{\lambda^2}{Rg} (v - v_1) \left[\frac{\text{kg}^\circ}{\text{m}^3} \right] \dots\dots\dots 5a$$

Reemplazando en 4

$$v = \frac{R \cdot T}{P}$$

Resulta:

$$P_1 - P = R \frac{\lambda^2}{g} \left(\frac{T}{P} - \frac{T_1}{P_1} \right) \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right] \dots\dots\dots 5b$$

Las últimas relaciones comprenden siempre dos de los cuatro valores de estado que son P , v , T y w .

La ecuación 5 se representa mediante la recta de Rayleigh. Stodola la obtuvo a partir de la ley del impulso y la utilizó como lugar geométrico en la determinación gráfica del estado inicial y final de "golpes de compresión".

Con el fin de encontrar una expresión para el calor que es necesario entregar a un kg. de gas, cuya presión disminuye desde P_1 hasta P , debe partirse de una de las ecuaciones que se refieren al cambio general del estado térmico:

$$dQ = 1/R (c_p P dv + c_v v dP) \left[\frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \right]$$

Se puede despejar v y dv de las ecuaciones 3 y 4.

$$dv = - \frac{g}{\lambda^2} dP \left[\frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right]$$

$$v = \frac{g}{\lambda^2} P_1 - \frac{g}{\lambda^2} P + v_1 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right]$$

Reemplazando v y dv en la ecuación para dQ resulta:

$$dQ = \frac{1}{R} \left(c_v \frac{g}{\lambda^2} P_1 - c_v \frac{g}{\lambda^2} P + c_v v_1 - c_p P \frac{g}{\lambda^2} \right) dP \left[\frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \right]$$

$$dQ = \frac{g}{\lambda^2 R} \left[c_v (P_1 + \frac{\lambda^2}{g} v_1) - P (c_p + c_v) \right] dp \left[\frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \right]$$

$$Q = \frac{g}{\lambda^2 R} \int_{P_1}^P \left[c_v (P_1 + \frac{\lambda^2}{g} v_1) - P (c_p + c_v) \right] dP \left[\frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \right]$$

Al integrar llegaremos a:

$$Q = \frac{g}{\lambda^2 K} \left[c_{v1-2} (P_1 + \frac{\lambda^2}{g} v_1) (P - P_1) - \frac{c_{p1-2} + c_{v1-2}}{2} (P^2 - P_1^2) \right] \left[\frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \right]$$

Efectuando algunas transformaciones e introducciones el exponente adiabático "k" obtendremos finalmente:

$$Q = \frac{g \cdot c_{v1-2}}{\lambda^2 2K} \left[(k-1) P^2_1 - (k+1) P^2 + 2P_1 P + 2 \frac{\lambda}{g} w_1 (P - P_1) \right] \left[\frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \right]$$

bien:

$$Q = \frac{g \cdot A}{2\lambda^2 (k-1)} \left[(k-1) P^2_1 - (k+1) P^2 + 2P_1 P + 2 \frac{\lambda}{g} w_1 (P - P_1) \right] \left[\frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \right] \dots 6$$

Esta última expresión da la relación entre el calor entregado al gas y la disminución de la presión desde P_1 hasta P . Lo que significa puede expresarse en los siguientes términos: al suministrar calor a un gas a lo largo de un conducto de sección constante, se produce una disminución de la presión que es tanto mayor por cuanto mayor es el calor suministrado.

Se ve en el diagrama P sobre v de la figura 3 que las rectas de calentamiento de inclinación λ^2/g cortan las isoterma según temperaturas crecientes al principio, pero después según temperaturas decrecientes. Hay una isoterma a la cual la recta es tangente, por lo cual hay para cada estado inicial dado P_1, v_1, T_1, w_1 , una temperatura máxima T_m (Punto "m" en la figura 3). La recta de calentamiento es tangente a la correspondiente isoterma cuando una pequeña entrega de calor ΔQ no produce un aumento de temperatura.

Para la isoterma vale la siguiente ecuación:

$$-\frac{dP}{dv} = \frac{P}{v} = \frac{RT}{v^2} \left[\frac{\text{kg}^2}{\text{m}^3} \right]$$

Si nos referimos al punto común entre recta e isoterma tendremos:

$$-\frac{dP}{dv} = \frac{R \cdot T_m}{v_m^2} = \frac{\lambda^2}{g} \left[\frac{\text{kg}^2}{\text{m}^3} \right]$$

de donde:

$$T_m = \frac{\lambda^2}{Rg} v_m^2 \text{ [}^\circ\text{K]} \dots \dots \dots 7$$

Efectuando algunas transformaciones en la ecuación 5a se llega a la siguiente expresión para la temperatura en función del volumen específico:

$$T = \left(\frac{T_1}{v_1} + \frac{\lambda^2}{Rg} v_1 \right) v - \frac{\lambda^2}{Rg} v^2 \text{ [}^\circ\text{K]}$$

El máximo de esta función es:

$$T_m = \frac{R \cdot g}{4} \left(\frac{T_1}{v_1 \cdot \lambda} + \frac{\lambda \cdot v_1}{R \cdot g} \right)^2 \text{ [}^\circ\text{K]}$$

y recordando la definición de λ :

$$T_m = \frac{R \cdot g}{4} \left(\frac{T_1}{w_1} + \frac{w_1}{Rg} \right)^2 \text{ [}^\circ\text{K]} \dots \dots \dots 8$$

La ecuación N.º 8 nos demuestra que la temperatura máxima T_m depende únicamente de T_1 y w_1 .

En la figura 4 vemos las temperaturas máximas alcanzables T_m en dependencia de la velocidad inicial w_1 y de la temperatura inicial T_1 , tratándose de aire que fluye por un canal de sección constante.

Introduciendo en la ecuación 8 la velocidad del sonido w_{s1} que corresponde a la temperatura T_1 :

$$w_{s1} = \sqrt{kg RT_1} \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{seg}} \right]$$

y el número de Mach

$$Ma_1 = \frac{w_1}{w_{s1}} \quad [-]$$

obtendremos:

$$\frac{T_m}{T_1} = \frac{1}{4} \left[\sqrt{k} Ma_1 + \frac{1}{\sqrt{k} Ma_1} \right]^2 \dots\dots\dots 9$$

La figura 5 corresponde a la representación gráfica de esta expresión para $k = 1,4$ (aire). El valor $T_m/T_1 = 1$ corresponde a un número de Mach $1/\sqrt{k}$, lo que indica que la temperatura máxima se alcanza antes que se logre la velocidad del sonido en el gas. El trozo de curva segmentado se explicará más adelante.

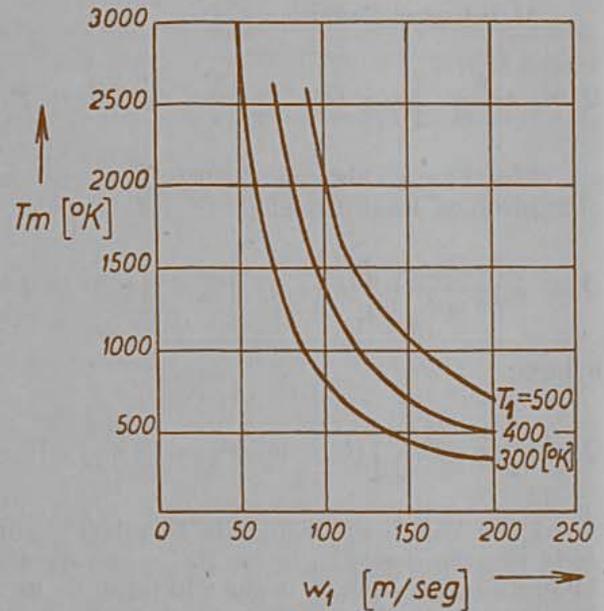


Figura 4

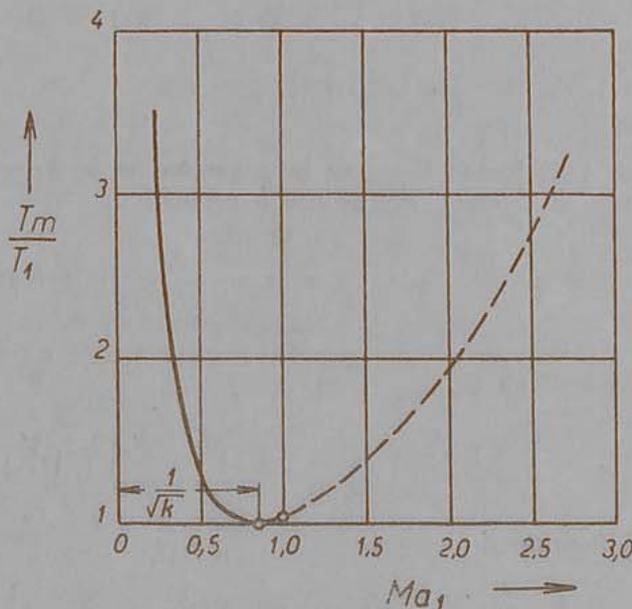


Figura 5

Si se entrega calor al gas más allá del punto "m" (fig. 3), se llega en el caso límite hasta "k", punto en el cual tenemos tangencia de la recta de calentamiento con una adiabata.

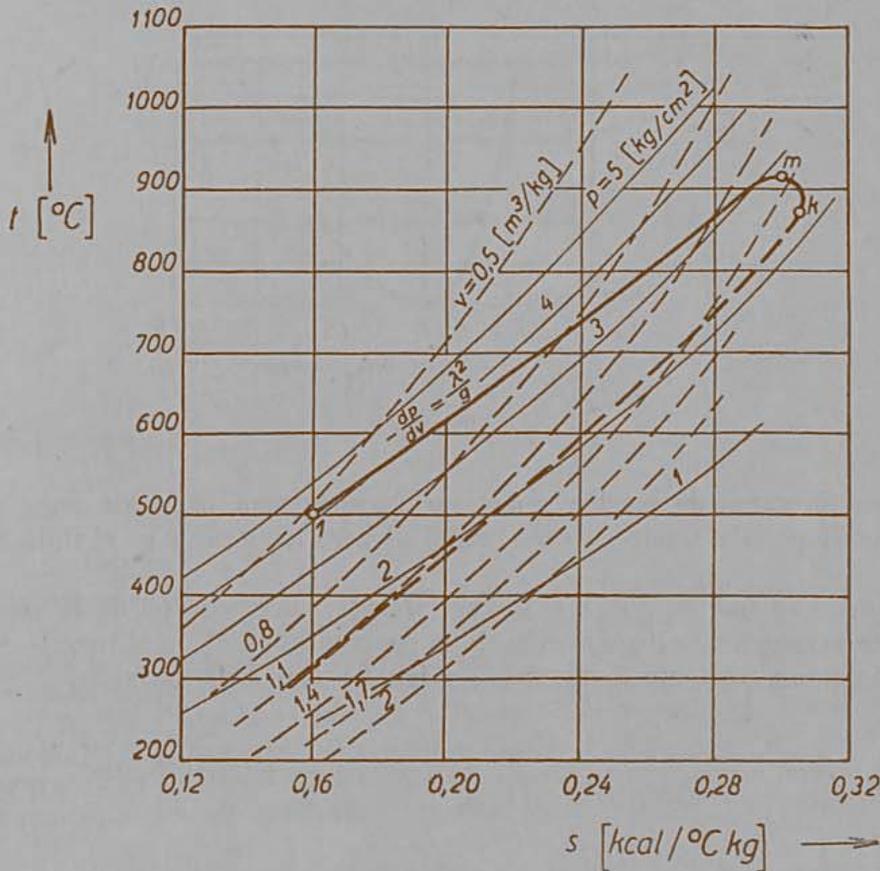


Figura 6

El cambio de estado 1mk de la figura 3 se puede apreciar también en el diagrama "T" sobre "s", que equivale al diagrama "T" sobre "s", que equivale al diagrama "T" sobre "s" al suponer la capacidad calorífica específica constante. La figura 6 corresponde a este cambio de estado para una recta de calentamiento de inclinación $\lambda^2/g = 20.000 \text{ kg}^2/\text{m}^5$.

