

Informe de la Comisión Gubernativa sobre la Industria Siderúrgica en Chile

(Continuación)

Juan Lepe
Caffiero Strappa
Gustavo Vicuña
Guillermo Moore
Francisco Rojas
Enrique Carrasco
Marín Rodríguez
Eulogio Sánchez
Alejandro Echegoyen
Oscar Heiremans
Benjamín Leiding

ANEXO 5.

YACIMIENTOS DE MINERALES DE FIERRO, SUS RESERVAS Y CONDICIONES ECONOMICAS

Chile posee importantes yacimientos de fierro, tanto bajo el punto de vista de su magnitud como de la pureza de sus minerales y condiciones económicas de explotación.

A base de esta afirmación, puede establecerse en términos generales que, bajo el punto de vista del aprovisionamiento de minerales de fierro, la industria siderúrgica chilena está completamente asegurada, tanto para las necesidades del país, como para una posible exportación.

YACIMIENTOS

Los principales yacimientos de fierro conocidos hasta ahora en Chile, se encuentran ubicados en los departamentos de La Serena y de Huasco.

Hay, sin embargo, también otros yacimientos que pueden llegar a ser de importancia en los departamentos de Antofagasta, Taltal, Chañaral, Copiapó, Ovalle, Petorca, Santiago y Talca.

En el Departamento de Minas y Petróleos se tienen antecedentes completos sobre los primeros y datos generales sobre los segundos.

Una lista de ambos grupos, según ubicación de Norte a Sur, es la siguiente:

Nombre	Provincia	Departamento	Observaciones
1) El Potrero	Antofagasta	Taltal	Sin estudios
2) Cifunchos	Antofagasta	Taltal	Sin estudios
3) Varillas	Atacama	Chañaral	Sin estudios
4) Cerro Imán	Atacama	Copiapó	Estudiado
5) Portezuelo Negro	Atacama	Copiapó	Estudiado
6) Bandurria	Atacama	Copiapó	Estudiado
7) Los Colorados	Atacama	Huasco	Estudiado
8) Chañar Quemado	Atacama	Huasco	Estudiado
9) Sositas	Atacama	Huasco	Estudiado
10) Huantemé	Atacama	Huasco	Estudiado
11) Algarrobo	Atacama	Huasco	Cubicado
12) Cristales	Coquimbo	Serena	Estudiado
13) El Tofo	Coquimbo	Serena	Cubicado
14) Escoba	Coquimbo	Serena	Sin estudios
15) Romeral	Coquimbo	Serena	Cubicado
16) El Dorado	Coquimbo	Ovalle	Estudiado
17) Cerro Imán	Aconcagua	Petorca	Sin estudio
18) Lampa	Santiago	Santiago	Estudiado
19) Chilicauquén	Valparaíso	Quillota	Estudiado
20) Fortuna	Talca	Talca	Cubicado

De estos yacimientos son de especial importancia ya conocida los de: El Tofo, Algarrobo, Romeral, Cristales, Portezuelo Negro, Fortuna y Los Colorados.

Los cuatro primeros son yacimientos de gran magnitud del tipo de rebosaderos que afloran en medio de una formación de diorita y los tres siguientes tienen por formación potentes vetarrones de forma lenticular alineados según una larga corrida.

El mineral consiste en hematita y magnetita de alta ley, muy cercana a 60% de fierro y bastante puro, con no más de 0.10% de fósforo y sólo indicios de azufre.

El único de estos yacimientos que en la actualidad se trabaja es El Tofo, perteneciente a una Compañía Francesa, y se explota en gran escala, cerca de 140,000 toneladas mensuales, por sus arrendatarios la Empresa Norteamericana Bethlehem Chile Iron Mines Co., que lo exporta a sus fundiciones en Estados Unidos; entregando una pequeña parte de su producción a la Empresa Chilena Compañía Electro Siderúrgica e Industrial de Valdivia, según contrato vigente.

La Bethlehem Chile Iron Mines Co., además, es propietaria del yacimiento Romeral, que lo guarda como reserva de El Tofo.

