

Estudio del costo de producción y distribución y del precio de venta de la energía eléctrica en Chile ⁽¹⁾

1. Este trabajo se refiere principalmente a las grandes empresas de servicio público, encargadas de producir, transmitir y distribuir la energía eléctrica, en orden a satisfacer, en forma adecuada, la creciente demanda de ella en todas las regiones del país.

Por otra parte, en vez de considerar el problema de un modo general, para llegar a resultados numéricos probablemente justos pero sin la comprobación de la experiencia, hemos tomado como base de estudio lo ya existente, en plena actividad de servicios, como es el caso de la Compañía Chilena de Electricidad, Limitada.

Determinaremos si sus tarifas son equitativas; es decir, si los precios de venta de la energía eléctrica fijados a los consumidores, dentro de las variadísimas condiciones de lugar de expendio, factor de cargas y otras circunstancias, corresponden en equidad y justicia con los gastos de efectuar satisfactoriamente ese servicio, desde los que representan las exigencias del fuerte capital de la Compañía hasta los de explotación del sistema, en todos sus detalles.

Conocidos y relacionados con toda claridad los datos numéricos fundamentales concernientes a la Compañía en pleno trabajo, como es la que nos ocupa, fácil será calcular o estudiar en su organización empresas análogas que pudieran proyectarse para Chile, así en lo que toca al costo de producción como al precio de venta de la energía.

2 Para dar más fijeza a la investigación y evitar dudas y ambigüedades en todo lo que sigue, comenzaremos por establecer algunas definiciones y aclaraciones.

El sistema productor y transmisor de la Compañía representa actualmente una potencia total útil de en torno a 50,000 kilowatts, sin contar la estación hidro-eléctrica de la Florida y demás propiedades de la Compañía Transatlántica Alemana, entregadas en arrendamiento a la Compañía Chilena hasta el año 1957.

Prescindiendo de lo último, en cuyo estudio económico no nos toca entrar por lo presente, definiremos como *capacidad máxima normal* de la Compañía, el total de kilowatts disponibles o que se puedan comprometer simultáneamente en la producción y suministro de energía eléctrica.

(1) Estudio referido al año 1924.

Por *valuación unitaria*, entenderemos el capital que representa cada kilowatt de capacidad máxima normal, tomando en cuenta todos los elementos de costo, incluyendo los llamados intangibles, que concurren en la formación del entero sistema productor-transmisor, hasta los puntos más alejados de entrega de la energía al por mayor. La designaremos desde luego por la letra A, y como será dato que se pida a la Compañía, lo deduciremos con toda aproximación inductivamente según se verá más adelante.

Por *factor de carga*, designaremos la relación entre el número de horas que se utilice al año cada kilowatt de capacidad máxima normal y las 8,760 horas de un año completo.

Como unidad monetaria adoptaremos el peso oro, chileno, salvo especificación en contrario, si se presentase el caso de tener que hacerla (1).

3. Este estudio abarcará la determinación del costo y precio de venta de la energía eléctrica, para las cuatro categorías que a continuación se expresan:

a). El de energía al por mayor y entregada a alta tensión, como en el caso del contrato para la electrificación de la I Zona de los Ferrocarriles del Estado.

b). El del alumbrado particular (doméstico y comercial) al por menor, a domicilio y a baja tensión.

c). Consumo industrial, dependiente de las redes distribuidoras de la ciudad; para motores u otros fines análogos.

d). Alumbrado público.

1. Costo y precio de venta de la energía al por mayor en las líneas de alta tensión

4. El contrato vigente de suministro de energía para las diferentes necesidades de la electrificación de la I Zona ferroviaria, establece las siguientes condiciones fundamentales:

El precio que pagará la Empresa por su consumo, será de noventa pesos moneda nacional de oro, anuales, por kilowatt de demanda máxima, (2) más dos centavos por kilowatt-hora consumido.

La Empresa garantiza pagar un consumo total anual de treinta millones de kilowatt-horas.

La demanda mínima no podrá pasar de siete mil kilowatts y, para un consumo anual de treinta millones o diario de 82,000 kilowatt-horas, resulta un factor de carga de cincuenta por ciento, es decir, un coeficiente de utilización de 4,380 horas, de las 8,760 del año.

Los noventa pesos oro por kilowatt de demanda máxima, más 4,380 kilowatt-horas a 2 cts. oro, o sean, \$ 87.60, suman \$ 177.60, de donde resultan justamente 4 centavos oro por el kilowatt-hora, lo que dista mucho de los 35 centavos oro por kilowatt-hora, que es la tarifa aplicada en la ciudad al alumbrado particular.