En ella se puede apreciar que sólo es posible suministrar calor al gas hasta el punto "k", representando este punto, por lo tanto, un valor límite especialísimo. Aún es posible entregar calor más allá de la temperatura máxima, pero este calor no tiene por consecuencia un aumento de temperatura, sino todo lo contrario una disminución de la temperatura.

El calor máximo que se puede entregar al salir de un estado P_1, v_1, w_1 , es igual al área 1mkabl de la figura 7. Un suministro mayor de calor sólo es posible, según lo dicho hasta ahora, si disminuye la pendiente de la recta de calentamiento, lo que significa una disminución de w_1 , al mantenerse constantes P_1 y v_1 .

Igual cosa sucede al no disponer de la ayuda de presión desde P_1 hasta P , necesaria para la entrega de calor "Q" según la ecuación 6. También en este caso debe

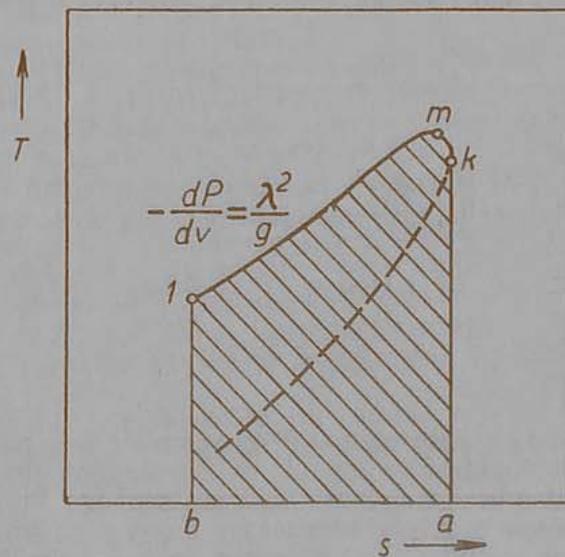


Figura 7

disminuir λ^2/g y con ello la densidad de flujo. Al disponer de una caída de presión determinada en la zona de calentamiento vale entonces:

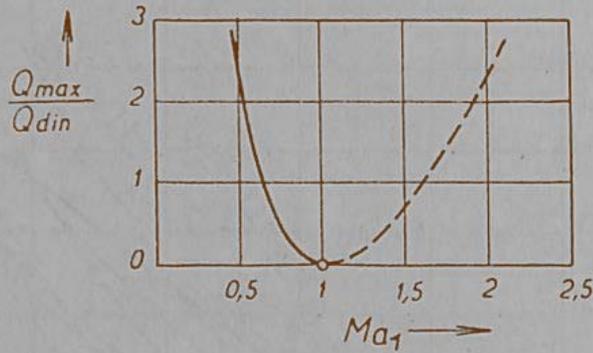


Figura 8

Cuando en un canal de sección constante hay entrega de calor para una determinada diferencia de presión tendremos un caudal de peso menor que en el flujo sin entrega de calor.

El calor máximo que se puede entregar " $Q_{máx}$ ", sin variación de la velocidad inicial w_1 y con la correspondiente disminución de la contrapresión P , se obtiene después de derivar la ecuación 6 con respecto a P . Al hacer igual a cero esta derivada,

$$\frac{dQ}{dP} = 0 = \frac{gA}{2\lambda^2(k-1)} \left[-2P(k+1) + 2P_1 + \frac{2\lambda}{g} w_1 \right].$$

Podemos despejar P

$$P = P_k = \frac{1}{k+1} \left(P_1 + \frac{\lambda}{g} w_1 \right) \left[\frac{kg}{m^2} \right] \dots\dots\dots 10$$

que reemplazado en la ecuación 6 nos da una expresión para " $Q_{máx}$ "

$$Q_{máx} = \frac{gA}{2 \cdot \lambda^2 (k^2 - 1)} \left(k P_1 - \frac{\lambda}{g} w_1 \right)^2 \left[\frac{k \text{ cal}}{kg} \right] \dots\dots\dots 11$$

Al introducir de nuevo la velocidad de sonido w_{s1} y el número de Mach " Ma_1 ", se obtiene la expresión representada en la figura 8:

$$\frac{Q_{máx}}{\frac{w_{s1}^2}{2g}} = \frac{Q_{máx}}{Q_{din}} = \frac{1}{k^2 - 1} (1/Ma_1 - Mc_1)^2 \dots\dots\dots 12$$

La expresión $w_{s1}^2/2g$ se reemplaza por un calor dinámico equivalente " Q_{din} ", correspondiente a la energía de la velocidad del sonido w_{s1} . Para $Ma_1 = 1$ tendremos $Q_{máx} = 0$; el hecho de que $Q_{máx}$ sea positivo también para $Ma_1 > 1$, o sea, en la zona que corresponde a velocidades mayores que la crítica, se debe a que el punto " k " es considerado siempre el punto final para una entrega de calor. Esto significa que el cambio de estado se considera siempre en el sentido en que aumenta la entropía. En la realidad sólo es posible lograr velocidades más allá de la crítica mediante la extracción de calor.

B.—Estudio de flujos gaseosos con velocidades superiores a la crítica.—En el flujo de un gas por un canal de sección constante representa el punto “k” aquel estado en el cual se hace cero la entrega de calor. Tenemos entonces:

$$dQ = 0 = 1/R (c_p Pdv + c_r vdP) \left[\frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \right]$$

de donde:

$$c_p Pdv = - c_r vdP \left[\frac{\text{kcal m}}{\text{kg } ^\circ\text{C}} \right]$$

$$- \frac{dP}{dv} = \frac{c_p}{c_r} \cdot \frac{P_k}{v_k} = k \frac{P_k}{v_k} = \frac{\lambda^2}{g} = \frac{w_k^2}{v_k^2 g} \left[\frac{\text{kg}^2}{\text{m}^5} \right] \dots\dots 13$$

Se obtiene además:

$$w_k = \sqrt{kg P_k v_k} \left[\frac{\text{m}}{\text{seg}} \right] \dots\dots\dots 14$$

Esta es la conocida ecuación de la velocidad crítica que corresponde al estado P_k, v_k .

Que el punto “k” de las rectas de calentamiento separa la zona de velocidades inferiores a la crítica de la zona de velocidades mayores que la del sonido ya se vió en la ecuación 12, o también en la figura 8; pues precisamente en “k” se hace cero la entrega de calor, y en ese punto tenemos $Q_{\text{máx.}} = 0$ cuando $w_1 = w_{s1}$. El trozo de curva en la figura 5 entre $Ma_1 = 1/\sqrt{k}$ y $Ma_1 = 1$, representa la región entre “m” y “k” en las rectas de calentamiento. Esto se puede explicar también a través de las ecuaciones 7 y 13 que con algunos reemplazos y transformaciones nos dan las siguientes relaciones:

$$\frac{P_m}{v_m} = k \frac{P_k}{v_k} \left[\frac{\text{kg}^2}{\text{m}^5} \right]$$

$$\frac{Ma_k}{Ma_m} = \sqrt{k}$$

Ya que $Ma_k = 1$, resulta $Ma_m = 1/\sqrt{k}$; este es el resultado que se ha obtenido antes a partir de la ecuación 9, representada gráficamente en la figura 5.

Si se quiere realizar el cambio de estado - $dP/dv = \lambda^2/g$ aún más allá del punto “k” (representado en forma segmentada en las figuras 3, 4, 5, 6, 7 y 8), entonces debería extraerse calor al gas desde ese punto, calor que debería hacerse negativo por extraerse (según ecuación 6). La velocidad crece a valores mayores que los que corresponden a la velocidad crítica. Las curvas llenas representan la zona de velocidades inferiores a la velocidad crítica y las curvas segmentadas la zona de velocidades superiores a la crítica. Realmente sólo puede recorrerse la recta de calentamiento en sentido inverso, o sea, desde su región supersónica a la sónica. Sobre la corriente gaseosa se puede decir en resumen:

Una entrega de calor para velocidades menores que la crítica, tiene por consecuencia una disminución de la presión en dirección del flujo, con el correspondiente aumento de la velocidad; en cambio la extracción de calor significa disminución de la velocidad y aumento de la presión.

Para corrientes a velocidades mayores que la crítica significa, en cambio, una entrega de calor un aumento de presión y una disminución de velocidad; y una extracción de calor una disminución de presión y aumento de velocidad.

En una tobera de Laval se presenta este comportamiento de la presión y de la velocidad en forma análoga al tratarse de un flujo de expansión o de compresión. La entrega o extracción de calor en un tubo recto tiene un efecto igual sobre presión y velocidad que la variación de la sección en una tobera para flujo adiabático.

El golpe de compresión directo.—En el golpe de compresión directo llega el gas con velocidad supersónica y baja temperatura, pasando durante el fenómeno a temperaturas más elevadas y velocidades inferiores a la del sonido. Además se verifica un aumento de la entropía del gas.

El frente de presión se puede analizar, al imaginárselo más extendido, según la figura 9. El gas que tiene una velocidad mayor que la crítica, disminuye su velocidad hasta la crítica al entregársele calor. Llegamos al punto "k". Por extracción de calor pueden lograrse a continuación velocidades aún menores que la crítica.