El yacimiento de Algarrobo, que es el de mayor reserva cubizada, pertenece a la Sociedad Minera Chilena-Alemana-Holandesa, quien hasta ahora no ha colocado explotación y se ha limitado solamente a estudiarlo.

Los demás yacimientos pertenecen a Empresas Chilenas.

El «Sindicato Industrial de Chile» tiene un antiguo proyecto de producción de acero, a base de explotar los minerales de los yacimientos de Huantemé y vecinos, por los que tiene opción de compra; proyecto para cuya ejecución, su estudio y adquisición de las minas busca actualmente capitales.

El señor Adolfo Millán del Ríó, propietario del yacimiento Fortuna en Talca, tiene el proyecto de instalar una usina a base de este yacimiento y con ayuda de la Corporación de Fomento, quien le está estudiando las minas.

RESERVAS

Las principales reservas ya conocidas de minerales de fierro en Chile están formadas por los yacimientos de Algarrobo, El Tofo, Romeral y Cristales, en los que ya se ha cubicado una importante cantidad de mineral del tipo positivo, además de una buena expectativa del tipo probable y posible.

En los demás yacimientos, salvo el caso de «Fortuna», hasta la fecha sólo se han hecho apreciaciones de estimación de mineral probable y posible, a base de estudios geofísicos y geológicos; estimaciones que habrá que evidenciarlas por medio de labores mineras de cubicación, para transformar en «mineral positivo» tal estimación.

Estas reservas pueden resumirse en el siguiente cuadro de cubicación:

Yacimiento	Propietario	Positivo Tons.	Probable Posible Tons.	Ley Media %
El Tofo	H. F. F. et A. de Ch	19.000,000	.....	60
Algarrobo	Soc. M. Ch. A. H.	20.000,000	87.000,000	60
Romeral.....	Bethlehem Chile	18.000,000	.....	60
Fortuna	Sr. A. Millán	1.012,000	1.400,000	58
Los Colorados....	Cía. Fierros Atac.	.....	5.400,000	60
Huantemé	Sr. E. Merino	.....	2.600,000	60
Sositas	Sr. E. Merino	.....	1.780,000	60
Chañar Quemado..	Sr. E. Merino .....	.....	600,000	55
Varios	Varios	.....	21.000,000	60
TOTALES ..	Varios	58.012,000	119.780,000	60

Es decir, puede contarse con cerca de 60.000,000 de toneladas de mineral positivo y alrededor de 120.000,000 de toneladas de mineral probable y posible. Minerales muy cercanos a 60% de fierro.

Gran parte de estas reservas están en poder de Empresas extranjeras, pero según Decreto de Hacienda N.º 2781, del 1.º de julio de 1929, la Bethlehem Chile Iron Mines Co., debe entregar al Estado un 10% de su explotación a precio de costo y, además, la Compañía Electro Siderúrgica e Industrial de Valdivia puede recibir de la Bethlehem Steel Iron Mines Co. hasta 100,000 toneladas anuales de mineral a un precio cercano al costo de 1.47 y, posteriormente, 1.50 dólar por tonelada, durante 35 años, a partir del año 1939.

Una producción anual de 50,000 toneladas de acero, como sería la que se considera en este estudio, significaría un consumo de unas 90,000 toneladas de mineral de 55% de ley por año.

Esta cantidad podría servirse ampliamente con el 10% de la explotación de

El Tofo, que significa 168,000 toneladas de mineral; producción que El Tofo más Romeral la pueden dar durante unos 22 años y Algarrobo durante unos 60 años más.

Se vé, pues, que, bajo el punto de vista del aprovisionamiento de mineral, una Planta Siderúrgica de unas 50,000 toneladas de acero por año, no debe tener ningún temor.

CONDICIONES ECONÓMICAS

Las condiciones económicas de un yacimiento dependerán del tipo de formación, sea rebosadero o vetarrón, lo que influirá apreciablemente en el costo directo de explotación, dadas las diferencias de tonelaje que se pueden tratar; de su ubicación con respecto a la costa, que tendrá influencia en su transporte y, finalmente, de su composición y pureza, que tendrá influencia en el costo del tratamiento siderúrgico.