Cuando fué aceptada la propuesta hecha en licitación pública por la Compañía de Electricidad, era, sin duda, de conocimiento de la Compañía que la Empresa de los Ferrocarriles tenía estudiado, con conclusiones muy satisfactorias, un proyecto de producción propia de la energía eléctrica necesaria, que habría llevado a cabo

(1) Peso oro de 18 d.

(2) Se entiende por demanda máxima la mayor potencia que alcanza en el mes el término medio de las potencias consumidas por la Empresa durante quince minutos consecutivos.

caso de no presentarse proponente alguno, o que las propuestas no fueran aceptables.

La propuesta aceptada ofrecía condiciones decididamente ventajosas y es indudable que la Compañía estableció en ella el precio más bajo posible, sin sobreganancias, atendiendo sólo a la obtención de un interés moderado sobre sus capitales y a simplemente cubrir los gastos de explotación.

Por esta circunstancia, el contrato de energía para la electrificación, de que venimos ocupándonos, constituye un documento precioso para la determinación de cuál es el costo de producción de la energía eléctrica y cuál su precio equitativo de venta en Chile, al tratarse, según al principio se dijo, de las grandes empresas de servicio público.

5. *Parte del vapor.*

Pero no es posible proceder desde luego a establecer las fórmulas que nos sirven para calcular las tarifas en equidad y justicia aplicables a esta primera categoría de consumos de energía eléctrica, es decir, al por mayor, con limitación de demanda máxima y con factor de carga determinado. Forma parte de los elementos productores de la Compañía, como se sabe, una gran central de vapor, con capacidad máxima normal de 24,000 kilowatts. Hemos calculado directamente su valuación unitaria, según más adelante se detalla, y el costo de producción del kilowatt-hora en función del factor de carga. Los resultados se expresan numéricamente y gráficamente al mismo tiempo que los correlativos del entero sistema hidro-eléctrico de los Maitenes, con sus 26,000 kilowatts en la TABLA I y Fig. 1. A favor de ello se llega a la conclusión de que el costo del kilowatt-hora producido por la central de vapor es senciblemente de unos 8 centavos oro, teniendo muy poca influencia el mejoramiento del factor de carga, a causa de ese término variable del gasto de combustible y otros materiales, que aumenta con la producción y que en el caso hidráulico no existe.

De ningún modo, pues, los 4 centavos oro por kilowatt-hora del contrato de electrificación representan el costo de producción y precio de venta unitarios que en rigor corresponderían al caso de un sistema generador y transmisor única y exclusivamente hidro-eléctrico. Esos 4 centavos envuelven directamente e indirectamente un recargo, por el empleo, aunque sea parcial, del vapor que la Compañía tiene que hacer para la más conveniente realización de sus diversos servicios.

6. *Análisis del costo de producción y precio de venta.*

Estimamos en 10 por ciento la proporción asignable al vapor y 90 por ciento al sistema hidro-eléctrico; en otros términos, un kilowatt-hora a 8 centavos y 9 kilowatt-horas a 1 centavo, deben corresponder a 10 unidades a 4 centavos, de suerte que se tiene la relación:

$$8 + 9 K_1 = 10 \times 4 = 40 \text{ centavos oro}$$

de donde

$$K_1 = 3.56 \text{ centavos oro} \dots \dots \dots (1)$$

Esta es, pues, la tarifa que resulta para el caso hidráulico simple, en las condiciones estipuladas, y con un factor de carga, no ya de 50 por ciento, sino de 45 por ciento únicamente.

Ahora, sea A, en pesos oro, la valuación unitaria, hidro-eléctrica, según queda

explicada más atrás; sea γ el tanto por ciento anual por interés y depreciación sobre A ; sea b , en pesos oro, la suma que representa los gastos fijos de explotación y generales, al año, por Kilowatt de capacidad máxima normal puesto en servicio. Tenemos entonces la relación de igualdad

$$\gamma A + b = 8760 \frac{K_1}{100} \dots\dots\dots (2)$$

Expresados A y b en pesos y K_1 en centavos, oro.