Los valores de estado recorren en este proceso la curva 2abkmcl (figura 9) y a cada punto "a" o "b" antes del golpe de compresión, corresponde un punto "c" o "m" después del golpe de compresión, de tal manera que el área bajo la línea segmentada "ak" es igual al área bajo la línea llena "kc", o el área bajo la línea segmentada "bk" corresponde al área bajo la línea llena "km". Por lo tanto puede efectuarse el cambio de estado por medio de un intercambio interno de calor, o sea, sin que haya suministro o extracción de calor desde el exterior.

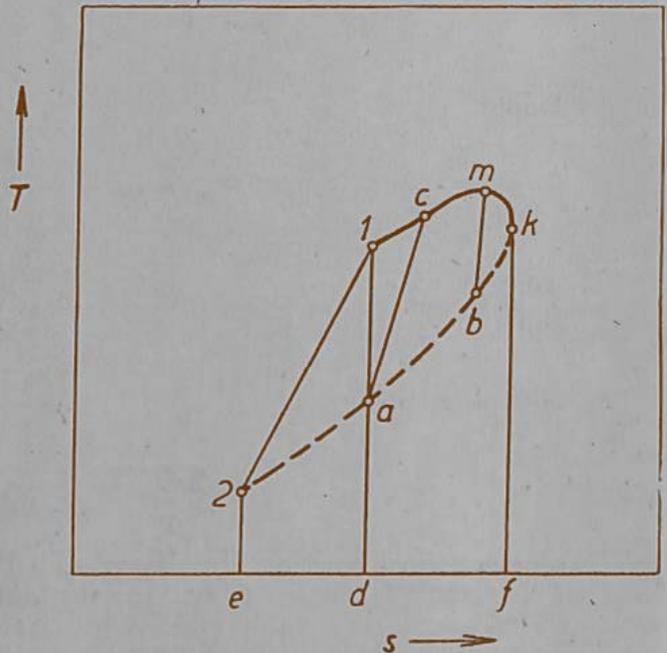


Figura 9

Usando la ecuación 5 en la forma:

$$P_1 - P_2 = \frac{\lambda}{g} (w_2 - w_1) \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right]$$

y una de las relaciones que sirvieron para llegar a la ecuación 6:

$$Q = \frac{g}{\lambda^2 \cdot R} \left[c_{v1-2} \left(P_1 + \frac{\lambda^2}{g} v_1 \right) (P_2 - P_1) - \frac{c_{p1-2} + c_{v1-2}}{2} (P_2^2 - P_1^2) \right] \left[\frac{\text{k cal}}{\text{kg}} \right],$$

se llega después de algunas transformaciones y reemplazos a:

$$Q_{12} = c_{p1-2} \frac{g}{2R\lambda^2} (P_1^2 - P_2^2) - c_{v1-2} \frac{1}{2Rg} (w_2^2 - w_1^2) \left[\frac{\text{k cal}}{\text{kg}} \right] \dots \dots \dots 15$$

El punto 2 indica el término de este cambio de estado y se encuentra en la zona para velocidades mayores que la crítica. Haciendo ahora $Q_{12} = 0$ y empleando nuevamente la ecuación 5 transformada se llega a:

$$w_2^2 - w_1^2 = \frac{\text{kg}^2}{\lambda^2} \left[\frac{\lambda^2}{g^2} (w_2 - w_1)^2 + 2 P_2 \frac{\lambda}{g} (w_2 - w_1) \right] \left[\frac{\text{m}^2}{\text{seg}^2} \right]$$

de aquí obtenemos w_1 :

$$w_1 = \frac{w_2 (k - 1) + 2k \frac{g}{\lambda} P_2}{k + 1} \left[\frac{\text{m}}{\text{seg}} \right] \dots \dots \dots 16$$

Esta ecuación indica: Si un gas que fluye con una velocidad "w", mayor que la crítica, es sometido al suministro y a la extracción sucesiva de la misma cantidad de calor, se logra una velocidad "w", menor que la crítica.

El aumento de presión correspondiente se obtiene de la ecuación 16 en combinación con la ecuación 5:

$$P_1 = \frac{1}{k + 1} \left[\frac{2 \lambda}{g} w_2 - (k - 1) P_2 \right] \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right] \dots\dots\dots 17$$

Prandtl dedujo esta ecuación ya antes, pero siguiendo un desarrollo diferente.

El cambio de estado determinado por las ecuaciones 16 y 17 se caracteriza por no haber ningún intercambio de calor con el exterior.

En el paso inestable desde el flujo con velocidad supersónica hacia el flujo con velocidad inferior a la crítica, que se presenta en el golpe de compresión directo, se cumplen las condiciones antes mencionadas, a saber: ningún intercambio de calor con el exterior en el lugar del cambio de estado, suponiéndose además una sección constante. Esto último porque debido a la poca extensión de la región del cambio de presión en dirección del flujo, se puede considerar el fenómeno como independiente de la variación de la sección. Una partícula de gas tendría que sufrir durante el salto de presión, según lo dicho en lo que precede, los cambios de estado representados en la figura 9. Cada partícula de gas pasa entonces durante el golpe de compresión por un máximo de entropía (punto "k"). Este valor de la entropía vuelve a disminuir cuando la partícula se acerca del estado 1. Es de notar que en el frente de presión limitan capas de gas con diferentes temperaturas y que, por lo tanto, debe efectuarse un activo intercambio de calor. Las partículas que llegan a la región del salto de presión con grandes velocidades sacan, mientras pasan por la zona que comprende las velocidades mayores que la crítica, el calor necesario para disminuir su velocidad de las partículas que recorren al mismo tiempo la zona de las velocidades inferiores a la crítica. El calor que necesitan unas es suministrado por aquellas que tienen excedente de calorías, efectuándose de este modo un intercambio sin intervención de fuentes externas.

Es fácil demostrar que para las leyes deducidas se cumple la ecuación fundamental del golpe de compresión indicada por Prandtl:

$$w_1 w_2 = w_s^2 \left[\frac{\text{m}^2}{\text{seg}^2} \right]$$

donde w_s es la velocidad en la sección más estrecha de una tobera Laval, con cuya ayuda se puede establecer el estado antes del golpe de compresión.

A partir de la ecuación 16 se obtiene:

$$w_1 w_2 = \frac{1}{k + 1} \left[(k - 1) w_2^2 + 2 g k R T_2 \right] \left[\frac{\text{m}^2}{\text{seg}^2} \right]$$

Con la disminución adiabática hasta cero de la velocidad w_2 correspondiente al estado P_2, T_2 , lograríamos un aumento de temperatura:

$$|\Delta t| = \frac{A}{c_p} \frac{w_2^2}{2g} \text{ [}^\circ\text{C]}$$

y luego la temperatura final:

$$T_o = T_2 + |\Delta t| \text{ [}^\circ\text{K]}$$

La velocidad del sonido que resultaría por expansión adiabática desde este estado especial sería:

$$w_s = \sqrt{2g \frac{1}{k + 1} R T_o} \left[\frac{\text{m}}{\text{seg}} \right]$$

Reemplazando el valor de T_o obtendremos:

$$w_s^2 = \frac{1}{k + 1} [2gkRT_2 + (k - 1) w_2^2] = w_1 w_2 \left[\frac{\text{m}}{\text{seg}} \right]$$

Esta velocidad crítica " w_s " es ideal y no tiene relación con los cambios de estado que experimenta el gas durante el salto de presión, es decir, no debe confundirse con la velocidad del sonido que vimos en el salto de presión.

Los valores de estado críticos, por los que pasan los gases ideales se obtienen a partir de las ecuaciones 4, 5 y 13 y son los siguientes:

$$P_k = \frac{1}{k+1} \left(P_1 + \frac{\lambda^2}{g} v_1 \right) \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right] \dots\dots\dots 18a$$

$$P_k = \frac{1}{k+1} \left(P_2 + \frac{\lambda^2}{g} v_2 \right) \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right] \dots\dots\dots 18b$$

$$w_k = w_1 + \frac{g}{\lambda} \left[P_1 - \frac{P_1 + \frac{\lambda^2}{g} v_1}{k+1} \right] \left[\frac{\text{m}}{\text{seg}} \right] \dots\dots\dots 19a$$

$$w_k = w_2 - \frac{g}{\lambda} \left[\frac{P_2 + \frac{\lambda^2}{g} v_2}{k+1} - P_2 \right] \left[\frac{\text{m}}{\text{seg}} \right] \dots\dots\dots 19b$$

Los valores críticos indicados permiten formular una relación muy sencilla que rige entre los valores de estado iniciales y finales de un golpe de compresión.

Escribiendo la ecuación 17 en la forma:

$$P_1 (k+1) + P_2 (k-1) = \frac{2\lambda}{g} w_2 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right]$$

y la ecuación 18b

$$P_k (k+1) - P_2 = \frac{\lambda}{g} w_2 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right]$$

llegaremos por eliminación de w_2 al siguiente resultado:

$$P_1 + P_2 = 2P_k$$

o bien

$$P_k = \frac{P_1 + P_2}{2} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right] \dots\dots\dots 20$$

como $P_1 - P_k = P_k - P_2$, tenemos también que:

$$w_k = \frac{w_1 + w_2}{2} \left[\frac{\text{m}}{\text{seg}} \right] \dots\dots\dots 21$$

y

$$v_k = \frac{v_1 + v_2}{2} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right] \dots\dots\dots 22$$

Las últimas expresiones para los valores críticos que se verifican durante el golpe de compresión, nos llevan a relaciones que podrían denominarse: "leyes de los medios aritméticos". Estas relaciones, aunque contenidas en forma implícita en las diversas publicaciones sobre el golpe de compresión, no han sido establecidas y formuladas especialmente.

Según las ecuaciones 20, 21 y 22, se puede representar el golpe de compresión en forma gráfica muy sencilla en el diagrama P sobre v . La dependencia lineal entre P_k y v_k (véase ecuación 13), nos da un haz de rectas que pasa por el origen del sistema de coordenadas (figura 10). Desde un punto arbitrario se dibuja además un haz de rectas de calentamiento de pendiente λ^2/g . La representación gráfica de cualquier golpe de compresión se hace, mediante estos dos grupos auxiliares, fácil y rápida.