Poniendo $\gamma = 11$ por ciento (9, interés; 2, depreciación); $b = 16$ pesos oro anuales, lo que resulta de nuestro cálculo al respecto; y con $\angle \equiv 0.35$ $K_1 = 3.56$, según (1), tenemos

$$0.11 A + 16 = 0.45 \times 8760 \times \frac{K_1}{100} \dots\dots (3)$$

de donde

$$A = 1130 \dots\dots\dots \text{ pesos oro.}$$

Este guarismo, que creemos haber obtenido con aproximación de pesos más pesos menos, es de especial importancia en el estudio económico de la organización de Empresas de servicio público destinadas a la producción y transporte de la energía eléctrica; por lo menos con referencia a las condiciones especiales que rigen en esta región central de nuestro país. Figura entre las valuaciones unitarias más elevadas que conocemos, tocante a análogos sistemas hidro-eléctricos de la misma magnitud, en otros países; pero correspondiente indudablemente a los grandes capitales que ha sido necesario invertir para dar al sistema el mayor grado de seguridad y eficiencia.

El valor total de los 25,000 kilowatts bordea, pues, en treinta millones de pesos oro.

Por otra parte, fijémonos (Fig. 1), en que para un factor de carga de cincuenta por ciento, diferencias de 100 pesos oro en esta capitalización por unidad de potencia utilizable, no influyen sino en 1/4 de centavo en el costo de producción por kilowatt-hora.

Para calcular la TABLA I, interpretada gráficamente en la Fig. 1, hemos dado a (3) la forma

$$K_1 = 100 \frac{(0.11 A + 16)}{8760} \dots\dots \text{centavos oro Kilowatt-hora} \dots\dots (4)$$

Con $A = \$ 1130$, según más arriba establecido, para el caso particular del sistema hidro-eléctrico de los Maitenes, a que corresponden todos los valores de la columna 3.^a Los de la columna 4.^a a 7.^a inclusive, han sido calculados para otras valuaciones unitarias que pudieran presentarse en la práctica, y que van de \$ 900 a \$ 1200, a título de comparación.

Tabla I

COSTO DEL KILOWATT-HORA EN LOS PUNTOS DE ENTREGA A ALTA TENSIÓN, EN FUNCIÓN DEL FACTOR DE CARGA, PARA DIVERSAS VALUACIONES UNITARIAS

Factor de carga — Por ciento	Horas anuales 8760	CASOS DE SISTEMAS HIDROELÉCTRICOS					VAPOR	
							a = 5 c.	a = 6 c
		\$ 1130	\$ 900	\$ 1000	\$ 1100	\$ 1200	\$ 420	
		cts.	cts.	cts.	cts.	cts.	cts.	cts.
10	876	16	13.13	14.38	15.64	17	11	12
15	1314	10.7	8.75	9.6	10.4	11.27	9	10
20	1752	8	6.57	7.2	7.8	8.45	8	9
25	2190	6.4	5.25	5.75	6.26	6.76	7.4	8.4
30	2628	5.34	4.38	4.8	5.2	5.63	7	8
40	3504	4	3.28	3.6	3.9	4.22	6.5	7.5
50	4380	3.2	2.63	2.88	3.13	3.38	6.2	7.2
60	5156	2.72	2.33	2.44	2.66	2.87	6	7
70	6132	2.29	1.88	2.06	2.24	2.41	5.85	6.85
80	7008	2	1.64	1.80	1.95	2.11	5.74	6.74
90	7884	1.8	1.46	1.60	1.74	1.88	5.66	6.66
100	8760	1.6	1.31	1.44	1.56	1.69	5.60	6.6

La curva correspondiente a la valuación de \$ 1130 ha sido omitida en la Fig. 1, pero es evidente que queda comprendida entre las curvas 3 y 4.

Cuanto al caso del vapor (columnas 8.a y 9.a de la TABLA I y curvas 5 y 6 de la Fig. 1), la fórmula correspondiente es

$$K_2 = \frac{100 (0.11 \times 420 + 6)}{8760} + a \dots\dots\dots$$

.....centavos oro
Kilowatt-hora..... (5)

La valuación unitaria, calculada más adelante, es \$ 420 oro; 6, en pesos oro, el correspondiente ítem anual por gastos fijos de explotación y generales; *a*, en centavos oro, el gasto variable, por Kilowatt-hora, principalmente en carbón. Para la columna 8.^a y la curva 5 hemos puesto *a*=5 centavos oro; para la columna 9.^a y la curva, *a*=6 centavos oro.

7. Costo unitario o por Kilowatt de instalación completa de centrales eléctricas con turbinas de vapor. Costo del Kilowatt-hora.

Se trata naturalmente, para nuestro propósito, de grandes potencias, de unos 3000 Kilowatts, pues las deducciones se van a aplicar a la central térmica del Mapocho, cuya capacidad máxima normal es de más de 23000 Kilowatts.

En los Estados Unidos el costo por HP. para instalaciones de la magnitud considerada, puede calcularse con suficiente aproximación aplicando la siguiente fórmula empírica, en la cual *P* es la potencia en HP.

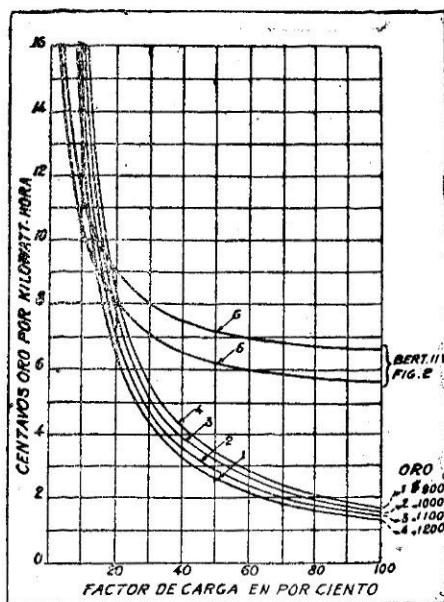


Fig. 1.—Representación gráfica de la Tabla I

$$\text{Ch. P.} = \frac{5000}{\sqrt{P}} + 50 \dots\dots\dots \text{dólares.}$$

Hemos establecido esta fórmula con ayuda de los datos referentes a numerosas instalaciones o presupuestos de ellas, en el mencionado país.

Por corresponder este costo unitario a lo más alto que es aplicable allí, no lo recargaremos para nuestro país, en atención a que para instalaciones de dificultad corriente, los gastos de transporte y otros pueden darse por compensados, o casi compensados, con economías que es dado realizar entre nosotros. Teniendo esto en cuenta y empleando como unidad de potencia el Kilowatt en lugar del H.P., y como unidad de moneda el peso oro chileno, la fórmula queda:

$$C = \frac{20000}{\sqrt{P}} + 200 \dots \text{pesos oro, Kilowatt}$$

Con ella hemos calculado la siguiente tabla:

Tabla II

COSTO UNITARIO DE CENTRALES DE VAPOR CON TURBO-GENERADORES, EN CHILE

Potencia en K.W.....	5000	10000	20000	25000	30000	40000	50000
Costo por K.W.....	\$ 483	400	342	327	320	300	290

NOTA.—A estos valores que representan simplemente la propiedad física, hay que recargarlos en un 25 por ciento, proporción muy aceptable, por las razones dadas al principio, al definir la «valuación unitaria».

Con el agregado del 25 por ciento y para una central de 20 000 a 25 000 kilowatts, como es la del Mapocho, tenemos como valuación unitaria, en números redondos, la suma de \$ 420, oro. Este es el valor adoptado más atrás (5) para calcular el costo de producción de la energía eléctrica, por medio del vapor, comparado con el costo de producción hidro-eléctrica, decididamente inferior, apenas el factor de carga excede de 15 a 20 por ciento.

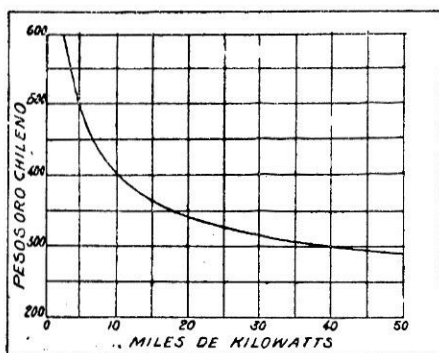


Fig. 2.—Costo por kilowatt de instalación completa de Centrales termo-eléctricas.

La TABLA II, anterior, puede ponerse también en forma de curva como lo muestra la Fig. 2 sin el agregado del 25%.

Los porcentajes relativos a los diversos items en que aproximadamente pueden descomponerse los costos unitarios anteriores son los que siguen, con variantes, según el caso especialmente respecto de terrenos y edificios:

1. Edificios, terrenos y escavaciones.....	14.6
2. Turbinas y generadores.....	23.5
3. Condensadores.....	5.7
4. Calderos, recalentadores, chimeneas alimentadoras de carbón....	28.7
5. Transportadores de combustibles.....	4.8
6. Bombas de alimentación y de servicio.....	1.
7. Calentadores de agua.....	1.6
8. Tableros y alumbrado.....	3.5
9. Exitadores.....	2.1
10. Fundación de maquinaria.....	1.1
11. Tubos y cañerías.....	7.1
12. Grúa.....	1.5
13. Superintendencia e ingeniería.....	4.8

8. Estudio económico sobre el costo de producción, aplicable a otros casos en Chile.

El método de análisis sobre esta materia, que acabamos de explicar y aplicar, es susceptible de utilizarse con igual seguridad respecto de sistemas similares en el país o de proyectos de ellos.