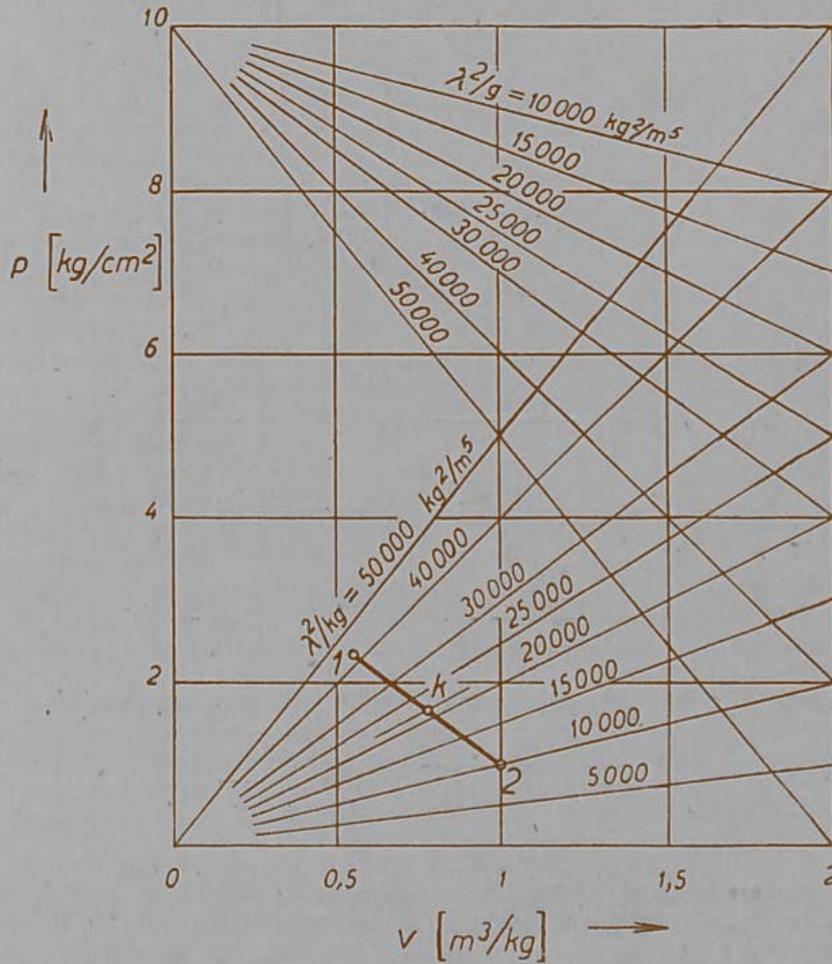


Figura 10

Dadas las condiciones iniciales para un golpe de compresión en aire (ton $k = 1,4$)

$$p_2 = 1 \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

$$t_2 = 68,5 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$w_2 = 542 \left[\frac{\text{m}}{\text{seg}} \right]$$

tendremos:

$$v_2 = 1 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right] \quad \lambda = 542 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{ seg}} \right]$$

$$\frac{\lambda^2}{g} = 30000 \left[\frac{\text{kg}^2}{\text{m}^5} \right] \quad \frac{\lambda^2}{kg} = 21430 \left[\frac{\text{kg}^2}{\text{m}^5} \right]$$

y el cambio de estado puede trazarse inmediatamente, a partir del punto "2", como paralela a la recta de inclinación $\lambda^2/g = 30.000$ (figura 10). El punto "k" se encuentra en el corte con la recta $\lambda^2/kg = 21.430$. El punto "I" que corresponde al estado final del golpe de compresión, está ubicado, según las ecuaciones 20 y 22, simétricamente con respecto a "k". Por ello ha de hacerse $2k = k1$, encontrándose para los valores de estado finales:

$$p_1 = 2,34 \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

$$v_1 = 0,55 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right]$$

$$w_1 = 300 \left[\frac{\text{m}}{\text{seg}} \right]$$

$$t_1 = 170 \text{ [}^\circ\text{C]}]$$

como resultados intermedios se pueden indicar:

$$p_k = \frac{p_1 + p_2}{2} = 1,67 \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

$$v_k = \frac{v_1 + v_2}{2} = 0,777 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right]$$

$$w_k = \frac{w_1 + w_2}{2} = 421 \left[\frac{\text{seg}}{\text{m}} \right]$$

w_k se puede determinar también a través de la fórmula para la velocidad crítica:

$$w_k = \sqrt{kgv_k P_k} = 421 \left[\frac{\text{m}}{\text{seg}} \right]$$

El estudio teórico del calentamiento de un gas que fluye sin roce por un conducto de sección constante, demuestra que una entrega de calor sólo es posible hasta el estado crítico del gas. Interpretando las relaciones en las regiones más allá de la crítica se obtiene una explicación muy objetiva del golpe de compresión. Se encuentran además las relaciones muy sencillas entre los valores de estado iniciales y finales, como también de los valores críticos que se cumplen efectivamente en los gases ideales.

Bibliografía:

- Publicación del Sr. Dr. Ing. Dr. Techn. Rolf I. Focke.
 Profesor Dipl. Ing. W. Schüle "Technische Thermodynamik".
 Dr. Ing. E. Schmidt "Einführung in die Technische Thermodynamik".

Miscelánea

ESTADOS UNIDOS HACE ECONOMIAS

En Burtonwods, la base aérea más grande de Estados Unidos en Inglaterra, la Fuerza Aérea ha contratado 4.000 dactilógrafos ingleses y otros empleados de oficina y de taller, para reemplazar otros tantos conscriptos norteamericanos, con una economía de 14 millones de dólares por año.

La llamada Operation Native Son dejará en libertad en total 35.000 empleados de la Fuerza Aérea que serán llevados a los Estados Unidos.

Historia

DATOS BIOGRAFICOS DE LORD COCHRANE

Por Neville Fleming, Profesor de la Universidad Técnica F. Santa María.

Breve historia de uno de los episodios más pintorescos de la vida aventurera de Lord Cochrane. En el año 1818, él tuvo parte preponderante en la organización de la Armada chilena, sirviendo en ella también.

UNO de los juicios legales más sensacionales de Inglaterra, a principios del siglo pasado, fué el llamado "El fraude de Beranger", famoso no tanto por el ingenio del fraude mismo como por el hecho que una de las personas acusadas y condenada era Lord Cochrane. Las hazañas de Cochrane son casi legendarias. Durante la guerra con España capturó cincuenta barcos españoles con su bergantín —el Speedy— de 14 cañones. En una ocasión se encontró con una fragata española y parecía imposible que pudiera escapar, o de la destrucción o de la captura. Pero las normas y ética de la guerra en esos tiempos parecen haber sido diferentes a las de hoy, porque la fragata española estaba disfrazada como un barco mercante, y el bergantín de Cochrane como un barco holandés. De todos modos Cochrane no podía correr el riesgo de una investigación por parte del español, e izó la bandera que indicaba que había peste a bordo. La fragata española se retiró apresuradamente. Poco más tarde Cochrane se encontró con otra fragata —El Gamo— la que capturó, 54 hombres contra 600.

Pero a pesar de sus hazañas casi milagrosas era un hombre muy poco popular con sus superiores. Le gustaba mandar, pero no le gustaba recibir órdenes, y en la primera oportunidad el Almirantazgo lo mandó al Mar del Norte para cuidar de la pesca en castigo por su falta de respeto hacia sus superiores.

En 1805 un escocés fué nombrado jefe del Almirantazgo y Cochrane recibió el comando de una fragata. Sus aventuras —poco ortodoxas— continuaron. En una ocasión llegó a puerto con un candelabro de oro de cinco pies de alto encima de cada uno de los mástiles. En 1808, capturó el puerto de Trinidad en España y durante quince días desafió a un ejército entero. Cuando la defensa no fué posible por más tiempo, se retiró sin perder un solo hombre.

En 1805 se presentó como candidato al parlamento, pero se negó a comprar votos y salió con la última mayoría en las elecciones. Después obsequió diez guineas a cada uno de los que habían votado por él y el próximo año cuando se presentó de nuevo fué elegido por una gran mayoría. Esta vez empero, sus expectantes partidarios, no recibieron nada.

En el parlamento atacó duramente al Almirantazgo, lo que aumentó el prejuicio en su contra y fué llamado a retiro. Pero ni aún eso fué obstáculo para Cochrane porque en 1813 consiguió otro puesto en la Armada a pesar del Almirantazgo. Su tío, Sir Alexander Cochrane, había sido nombrado comandante de la flota en aguas americanas y él nombró a su sobrino comandante de su buque insignia. Lord Cochrane estaba equipando su barco cuando fué detenido por fraude.

En este tiempo, los aliados esperaban una pronta terminación de las guerras napoleónicas y circulaban rumores de toda clase. Estos rumores tenían enorme efecto sobre los valores de la Bolsa, y tanto Lord Cochrane como su tío Andrew Cochrane-Johnstone, habían comprado grandes cantidades de acciones con instrucciones de venderlas cuando subieran un punto. El 21 de febrero de 1814 llegó una persona a Winchester en el sur de Inglaterra. Procedía del puerto de Dover y venía desparramando por el camino grandes cantidades de moneda francesa e informando a todo el mundo que era portador de magníficas nuevas. Napoleón había muerto— decía— y los aliados habían entrado en París. El efecto sobre la Bolsa fué inmediato; los valores subieron y tanto Cochrane como sus parientes vendieron sus acciones ganando grandes sumas de dinero; "las magníficas nuevas" no fueron ratificadas, y la Bolsa comenzó una investigación. La persona que llegó a Winchester fué identificada como un tal de Beranger, y se comprobó que era un conocido de Cochrane que había visitado su casa varias veces y que había anunciado, bajo la influencia del alcohol que estaba trabajando en un plan para ganar dinero en la Bolsa.

Se supuso que Cochrane fué el organizador del complot ayudado por de Beranger y Cochrane-Johnstone. Cochrane mismo negó su complicidad. En su defensa dijo que de Beranger vino a su casa únicamente para pedirle un empleo, y que la venta de sus acciones había sido automática, porque desde tiempo atrás había dado las instrucciones de vender cuando subieran un punto. El juicio empezó el 8 de junio de 1814 y después de varios años de exámenes de testigos hechos por los abogados más famosos de ese entonces, el jurado lo declaró culpable. Cochrane fué condenado a un año de cárcel y una multa de £ 1.000. Fué expulsado de la Armada y del parlamento, pero fué reelegido inmediatamente por el pueblo que lo consideraba como un héroe. En la cárcel perfeccionó una lámpara que se usaba con todo éxito para la iluminación de las calles, y en 1815, cansado de la vida de presidiario, escapó. Se fué inmediatamente al parlamento para acusar al juez que le había condenado, pero naturalmente fué tomado preso de nuevo. Terminó su condena el 20 de junio de 1815. Su salud había sufrido por su permanencia en la cárcel y al principio se negó a pagar la multa de £ 1.000, pero finalmente, sus amigos lo convencieron para que lo hiciera. Pagó con un solo billete, en el cual escribió las palabras "En vista de que mi salud ha sido quebrantada por mi largo encierro y que mis opresores están decididos a despojarme de mis bienes o de mi vida, me someto al robo para protegerme del asesinato, con la esperanza de que algún día se hará justicia con los delincuentes".