La prensa anuncia, por ejemplo, la formación de una gran Compañía Nacional, para utilizar la caída o salto de agua del río Valdivia, situado a 100 kilómetros de la ciudad de este nombre, en un vasto plan de transmisión y distribución de energía, principalmente para fines electro-metalúrgicos. Se agrega que el kilowatt-hora puede venderse en toda la región a un *centavo moneda corriente chilena*.

Supongamos que se trata del caso más favorable, es decir, de entrega en las líneas de alta tensión, sin incurrir en gastos de distribución por medio de redes, que son más temiblemente elevados, según muy claramente pudimos verlo más atrás. Fuera de esto, pongámonos en el caso del factor carga más elevado, de 87 por ciento, hasta aquí alcanzado en la práctica. (Ontario Power Company of Niagara Falls).

El máximo rendimiento en dinero, por kilowatt de capacidad de planta, en actividad, sería, entonces, al año de

$$0.87 \times 8760 \frac{K_1}{100} \dots \text{pesos moneda corriente}$$

Como $K_1 = 1$ centavo papel = a lo sumo, 0,33 centavos oro, la expresión anterior arroja como resultado \$ 25.40 moneda nacional de oro. Esto deberá cubrir el interés y depreciación, que mantendremos en 11 por ciento, y los gastos fijos de explotación, que reduciremos de 16 pesos oro, para el caso de los Maitenes a sólo 10 pesos oro, exagerando no poco la economía susceptible de obtenerse en la región nombrada, respecto de la región central de Chile, bien entendido que en igual grado de seguridad de funcionamiento.

Tenemos, entonces, según (3).

$$0.11 A + 10 = 25.40$$

de donde

$$A = 140 \text{ pesos oro.}$$

Este resultado es necesariamente absurdo, pues tratándose de transmisiones a 100 Km., a más 100,000 Volts. por la fuerza y de una potencia transmisora mínima, de 22.000 a 24.000 kilowatts, para empezar, la valuación unitaria mínima, A, aceptable, dentro de todos los datos que se conocen sobre la materia, no puede ser inferior a \$ 1,200 moneda corriente, para una equivalencia de \$ 3, papel por \$ 1, moneda nacional de oro. en otros términos, se tiene como mínimo para A, cuatrocientos pesos oro chileno, o sean 135 dólares.

Sobre esta base de los \$ 400, oro como valuación unitaria para todo el sistema, en vez de los \$ 1,100 a \$ 1,200 para el sistema Santiago-Valparaíso estudiado, podemos formar el siguiente cuadro, empleando la fórmula

$$K = \frac{100 (0.11 \times 400 + 10)}{8760} \dots \text{centavos oro}$$

Tabla III

PRECIO DE VENTA AL POR MAYOR DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA, APLICABLE AL CASO DEL PROYECTO PARA LA REGIÓN DE VALDIVIA

Factor de carga Por ciento	Horas Anuales	Precio del KW-H Centavos oro	Valuación unitaria Centavos papel
10	876	6.17	18.50
20	1752	3.10	9.30
30	2628	2.05	6.15
40	3504	1.54	4.73
50	4380	1.23	3.69
60	5156	1.05	3.15
70	6132	0.88	2.64
80	7008	0.77	2.31
90	7884	0.69	2.10
100	8760	0.62	1.86

NOTA.—En este cálculo se estima que el peso oro equivale a 3 pesos moneda corriente.

Como dato comparativo agregaremos que el costo medio del primer establecimiento por kilowatt, de las estaciones hidro-eléctricas suizas (Según Proceedings of the National Electric Light Association de EE. UU., Mayo de 1911), sube a 621 pesos oro chileno. Pero esto no envuelve seguramente aquella parte tan importante de los gastos intangibles, estimados generalmente en un tercio del costo llamado de reproducción, en los avalúos de los sistemas hidro-eléctricos. Téngase presente, además, que Suiza es un país que produce su propia maquinaria y no necesita pedir al extranjero ni turbinas, ni dinamos, ni cañerías.

II. Precio de la energía eléctrica en Santiago

9. Factores de encarecimiento del kilowatt-hora entregado a domicilio en la ciudad.

La TABLA I y la Fig. 1 demuestran claramente cuál debe ser el precio equitativo de venta al por mayor, o sea en los puntos de entrega de las líneas de alta tensión de un sistema productor y distribuidor, con las características de costo de instalación y gastos de explotación, de una Compañía como la que ha servido de referencia para este estudio.