Sus ataques en el parlamento contra el sistema judicial no tenían efecto y en mayo de 1816 fué multado con £ 100 por haber escapado de la cárcel. Se negó a pagarla y de nuevo fué arrestado. Pero esta vez la multa fué pagada en corto tiempo. Los pobres de Londres iniciaron una subscripción de un penique por persona y en pocos días la lista llegó a 2.640.000 contribuyentes.

Cansado de la vida política, Cochrane buscó otra vida más activa y en 1818 empezó su nueva carrera en Chile. De Chile pasó al Perú, después al Brasil y finalmente a Grecia. Cuatro países deben, en parte, su independencia a este hombre extraordinario, y cuando volvió a Inglaterra se le reconoció como héroe, indultado y reincorporado a la Armada con el rango de almirante, y terminó su vida luchando por la modernización de la flota inglesa. Al morir, el 31 de octubre de 1860, fué sepultado con todos los honores en la Abadía de Westminster, honra reservada exclusivamente para los más grandes personajes de la nación.

¿Fué culpable de fraude? Es dudoso. El juicio en contra de Lord Cochrane es uno de aquellos en que la verdad nunca será descubierta.

Miscelánea

ARMAS PSICOLOGICAS

Se ha puesto en práctica en los Estados Unidos el sistema de hacer recorrer todas las casas por agentes de la Dirección de Impuestos, que no hacen otra cosa que pedir el recibo de pago correspondiente. ¿Ud. no lo tiene? ¿No paga impuestos? Pase por mi oficina para que conversemos un poquito...

En la ciudad de Los Angeles, cuando los diarios anunciaron que los inspectores comenzarían su visita, 1.200 personas se precipitaron en la oficina de impuestos pidiendo formularios algunas para hacer declaraciones desde el año 1935...

Investigación

IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA

Este artículo fué publicado en el Diario El Mercurio de Santiago el 18 de mayo del año en curso y defiende con argumentos poderosos la urgente necesidad de dar financiamiento a la investigación científica en las distintas universidades chilenas para que puedan cumplir con su misión de cooperar al mejoramiento de las condiciones de vida en el país.

CON motivo de la reforma tributaria, se ha tratado en la Comisión de Hacienda de la Cámara de Diputados, sobre la conveniencia de destinar cierta suma de dinero a la investigación científica en las diversas universidades del país.

Aunque compartimos la idea de que los gastos fiscales son excesivos para nuestra capacidad económica, creemos que hay que considerar esta materia —la investigación científica y técnica— no como un gasto o inversión cualquiera, sino como una necesidad vital del país. Tenemos que mirar hacia el porvenir; debemos trasladarnos con la imaginación a un tiempo futuro, que no necesita ser muy lejano, y preguntarnos cuál será nuestra situación social y económica, si no le damos en el presente toda la importancia que tiene la investigación científica. O sea, debemos tratar esta materia con visión de estadista, y fué esto lo que hizo falta en la mayoría de la Comisión de Hacienda, en la sesión a que nos referimos.

La investigación científica está estrictamente ligada en nuestro país, quizá más que en cualquier otro, al bienestar de sus habitantes, y hasta el mantenimiento del régimen democrático. No hace mucho una firma extranjera muy conocida envió a Chile a uno de sus expertos, con el objeto de estudiar sus posibilidades económicas actuales y futuras. Tuvimos oportunidad de leer su informe; se trataba indudablemente de un hombre muy preparado, pues, en una visita de menos de tres meses se dió cuenta, muy acertadamente a nuestro juicio, de cómo trabajamos, de cómo vivimos y de cuál será nuestra situación futura. En síntesis, el experto termina su estudio, refiriéndose a nosotros, con esta pregunta: ¿De qué va a vivir esta gente en cincuenta años más?

Pues bien, lo que aquel extranjero captó en una rápida visita a Chile, la insuficiencia de nuestra producción futura frente al aumento de nuestra población, parece que escapara a la visión de algunos de nuestros políticos. ¿Miopía intelectual? ¿Ceguera económica? ¿Aprés moi le déluge? No lo sabemos, pero debemos cumplir con un deber de conciencia al señalar los graves peligros que encierra para el país la despreocupación de nuestros dirigentes por la investigación científica y técnica.

Nuestra población va aumentando con velocidad asiática; según los datos de la Dirección de estadística, en 1952, hubo 199.000 inscripciones ordinarias de nacimientos; si a éstas se agregan las extraordinarias (de más de 2 años), que alcanzaron a 36.000, resulta un total de nacimientos de 235.000. Descontando las defunciones, que fueron 82.000, resulta un aumento neto de la población de 153.000 habitantes. Referido a una población de 5.900.000, en 1951, tendríamos un coeficiente de aumento vegetativo de 26 por mil, cifra extraordinariamente elevada, que, de mantenerse, nos llevaría a un aumento global aproximado de 1 millón de habitantes cada 6 años.

Ahora bien, todo el mundo sabe que nuestra producción agrícola está prácticamente estagnada, si no va en retroceso, lo que nos obliga a fuertes importaciones de carne, trigo, grasas, etc., que la producción de carbón es deficiente, ya que tenemos que traer del extranjero 200 mil toneladas al año; que nuestros bosques naturales están en decadencia, lo que contribuye al aumento del precio de la madera; que el mineral del Tofo está casi agotado, y que en análoga situación se encuentran algunos yacimientos de cobre, et sic de coetera. Estamos, pues, afrontando una discordancia entre nuestra población y nuestra producción, que tiende a aumentar cada día más.

Pero, no es nuestro propósito presentar un cuadro excesivamente sombrío de nuestra situación económica. Tenemos recursos naturales que pueden salvarnos, reemplazando a las exportaciones que están en vías de agotarse; pero para esto es necesario que nos preocu-

pemos de inventariar esos recursos, y estudiar la mejor manera de utilizarlos. No somos pesimistas, pero debemos decir, y repetir que sin la investigación científica, este país se hundirá en la miseria y dejará de figurar entre los países civilizados.

Naciones ricas, que gozan de un alto standard de vida, se preocupan de la investigación científica y gastan en ella sumas ingentes. Estados Unidos de N. A. invirtió en ella durante el año 1953, no menos de 2.000 millones de dólares. ¿Cuántos pesos chilenos representan esa suma? Una cifra, para nosotros, astronómica. Algo semejante ocurre, aunque en menor escala, en otros países, como Inglaterra, Alemania, los países escandinavos, etc. Si esos países, que tienen los standard de vida más alto del mundo, no vacilan en incurrir en estos gastos, ¿con cuánta mayor razón no debemos hacerlo nosotros, no ya para rivalizar con ellos en esta materia, sino, siquiera, para hacer frente a las necesidades vitales mínimas de nuestra creciente población?

Algunos se imaginan que esto de la investigación científica es asunto sólo de las grandes naciones, dotadas de enormes recursos, y que nosotros los países chicos —los subdesarrollados como nos llaman— debemos esperar que de allá nos vengan las nuevas ideas y los nuevos procedimientos para explotar nuestras riquezas. Están en un error quienes piensan así, error que puede tener para nosotros funestas consecuencias. Cada país tiene condiciones y características propias: las plantas salitreras de María Elena y Pedro de Valdivia y establecimientos de Chuquicamata no fueron copiados de instalaciones extranjeras; fueron el fruto de largos estudios, realizados por hombres de ciencia en el terreno mismo.

Es, pues, deber de los gobernantes favorecer liberalmente todos los esfuerzos que se hagan por la investigación de nuestros recursos naturales; y en este sentido, tenemos que indicar que en todos los países del mundo, la fuente de la investigación científica está en las universidades, especialmente en las de carácter técnico. Si no todos, la mayoría de los inventos modernos en los campos más variados de la actividad humana, en la medicina, en la agricultura y en la industria, se deben a hombres que trabajan en los laboratorios de las universidades o que se han formado en ellos. Proporcionar a las universidades los fondos necesarios para que realicen investigaciones o para que formen los investigadores que necesitan los organismos de producción, es de conveniencia indiscutible. Y esos fondos no pueden venir sino del Estado; se trata de trabajos costosos y de índole aletatoria, y no hay universidad alguna en el mundo que los pueda hacer, con sus propios recursos. Para citar un solo caso, la Universidad de Cornell, en Estados Unidos, institución ventajosamente conocida en todo el mundo, dedicó a investigaciones, en 1952, la suma de 18 millones de dólares, proveniente casi en su totalidad de subvenciones estatales.

Sería de verdadera conveniencia nacional que la H. Cámara o el H. Senado, al estudiar la reforma tributaria, hiciera suya la proposición rechazada en la Comisión de Hacienda de la Cámara, consultando en la ley, los fondos necesarios para que las universidades chilenas puedan ampliar sus instalaciones y realizar las investigaciones que el futuro inmediato del país reclama.

Educación

DEFICIT DE PROFESORES

En la última asamblea celebrada en Nueva York por la National Education Association, institución que cuenta con 562 mil miembros, se hizo una exposición por el Secretario sobre la situación cada día más grave de la educación en los Estados Unidos. En síntesis se dijo que había "un déficit de 125.000 nuevos profesores cada año, y que por falta de locales, un millón de niños tienen que asistir a clases sólo medio día. Miles de niños asisten a escuelas enteramente inadecuadas y hasta peligrosas, y son educados por profesores mal pagados y mal preparados. Para satisfacer las necesidades de una población que crece en 1 millón 200 mil alumnos por año, deberíamos construir una sala de clase cada 15 minutos, día y noche durante los 365 días del año".

Centro de Ingenieros

DON EDUARDO B. BUDGE Y BARNARD CUMPLE 90 AÑOS

El día 12 de junio del presente año el Centro de Ingenieros de Valparaíso rindió cariñoso homenaje al decano de sus miembros, Ingeniero don Eduardo B. Budge y Barnard con ocasión de haber cumplido 90 años de edad el día 9 del mismo mes. En esta oportunidad hicieron uso de la palabra el Presidente del Centro de Ingenieros don Federico Corssen Decher y el distinguido ingeniero don Emiliano López Saá quien también ya ha pasado de los 80 años. A continuación se publican los dos discursos.

Discurso del Sr. Corssen:

SEÑORES:

Es honroso para el Presidente del Centro de Ingenieros que habla, tener la oportunidad de rendir homenaje a uno de sus miembros más destacados por haber cumplido noventa años de vida, de los cuales sesenta y cinco los ha dedicado con todo éxito, a la profesión de ingeniero.

La personalidad de don Eduardo B. Budge, y las innumerables actividades que ha desempeñado, son temas para escribir un libro, cuya lectura sería de inmenso interés tanto por la relación que tienen sus actos con el desarrollo y progreso del país, cuanto por el ejemplo que señala la dedicación de toda una vida a servir con eficiencia a los demás.