El contrato entre la Compañía Chilena de Electricidad Ltda. y la Empresa de los Ferrocarriles del Estado, referente al suministro de energía para la electrificación de la I Zona, ofrece una base segura y adecuada para el establecimiento de tarifas equitativas en cualesquiera condiciones de factor de carga y demanda máxima, ya se trate de venta de energía al Fisco, ya a otra clase de consumidores.

Pero las condiciones varían considerablemente para el caso de la venta d

energía al por menor y a domicilio. Existen y no pueden evitarse cuatro factores de encarecimiento que hacen subir las tarifas de un modo extraordinario, como va a verse.

Los servicios de consumo eléctrico en la ciudad pueden dividirse en las siguientes categorías:

1. Alumbrado residencial o doméstico, y alumbrado comercial, que para los propósitos de estudio resumiremos en una sola categoría, la de «alumbrado particular».
2. Fuerza motriz o consumo industrial de energía.
3. Alumbrado público.
4. Tranvías.

Las dos últimas constituyen explotaciones por separado y la segunda se rige por tarifas especiales, que hasta aquí no son materia de discusión; nos limitaremos, pues, al caso del alumbrado particular, cuya tarifa básica y máxima de 35 centavos oro por kilowatt-hora, es objetada, aparentemente con mucha razón, al compararla con la tarifa de los 4 centavos oro que se cobra en el caso de la electrificación de los ferrocarriles.

Respecto del alumbrado particular, existen cuatro causas de encarecimiento que elevan el precio del kilowatt-hora a ocho y más veces que el correspondiente a contratos de venta de energía eléctrica en condiciones muy diversas, como ser en el caso de la electrificación de la I Zona de los Ferrocarriles del Estado. Ellas son:

- a. Factor de carga muy desfavorable;
- b. Pérdidas de energía en el sistema distribuidor;
- c. Interés y depreciación sobre el costo de este sistema;
- d. Gastos de explotación del mismo, aplicables al alumbrado particular.

a) El factor medio de carga asignable al concurso combinado, doméstico y comercial, que continuaremos designándolo alumbrado particular, es sólo de 14 por ciento; de suerte que comparado con el 50 por ciento del contrato de la electrificación, daría lugar a una tarifa de $4 \cdot \frac{50}{14} = 14.3$ centavos oro por kilowatt-hora en

los puntos de expendio al por mayor. Pero es indudable que de los 15000 kilowatts que aproximadamente intervienen en satisfacer la demanda máxima de este alumbrado particular, es empleada o puede ser empleada por la Compañía en satisfacer otra demanda a horas diferentes de la demanda que nos ocupa. En otros términos, existe un factor de diversidad que tomar en cuenta; y así, cada kilowatt de su capacidad máxima normal que la Compañía necesita dedicar al alumbrado particular, con una producción de sólo 3.35 kilowatt-horas, puede entregar independientemente digamos 1.64 kilowatt-horas, lo que eleva a unos 5 kilowatt-horas la entrega diaria.

Por otra parte, hemos visto más atrás que la valuación de potencia unitaria exige una entrada de \$ 176 oro anuales, o sea 48 centavos diarios, para cubrir el interés y la depreciación y los gastos fijos de explotación y generales. Luego, a cada kilowatt-hora de los cinco antedichos corresponden 9.6 centavos oro, y esto es lo que hay que cobrar, para empezar, por kilowatt-hora del alumbrado particular.

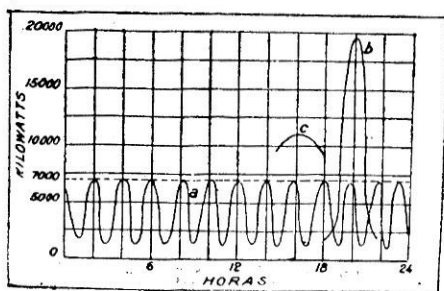


Fig. 3.—Comparación esquemática de las diferencias de condiciones, cuanto a factores de carga y de diversidad, entre el consumo particular, b, y el de la Electrificación de los Ferrocarriles, a.

b) El sistema distribuidor consta de dos partes:

1) las subestaciones, las líneas de media tensión y la red de baja tensión, de corriente trifase alterna; y

2) las subestaciones, los alimentadores y la red trifilar, de corriente continua.