Nosotros los Ingenieros, familiarizados con las matemáticas, podemos apreciar, mejor que otros, cuanto puede la actividad de un solo hombre, ordenado, metódico, honrado y caballero como el que más, en el desempeño de sus labores profesionales, y cuán grande beneficio recibe la colectividad cuando tiene la suerte de contar con un hombre como él.

Es para los Ingenieros un orgullo profesional, tener la ocasión de exteriorizar a su colega don Eduardo B. Budge, todo el afecto y la admiración que por él sentimos, y felicitarle de corazón con motivo de sus noventa años, tan bien llevados.

Además, es un agrado recordar que don Eduardo B. Budge, tan pronto recibió su título por las cualidades que siempre le han distinguido, colaboró de inmediato con el Profesor Jacobo Kraus, en materia de Puertos y después con el Profesor Luis Cousin en Ferrocarriles y Puentes.

Su intervención en las obras del Puerto de Valparaíso (su ciudad natal), como ingeniero de la empresa constructora Pearson; su intervención con miras al bien público en la construcción del Camino Plano entre Valparaíso y Viña del Mar, no obstante ser él Ingeniero Jefe en los Ferrocarriles del Estado; la activa participación en toda iniciativa de interés colectivo, fuera ella política, pública o privada; el ponderado desempeño de su cargo de Regidor en la Municipalidad de Valparaíso y de Presidente en el Cuerpo de Bomberos; y la constante actuación ejecutiva y directiva en todas las instituciones de beneficencia, que hasta ahora se honran en contarlo entre sus miembros más venerables y siempre activo, nos hace observar, en el conjunto de toda esta ardua y benéfica labor de bien público, que don Eduardo B. Budge, ha tenido siempre el propósito de hacer de su profesión un apostolado con miras a los hombres, acercando cada vez más los unos a los otros; permitiéndoles los medios reales de obtener ese anhelo, porque no de otro modo se justifica ese afán de años construyendo, proyectando, y colaborando a la construcción de Puertos, caminos, puentes, ferrocarriles, y paralelamente, con actitud incansable, extendiendo la mano a cualquier iniciativa de bien o en favor de la niñez, de los desamparados, de la ciudad toda, para mitigar dolores, buscar mejor felicidad y mayor convivencia entre los hombres.

Don Eduardo B. Budge, con la evidencia de los hechos —y allí están sus obras— prueba el beneficio enorme del tiempo bien empleado; **impone la fortaleza frente a la fatiga**, y con su sonrisa edificante, vence a la desesperanza, y se permite exhibir, como el mejor de sus triunfos: el aprecio y consideración de todos sus colegas, y en especial de quienes han tenido la dicha de conocerle, como nosotros.

Señores:

El Centro de Ingenieros, ha querido testimoniar, en este año y oportunidad, a don Eduardo B. Budge, en forma sencilla pero significativa lo que en nombre de todos he dicho, y como las palabras a igual que el tiempo, no se pueden retener, es que tengo el encargo de hacerle entrega de una medalla de recuerdo, para significarle en forma simbólica nuestro homenaje más sincero de admiración y respeto.

Discurso del Sr. López:

Señor Presidente del Centro de Ingenieros de Valparaíso, estimados colegas y amigos, señores:

Hace un año, en un día análogo a éste, saludamos cariñosamente a nuestros distinguidos colegas: Eduardo Barnard Budge y Eduardo Titus; ambos cumplían un año más de fructíferas labores.

Hoy nos corresponde celebrar y desearles toda felicidad, a esos mismos dos colegas, porque el día 9 del mes actual de Junio, han agregado otro año a sus importantes dedicaciones.

Como nuestro estimado colega, Eduardo Barnard Budge, ha cumplido el día 9 de Junio actual, la muy excepcional edad de **noventa años**, ejerciendo actividades que son profesionales, es que nuestro Directorio ha dedicado en su honor, la sesión de hoy del Centro de Ingenieros, para elogiar y celebrar sus méritos.

Ya, otras instituciones a que pertenece nuestro festejado, han tenido en estos días: elogios, distinciones y festejos en su honor; y han celebrado la lozanía y entereza con que ha llegado a los noventa años de edad, y la constancia y entusiasmo con que cumple las obligaciones que se ha impuesto en provecho de su tan querida ciudad natal... Valparaíso a su vez, lo considera como uno de sus hijos distinguidos y predilectos.

Nuestro estimado presidente del Centro, señor Corssen, que ha residido tantos años en Valparaíso, ejerciendo actividades profesionales e industriales, ha podido seguir de cerca al distinguido amigo Eduardo Budge y apreciar sus valiosas condiciones y actividades; por eso, en su discurso ha hecho interesantes elogios de los méritos de nuestro festejado, haciéndolos resaltar muy oportunamente.

Todas esas actividades y méritos, a que se ha referido el señor Corssen, los conocen nuestros colegas y también los han recordado en todo Valparaíso, porque Eduardo Barnard Budge ha vivido con toda la actual generación porteña...

Al concederme la palabra el señor presidente, ha entendido que yo contaré **cosas viejas**. Y, así lo haré, porque: ¡Donde manda Capitán no manda marinero...! Salvo que nos declarásemos en huelga...; pero, no lo haremos, porque nos pagarían los días **no** trabajados... y, eso, **no** se aceptaba en el siglo XIX...

Sin embargo —aunque sea paradójico— para contaros algunas **novedades**, como lo hice el año pasado— necesitamos trasladarnos al siglo anterior, al siglo XIX; porque el siglo XX, actual, nos ha quedado corto por su extremo más antiguo; pues todos nuestros años juveniles han quedado fuera... 36 de Eduardo y 32 míos...

Tal cual convinimos el año anterior, nos hemos encontrado ahora para celebrar tus 90 años exactos de edad y nuestros 70 años, justos también, de amistad.

Por los años 1883-1884, terminábamos nuestros cursos secundarios en el Liceo de Copiapó. Tú hacías además unas clases de matemáticas y eras examinador de inglés y francés. Y yo estaba en el internado del Liceo de Copiapó, como estudiante secundario en los cursos de matemáticas de dicho Liceo y empezaba a estudiar ramos Universitarios de Ciencias Naturales.

Recuerdo tu silueta y tus características, con la claridad que nuestras mentes le van dando a los acontecimientos más y más antiguos: eras elegante en el vestir y de andar ligero como buen porteño; llevabas la cabeza y el cuerpo erguidos como todos los que hicieron estudios en algún Instituto Alemán; eras estudioso y de rostro risueño y satisfecho, recordando que habías estado en las aulas del Instituto Nacional: que abrió sus puertas en los momentos que las cerraba (en 1839 con ratificación en 1842) la aristocrática Universidad de San Felipe, y que cambió la nobleza de las familias por la nobleza del saber; porque como decía el sabio Domeyko: "El joven debe tomar amor al estudio y perfeccionar los sentidos; leyendo buena literatura, formando colecciones y presenciando obras de arte; por la noble ambición de desarrollar sus facultades intelectuales, de elevar su carácter moral o personalidad humana, para que la enseñanza profesional no sea en sí solamente especulativo".

Con esos antecedentes, sonreías satisfecho al encontrarte en el Liceo de Copiapó, en un ambiente democrático, pero respetuoso de todos y con un rector (don José Antonio Carvajal) que era un apóstol de la enseñanza.

En 1884, agregaste la arrogancia del que lleva ya el título de Bachiller en Ciencias Físicas y Matemáticas. Luego después regresabas al Sur con tu familia y seguías tus estudios en la Universidad del Estado de Chile.

Tu estadia en Copiapó se motivó porque vuestro padre desempeñó el cargo de Superintendente del Ferrocarril de Copiapó. En esos años, viviste —puede decirse— sobre rieles, en el gran edificio de ese Ferrocarril en Copiapó, en un extremo de la Estación y con su frente a la Alameda...

Al llegar a Santiago, seguiste sobre rieles, porque, por el año 1885 había una gran escasez de ingenieros para los Ferrocarriles en Explotación y para los en construcción por la Dirección de Obras Públicas. Era entonces Director de la Vía de los Ferrocarriles del Estado con residencia en Santiago, un tío tuyo, el distinguido ingeniero don Enrique Budge Prats, que fué después Director General de los Ferrocarriles del Estado. A pedido de él debes haber seguido tú la carrera de Ingeniero de los Ferrocarriles y luego después entrarías a los del Estado. En ellos estuviste desde el año 1885, que eras estudiante de Ingeniería, hasta 1914, que renunciabas para acuparte de otros muchos trabajos, y de los muy importantes del Puerto de Valparaíso, a cuya poderosa firma inglesa representabas...

Tú empezaste en los Ferrocarriles del Estado, como dibujante en Santiago, mientras hacías los Cursos de Perfeccionamiento de la Ingeniería con los profesores Jacobo Kraus y Luis Cousin en los ramos de Ingeniería Civil que no se estudiaban en la Escuela de Copiapó. (Cursos que yo no pude seguir porque trabajaba en Concepción).

De dibujante en Santiago, fuiste ascendiendo a Ingeniero 2.º ayudante, a Ingeniero 1.º y así recorriste uno a uno todos los grados del escalafón; primero con residencia en Santiago y después en Valparaíso. Durante esos casi 30 años en los Ferrocarriles del Estado, atendías la conservación de la vía férrea, de los puentes y de los edificios, en distintos trayectos de las Zonas de Santiago y de Valparaíso. Tenías a veces también, que encargarte del estudio trazado y construcción de ramales de ferrocarril; proyectar puentes menores o edificios corrientes y construirlos. Y también la inspección de malecones o muelles de Coquimbó, Huasco y Chañaral, a la vez que sus reparaciones, porque los ferrocarriles respectivos, al interior desde los puertos, estaban a cargo de la Dirección General, que encargaba esas comisiones...

En Junio de 1889 (que tú cumplías 25 años de edad y yo 21), terminados mis estudios y práctica de la ingeniería de Minas, acepté el puesto de dibujante en Concepción en los mismos Ferrocarriles del Estado, pero luego que recibí mi título de Ingeniero de Minas me dieron el puesto de Ingeniero 2.º ayudante de la Zona de Santiago y entonces seguí tus pasos y puestos en los trabajos y fuí teniendo los mismos empleos y comisiones que enumeré antes.

Así, tú habías proyectado y construído el ramal de doble vía, desde la Estación Yungay hasta el extremo donde se construía la estación Mapocho. Al tomar yo el puesto en Santiago, me correspondió terminar detalles de esa obra hasta que se entregó al tráfico y así en algunas obras. Un año después ascendí a Ingeniero 1.º ayudante en Concepción, tuve que volver al Sur, a la Zona de Concepción, adonde algo después llegué también al puesto de Ingeniero jefe interino de la 3.ª Sección.

En 1898 tenías tú el puesto de Ingeniero Central en Santiago, pero ese año pasaste a Valparaíso como Ingeniero Jefe de la Sección y yo vine al puesto de Ingeniero Central y lo ocupé hasta 1906, que renuncié de los Ferrocarriles para ir a trabajar en las Oficinas Salitreras en el Norte, separándonos desde entonces por unos 40 años, hasta que nos hemos encontrado nuevamente en Valparaíso en los almuerzos de las agrupaciones de Ingenieros del Cos. y después con los de nuestro Centro de Ingenieros de Valparaíso, adonde hemos recordado, tantos de nuestros inolvidables estudios y trabajos del siglo XIX; y ahora celebrando tu llegada (históricamente) a las más hermosas de las edades, a los 90 años...; cúspide de la pirámide vertical que recorren nuestras vidas, adonde hay que detenerse para descansar y seguir después lentamente, sin esfuerzos extraordinarios, gozando de una vida tranquila, para seguir así muchos años por la tangente de esa parábola, que recorrerás aún por mucho tiempo.

Tus numerosos años, no han conocido la ancianidad, porque los llevas sin necesitar gafas, ni usar anteojos, ni llevar bastón. Además, tu modestia, sin hacer alarde de tus obras, sólo los había dejado sospechar: por tu **numerosa familia**, por la infinidad de **obras de ingeniería** en que has participado; por las **colecciones**, grandes, hermosas y de gran valor, que con estudio, constancia e investigaciones pacientes, has formado; por las tantas **distinciones** de asistencia, de constancia y de méritos, que apretujadas sobre tu casaca de **Bombero**, han llenado todo el frente de tu amplio pecho de atleta, como formando la coraza de valor, abnegación y constancia que te acompañó—in mente— los 67 años, que serviste ejemplarmente a la noble institución de Valparaíso, pasando en 2 años el jalón de Oro, que es la Medalla al Mérito, que libera de todo servicio al bombero que la obtiene; por las múltiples sociedades de **Beneficencia**, adonde tu generoso corazón te llevaba a colaborar... Y por la compacta y numerosa concurrencia que llenó en la noche del 9 de Junio, el hermoso salón de Honor de la I. Municipalidad de Valparaíso: que congregó a las autoridades civiles, religiosas y militares; a representantes de actividades políticas, sociales, industriales y comerciales; que llegaron ahí a rendir un cálido homenaje de afecto y simpatía a Eduardo Barnard Budge, que recibió del señor Alcalde de la I. Municipalidad la insignia de Oro y el Diploma de Honor que lo acreditan Regidor Honorario de la ciudad.

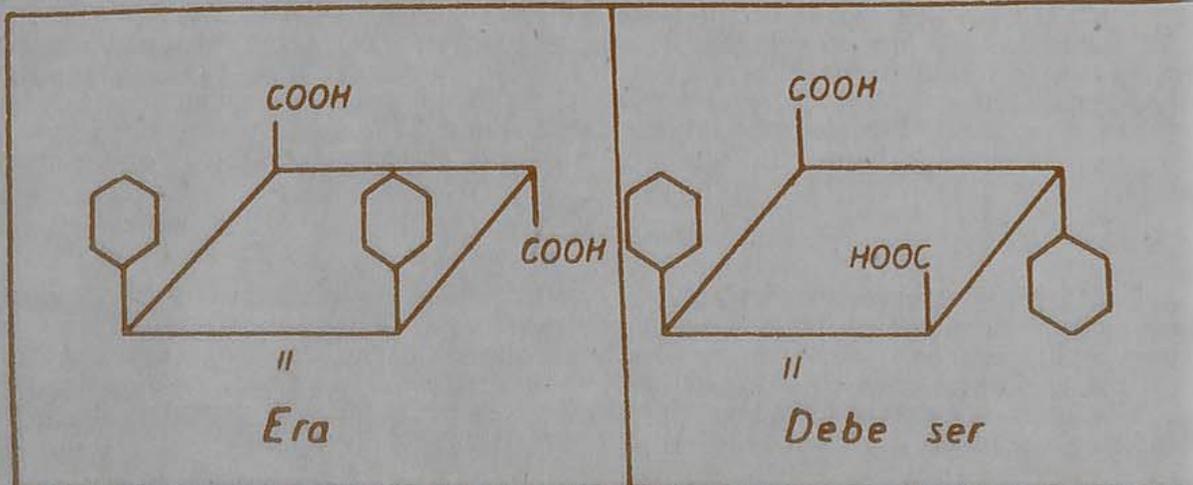
Los repetidos aplausos de toda la concurrencia, que se puso de pie, incluyendo a las damas te confirman como ciudadano Benemérito de Valparaíso...

Como muy oportunamente lo dijiste tú, Eduardo, al agradecer la manifestación: "En la vida los servicios prestados, siempre se agradecen, tarde o temprano". ¡Así lo acaba de confirmar todo Valparaíso!

Errata

En el artículo "Estudio sobre nuevas posibilidades de obtención de Acidos Truxínicos" del Ing. Químico F. Aguirre O., publicado en "Scientia" N.º 3 de 1953 (Año XX, N.º 91) se deslizó un error en la Figura 1, página 170.

En efecto, el Acido Truxílico que lleva el número de orden II tenía los grupos fenil y carbonilo de la derecha en posición equivocada, es decir alternados en relación a su verdadera ubicación. Para mayor claridad, la figura que acompaña deja las cosas en su lugar



Química industrial

EL FOSFATO TRICRESÍLICO Y SU IMPORTANCIA PARA LA TECNOLOGÍA DEL PETRÓLEO

Por el Dr. Ernesto Rubens, Profesor de Química Industrial de la Universidad Técnica F. Santa María.

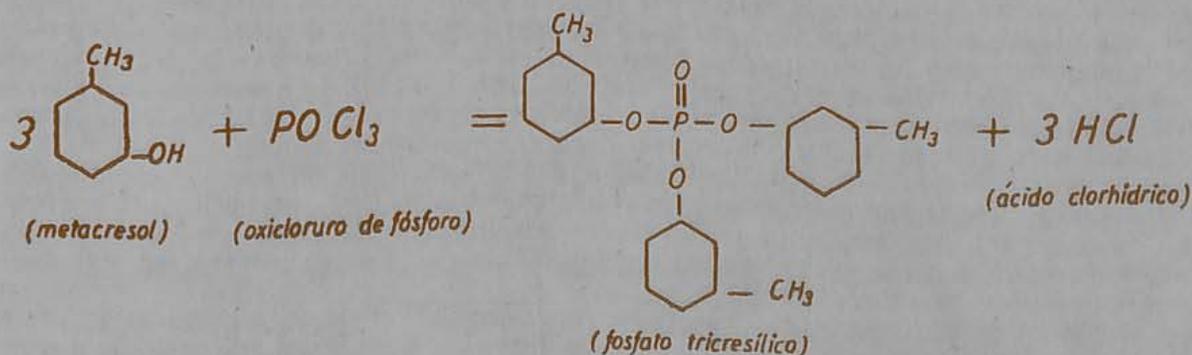
En este artículo se expone la importancia del fosfato tricresílico en muchos ramos de la química industrial y se hace hincapié a la trascendencia que tiene este compuesto para la química del petróleo.

EL fosfato tricresílico es una sustancia que cada día desempeña un papel más importante. En años pasados su importancia principal residió en el ramo de las resinas sintéticas, pero hoy día desempeña un papel de trascendencia en muy diversos campos. Para dar un solo ejemplo: para la obtención de lacas a base de fenoplastos se substituye a menudo el grupo OH del fenol por otro grupo como fenil o hexil obteniéndose así resinas solubles en aceites que con fosfato tricresílico dan capas bien elásticas y flexibles. Esto es muy importante y el uso de la sustancia crece cada día. En la tecnología del aceite de linaza y de la nitrocelulosa el fosfato tricresílico desempeña también un papel bastante importante.

Pero eso no es todo. Hace poco los químicos del Petróleo han creado un producto que ha encontrado una aceptación muy grande y en efecto mucho más grande de lo que ellos habían calculado. Se trata de la producción del llamado "TCP-petrol", y eso es nada menos que petróleo de alta calidad al que ha sido añadido una pequeña cantidad de tricresil-fosfato (abreviación norteamericana: "TCP-petrol"). Los primeros en usar este nuevo combustible que era más potente fueron los miembros de la Fuerza Aérea Norteamericana. Pero pronto aquellos que trabajan en la tierra también se dieron cuenta de la ventaja y de la mayor eficacia de este producto, y fué entonces que se creó el "TCP-petrol" como combustible de autos y camiones.

¿Qué es fosfato tricresílico y cómo se lo obtiene? Es una pregunta un poco complicada pero voy a tratar de contestarla en breves palabras. Se lo sintetiza como sigue:

Metacresol se hace reaccionar con oxiclورو de fósforo y de la reacción resultan fosfato tricresílico y ácido clorhídrico. En fórmulas eso se ve así:



La fórmula que acabo de anotar es hasta cierto grado una simplificación, la verdadera fórmula es bastante más complicada. La razón es que se trata de un producto técnico y de materias primas técnicas. Bajo las condiciones que reinan en la técnica no sería un negocio limpiar y purificar las materias primas, de manera que nos encontramos en verdad no con metacresol —como lo indiqué— sino con una mezcla de los tres cresoles, lo que nos da naturalmente un fosfato tricresílico bastante más complicado.

Surge ahora la pregunta obvia pero interesante: ¿A qué se debe la ventaja de este nuevo petróleo? ¿Por qué es más potente y eficaz que el petróleo antiguo? Nos encontramos aquí con uno de los problemas sobresalientes del ramo, y debo advertir que aunque conozco bien los hechos y sé que en presencia de fosfatos tricresílico desaparecen los depósitos metálicos nocivos, que normalmente se juntan en los motores usados después de cierto tiempo, no puedo explicarles claramente por qué lo hacen y darles una relación clara entre el desaparecimiento de los depósitos y la fórmula química del tricresilfosfato. Como tantas otras veces en la Química Industrial nos encontramos con un hecho y su explicación se encuentra mucho más tarde. Sabemos —ya lo dije anteriormente— que en presencia de fosfato tricresílico no se forman los depósitos metálicos residuales y hasta desaparecen si se formaron anteriormente. Es difícil exagerar la importancia de este hecho. Los depósitos metálicos se hacen notar muy desagradablemente por ciertos ruidos que se producen en los motores y que se evitan en su ausencia. No deben confundirse estos ruidos con los golpes que son causados por petróleo de poco índice de octano y que pueden evitarse con una composición química adecuada. Aunque los golpes en los dos casos son diferentes tiene una cosa en común: hacen ruidos desagradables y —sobre todo— disminuyen notablemente el rendimiento de la bencina en cuestión. Extrañamente hay una diversidad muy grande de opiniones acerca de la ignición prematura notada por los automovilistas en los últimos modelos de coche y en relación con esto de un ruido: por un lado se estima que son alrededor de 3% los que sintieron el ruido y por el otro lado —también de parte de observadores competentes y concienzudos— se estima que se trata de un 95%. No cabe duda que en ambos casos las observaciones se llevaron a cabo por compañías distintas, bajo condiciones diferentes usando diversos tipos de petróleo que había sido refinado por distintos métodos, de manera que cierta diversidad de resultados es muy natural. Sin embargo, el hecho que las opiniones sobre el asunto difieren tan extremadamente es un signo indiscutible de lo poco que hasta ahora se sabe sobre el particular y que estamos bastante lejos del día en que todo lo relacionado con el "TCP-petrol" se entienda claramente.