En la primera, las pérdidas en los núcleos de los transformadores durante las 24 horas, y referidas a 5 horas de utilización, más las pérdidas en el cobre, combinadas ambas con las pérdidas en las líneas de tensión media y en la red general de baja tensión, pueden estimarse con suficiente aproximación en 20 por ciento. En la segunda, las pérdidas combinadas son necesariamente mayores y no bajan de 30 por ciento.

Adoptaremos el promedio de 25 por ciento o un rendimiento de distribución de 75 por ciento. En consecuencia, el costo de la energía al entrar a los medidores domiciliarios será

$$\frac{9.6}{0.75} = 12.8 \text{ centavos oro} \dots (1)$$

c) El costo de las subestaciones y de la extensísima doble red subterránea de Santiago es de 40 millones de pesos oro, y de esta cuantiosa suma corresponden, por lo menos, veinticinco millones al servicio del alumbrado particular. Aplicando a ella sólo 10 por ciento por interés y depreciación anuales, y repartiendo el resultado en los 18 millones de kilowatts-horas a que sube hoy el consumo de la categoría que nos ocupa, tenemos

$$\frac{2\,500\,000}{18\,000\,000} = 13.9 \text{ centavos oro, K. W.-h} \dots (2)$$

d) Los gastos de explotación del servicio de alumbrado particular, tratándose de un territorio de canalización eléctrica tan extensa y de densidad de consumo tan baja, tienen que ser comparativamente elevados.

Ellos envuelven: salarios y sueldos del personal de subestaciones y de vigilancia y mantenimiento de las redes; servicio de medidores (no incluyendo el arriendo de ellos, que la compañía cobra directamente a los consumidores); administración y gastos fijos y generales de impuestos, seguros y contribuciones; personal de cobranzas, castigos de cuentas; intereses por retardos de pago; etc., etc.

Estos gastos son proporcionales al número de consumidores o de servicios instalados y no a la magnitud del consumo en kilowatt-horas por servicio. De allí que las Compañías, para el mejor conocimiento de sus cuentas, hagan la distinción entre alumbrado doméstico y alumbrado comercial, que en cierto modo corresponden a pequeños consumidores y a grandes consumidores.

Item es éste, el de los gastos de explotación o distribución, que sube como al 25% del precio total de venta del kilowatt-hora, como resulta del análisis de Compañías extranjeras, que hemos hecho. Es decir, tendremos para nuestro caso con suficiente aproximación:

$$\text{Gastos de explotación, por K.W.-h} = 8 \text{ cts. oro} \dots (3)$$

La suma de (1), (2) y (3) nos da como precio justificado de venta del kilowatt-hora en Santiago, en las actuales circunstancias de monto de energía vendido para el alumbrado particular, un promedio de 34.7 centavos oro, es decir, prácticamente los 35 centavos oro adoptados como tarifa básica por la Compañía.

III. El precio de venta de la energía eléctrica para usos industriales, electromotores. etc.

10. Es indudable que este precio tiene que estar subordinado a lo que cuesta la energía obtenida por otros medios, para realizar ciertos resultados de orden mecánico, calorífico o lo que fuere. en paridad de economía u otras circunstancias favorables, respecto del empleo de la energía eléctrica.

Nos limitaremos al caso de la «fuerza motriz», comparando lo que cuesta el kilowatt-hora mecánicamente obtenido, por medio del motor de gas de alumbrado, del motor semi-Diesel, y de los electro-motores. Tratándose de estos últimos es necesario distinguir, desde luego, entre el dicho kilowatt-hora mecánico utilizable en el eje del motor, y la energía en kilowatt-horas que para llegar a obtenerlo es necesario comprar a la Compañía proveedora, dado que el rendimiento no es nunca la unidad.

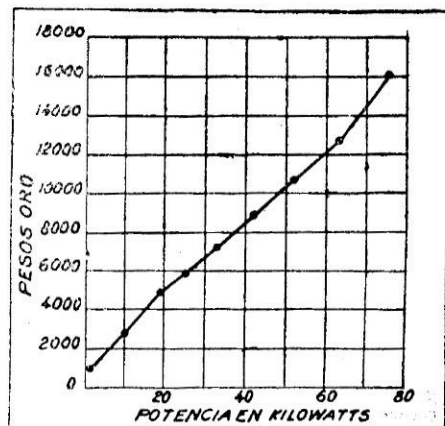
Hecha esta comparación, estaremos en aptitud de juzgar si las tarifas para «fuerza motriz» son equitativas y justificadas.