Con referencia a una nota publicada en pág. 395 de la revista "The Economist", de fecha 6 de Febrero de 1954.

Noticias de Ingeniería

PETROLEO POR MEDIO DEL FUEGO

La Magnolia Petroleum Company, afiliada a la Socony Vacuum, está ensayando un procedimiento para hacer más delgado el petróleo crudo viscoso subterráneo, por medio del calor, de manera que pueda ser elevado a la superficie por los métodos usuales. Se aplica calor, quemando algo del petróleo en el lugar de su yacimiento. El calor es iniciado, bajando elementos de calefacción eléctrica y calentándolos hasta 760 [°C]. Una vez que se haya establecido fuego, se retiran los elementos eléctricos y se inyecta aire comprimido hacia la profundidad para entregar el oxígeno necesario para alimentar las llamas.

Ensayos prácticos se han realizado durante el año 1953 en un campo petrolífero de Oklahoma, y otros se han proyectado para el año en curso. Se cree que un fuego en un pozo que se encuentre en el centro de un área cuadrada irradiará suficiente calor para extraer petróleo de cuatro pozos —uno en cada esquina del área—. Nuevos ensayos son necesarios para determinar la extensión del área.

Según las indicaciones se pueden obtener aproximadamente siete unidades de volumen de petróleo elevado por cada unidad de petróleo quemado. El método sería aplicado a campos agotados en los cuales el petróleo crudo ha engrosado tanto que los métodos usuales de explotación no dan resultado, o en áreas que nunca han producido porque sus depósitos son demasiado viscosos para poderlos elevar. Esto se refiere especialmente a aceites minerales de carácter bituminoso que hasta ahora han desafiado la extracción económica. De acuerdo con algunas estimaciones hay suficiente de ellos para satisfacer las necesidades del mundo entero durante cien años, a base de las actuales cuotas de consumo.

"Compressed Air Magazine", Abril 1954.

**LOS LABORATORIOS DE INVESTIGACIONES DE LA
UNIVERSIDAD TECNICA F. SANTA MARIA**

LABOR. DE ALTA TENSION
LABOR. DE ELECTROTECNIA
LABOR. DE FISICA
LABOR. DE MEDICIONES ELECTRICAS
LABOR. DE MAQUINAS
LABOR. DE MECANICA
LABOR. DE QUIMICA INDUSTRIAL
LABOR. DE QUIMICA INORGANICA
LABOR. DE QUIMICA ORGANICA
LABOR. DE RESISTENCIA DE MATERIALES
LABOR. DE TERMOLOGIA
LABOR. DE TELECOMUNICACIONES

Cooperan en el desarrollo técnico del país y están a disposición
de sus industrias.

SOC. INDUSTRIAL Y COMERCIAL

TH. STORM Y CIA.

CASILLA 593 - COCHRANE 563 - BLANCO 564

TELEFONO 4023 OFICINA — VALPARAISO — TELEFONO 2363 VENTAS

DIRECCION TELEGRAFICA "LEJEUNE"

FERRETERIA - ARTICULOS NAVALES - MERCERIA

Soc. de MUEBLES y TAPICES Ltda.

La más antigua y acreditada

FABRICA DE MUEBLES

CONDELL N.º 1525

VALPARAISO

TELEFONO N.º 3304

LA
IMPRENTA y
LITOGRAFIA
UNIVERSO
S. A.

Tiene la instalación más completa y más moderna en Sud - América y hace todo trabajo en el ramo de Artes Gráficas desde la tarjeta de visita hasta los documentos de seguridad, desde la simple factura hasta las obras científicas más complicadas. Todo a precios módicos.

VALPARAISO

Av. José Tomás Ramos 105 - Casilla 102-V.

SANTIAGO

Av. Santa María 0108 - Casilla 1017

Aceites Lubricantes

PARA AUTOMOVILES Y LA
INDUSTRIA EN GENERAL

ofrecen:

COMPANIA DE PETROLEOS DE CHILE

PRAT 827

— TELEF. 7441-7442

— VALPARAISO

COMPANIA INDUSTRIAL

Para

AHORRAR TIEMPO Y DINERO ...
Y OBTENER UN

LAVADO PERFECTO

Usese EL COMPONENTE MODERNO
DE TRIPLE EFECTO CONSECUTIVO:

Jabonela



MILAGRO

M. R.

SU CONTENIDO DE:

- JABON
- REMOJADOR
- DETERGENTE

LE SIRVE PARA REMOJAR Y
LAVAR SU ROPA



FABRICANTES DEL AFAMADO JABON "GRINGO"

REVISTA SCIENTIA

ORGANO OFICIAL DE LA
UNIVERSIDAD TECNICA F. SANTA MARIA

PRECIO DEL NUMERO SUELTO \$ 50.—

SUSCRIPCION ANUAL „ 180.—

REDACCION Y ADMINISTRACION: VALPARAISO,
CASILLA N° 110 - V

En venta en:

Santiago: Editorial Cultura, Huérfanos 1165

Valparaíso: Oficina de Informaciones — Correo Central

Agentes en:

Rancagua: Librería del Sr. Julio Barrientos, Carrera Pinto 1076

Antofagasta: Librería Ercilla: Juan Grusic Peric, Matta 417.

Concepción: Gabriel Vargas G., Av. Pedro de Valdivia 491.

La Revista "Scientia" necesita agentes en las siguientes ciudades: Santiago, Valdivia, Osorno y Punta Arenas.

LA CHILENA CONSOLIDADA

Capitales y Reservas exceden de
100 MILLONES DE PESOS

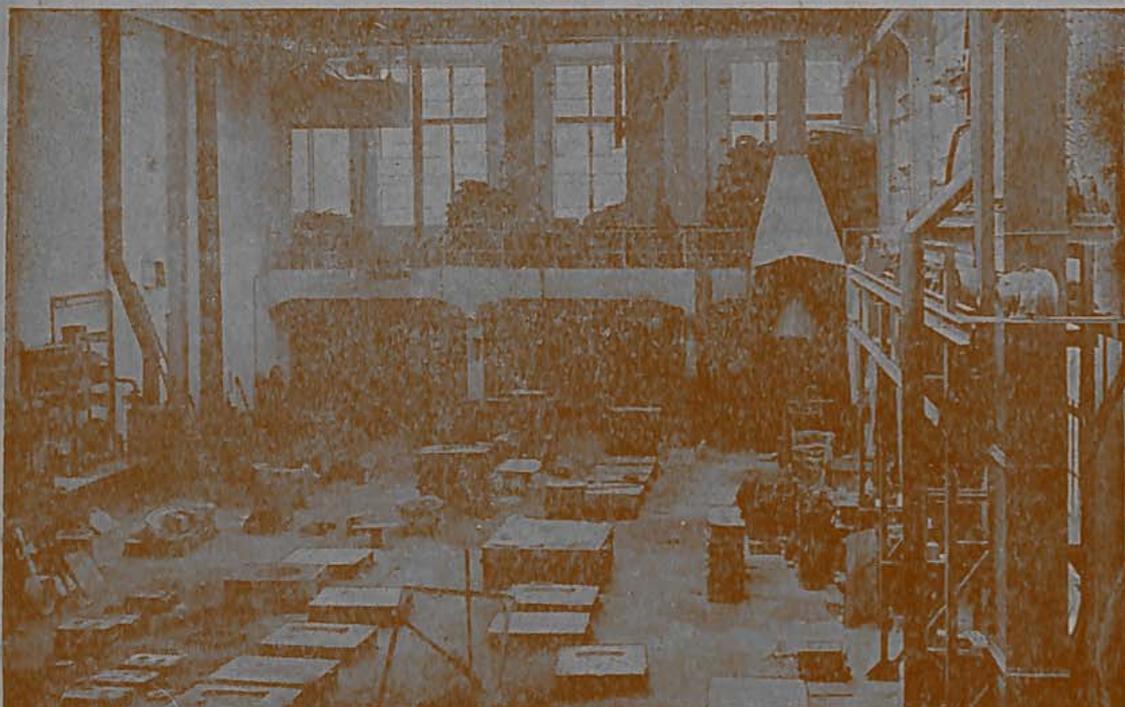
Rogamos a los escritores, instituciones y particulares que simpaticen con la alta misión educativa de la Universidad Técnica "Federico Santa María", se sirvan cooperar con el envío de sus producciones literarias. Les serán agradecidas debidamente sus valiosas colaboraciones.

PIDAN CALCETINES



"5 RAYAS"

son los mejores.



TALLER EXPERIMENTAL DE FUNDICION DE ACERO UNIVERSIDAD TECNICA "FEDERICO SANTA MARIA"

ACEROS FUNDIDOS

corrientes y especiales garantidos. Nuestras experiencias son estudiadas en colaboración con los ingenieros de la Sociedad Fábrica de Cemento "El Melón"

VARIOS TECNICOS A SU SERVICIO

DIRECCION TELEGRAFICA: "CINCEL" — ESTACION DE EMBARQUE BARON

CASILLA 6034 — TELEFONO 5319

VALPARAISO

PRODUCTOS: "CINCEL"
JULIO FERNANDEZ CORREA

MEJORES SIEMPRE

REVISTA SCIENTIA

ORGANO OFICIAL DE LA
UNIVERSIDAD TECNICA F. SANTA MARIA

PRECIO DEL NUMERO SUELTO \$ 50.—

SUSCRIPCION ANUAL „ 180.—

REDACCION Y ADMINISTRACION: VALPARAISO,
CASILLA N° 110 - V

En venta en:

Santiago: Editorial Cultura, Huérfanos 1165

Valparaíso: Oficina de Informaciones — Correo Central

Agentes en:

Rancagua: Librería del Sr. Julio Barrientos, Carrera Pinto 1076

Antofagasta: Librería Ercilla: Juan Grusic Peric, Matta 417.

Concepción: Gabriel Vargas G., Av. Pedro de Valdivia 491.

La Revista "Scientia" necesita agentes en las siguientes ciudades: Santiago, Valdivia, Osorno y Punta Arenas.