II. Caso del motor de gas.

Comenzaremos por dar el costo de estos motores, incluyendo los gastos de instalación, en Santiago (1924). En seguida, en un ejemplo calcularemos lo que cuesta el kilowatt-hora, para una potencia en torno a 25 kilowatts, y con el factor de carga que se indica, de 33% diario.

COSTO DE LOS MOTORES DE GAS INCLUYENDO
GASTOS DE INSTALACION EN SANTIAGO
(Motores Stockport. Errázuriz. Simpson y Cía.)

Potencia en K.W.	Costo en \$ oro
1.5	970
2.25	1265
3.75	1560
5.25	1907
6.75	2270
8.75	2600
10.50	2895
14.25	3380
19.50	4870
25.50	6050
33.	7230
42.	8840
52.5	10730
63.	12760



EJEMPLO

Consumo de gas del motor, 25.50 K.W., a plena carga, 1.333 m ³ . a 10 cts. oro.....	13.33 cts. oro/K.W.-h.
Aceite, agua, hilachas, minimum.....	67 » »
	14.00 cts. oro/K.W.-h
Mecánico \$ 100 al mes, divididos en 25.50 × 8 × 25 = 5000 K.W.-h.....	2.00 » »
TOTAL.....	16.00 cts. oro K/W.-h.

Con factor de carga 33% diario y sin incluir interés ni amortización.

12. *Caso del motor semi-Diesel.*

Un motor semi-Diesel de 26 kilowatts (importadores, Guttman y Maurer) cuesta en Santiago, a razón de \$ 173, oro por kilowatt, la suma de \$ 4,500, oro. Agregando los gastos de instalación, calculados en un 20 por ciento, resulta un total de \$ 5,400, oro.

He aquí ahora, el cálculo del costo del kilowatt-hora correspondiente:

Consumo de petróleo, 0.470 Kg./K. W.—h	
a 10 cts. oro el kg.....	4.70 c. oro/ K. W.—h
Aceite, agua, etc.....	0.70 » » »
Mecánico, a \$ 100, oro al mes:	
$\frac{10,000}{26 \times 8 \times 25}$	2.00 » » »
TOTAL.....	7.40 c. oro/K. W.—h

Con un factor de carga diario de 33 por ciento. sin incluir interés ni amortización.

13. *Gasto de electromotores y del kilowatt hora mecánico con ellos obtenido.*

Adoptaremos un tamaño de motor sensiblemente igual en potencia a los dos, de gas y semi-Diesel, anteriormente considerados. Por ejemplo:

a) Motor continuo Siemens-Schucker, precio con todos sus accesorio, instalado, funcionando \$ 2,525, oro.

b) Motor de inducción, trifase, Siemens-Schuckert con todos sus accesorios, instalado, funcionando, \$ 1,945, oro.

Aunque no es igual el rendimiento en ambos casos, sin mayor error supongamos que para ambos sea de 87% a plena carga. Entonces los 25 K. W. exigirán una potencia de entrada igual a $25/0.97 = 28.7$ K. W.

Suponiendo, como en los dos ejemplos que preceden, un trabajo mensual de

25 K. W. x 25 días x 8 horas =	5,000 kilowatt-horas
habría que pagar la Compañía	
$5,000/0.87$	= 5.747 kilowatt-horas.

Ahora bien, la tarifa general de la Compañía Chilena de electricidad, para instalaciones de 50 K. W., es el siguiente:

Precio mínimo mensual de \$ 10, oro, cualquiera que sea la potencia instalada.

Primeros	100	K.W.-h	a 24 cts. oro.....	\$ 24.—
Siguientes	150	»	» 20 »	30.—
»	1250	»	» 15 »	187.50
»	2500	»	» 12 »	300.—
Resto	1000	»	» 10 »	100.—

TOTAL 5.000 K. W.—h..... \$ 641,50

Resulta un precio medio de 12.83 cts. oro/K.W.-h
Luego el consumidor tendría que pagar al mes

$$5747 \times 0.1283 = \$ 737. \text{ oro}$$

Luego el kilowatt-hora en el eje de su motor le resulta

$$\frac{\$ 737.}{5000} = 14.74 \text{ cts. oro}$$

No se incluye gasto de mecánico, por ser el motor eléctrico de una exigencia nula, al respecto, comparando con lo que ocurre con los motores térmicos, de explosión, considerados.

13. Resumen.

	Cts. Oro por K.W.-h.	Total K.W.	Por K.W.
Gas.....	16.00	\$ 6050	\$ 237
Semi-Diesel	7.40	5400	208
Electromotor.....	14.74	{ 2525 1945	101 78