Con respecto a su formación, se puede calcular que el costo de la tonelada de mineral explotado en gran escala, puesto yacimiento, para el tipo rebosadero como El Tofo, Romeral, Algarrobo, etc., es de:

Por jornales	\$	2.70
Por sueldos		2.30
Por explosivos		1.10
Por combustible		0.80
Por materiales		2.20
Por repuestos.....		3.00
Por gastos generales		5.40
		<hr/>
COSTO TOTAL	\$	<u>17.50</u>

Mientras el mismo costo para un yacimiento del tipo vetarrón, como Fortuna, Los Colorados, Huantemé, etc., resulta de:

Por jornales	\$	12.00
Por sueldos		4.00
Por explosivos		5.00
Por materiales		4.00
Por movilización		4.00
Por gastos generales		5.00
		<hr/>
COSTO TOTAL	\$	<u>34.00</u>

Se vé, pues, una influencia apreciable del tipo de yacimiento, en el costo por tonelada de producto, debido a la importancia del gran mayor tonelaje y mecanización que se puede emplear en un tipo de yacimiento con respecto al otro.

Con referencia a su ubicación y dado que los yacimientos de importancia se encuentran todos en el Norte, mientras las posibilidades de la intalación de una industria siderúrgica están por las fuentes de energía en el Sur, todos los yacimientos

tendrán que soportar un transporte marítimo semejante y sólo vendrá a tener influencia la distancia del yacimiento a la costa, cuyo transporte depende, en gran parte, del kilometraje.

Hace excepción a esta situación el yacimiento Fortuna en Talca por encontrarse al lado de una fuente de energía.

El valor del transporte marítimo por tonelada de mineral, incluyendo embarque y desembarque, desde los puertos del Norte, Chañaral a Coquimbo, hasta los del Sur, como Talcahuano y otros vecinos, puede estimarse en \$ 90, valor que podría bajarse probablemente aun a menos de \$ 40 al contarse con buques especiales y medios mecánicos de embarque y desembarque.

El valor del transporte terrestre por tonelada de mineral puede estimarse en una cifra cercana a \$ 0.50 por kilómetro, lo cual hace ver que tiene bastante importancia económica la distancia del yacimiento a la costa.

Finalmente, la composición y pureza del mineral, tiene también importancia económica, ya que por un lado hay que eliminar las impurezas y aun puede necesitarse un sistema especial de tratamiento siderúrgico o por lo menos de revestimiento de los hornos, y por otro una baja ley en fierro encarece el transporte útil y malgasta la capacidad de fundición.

Tomando en cuenta estas tres condiciones determinantes, no puede prestarse a ninguna duda que, entre los yacimientos de fierro conocidos, los más apropiados para fundar en ellos el aprovisionamiento de mineral para una industria siderúrgica de la magnitud anotada, serían: El Tofo, Romeral o Algarrobo; ya que se trata de rebosaderos, están cerca de la costa y, además de tener una alta ley en fierro, no tienen impurezas perjudiciales.

El yacimiento Fortuna de Talca, si bien ofrece ciertas condiciones económicas favorables, no podría ser la base para la principal o única usina siderúrgica en el país, ya que no tiene las reservas de mineral necesarias para justificar la magnitud de esta usina.

Ahora, a base de los yacimientos: El Tofo, Romeral y Algarrobo, no habría ninguna duda sobre que El Tofo sería por ahora el indicado para proveer de fierro en forma económica a la industria siderúrgica en proyecto.

Esto a base de que en este yacimiento no hay que hacer ninguna inversión de instalación de faenas, adquisición de maquinarias, instalaciones de transporte, de puerto de embarque, etc., y ya que de él se puede conseguir mineral a precio de costo, que por corresponder a un gran tonelaje diez veces mayor que el a emplearse, resultará mucho más bajo que el costo de que si se explotara solamente el mineral para la usina que nos preocupa.

Es, pues, bastante fácil, con los números y consideraciones expuestas, demostrar que el yacimiento El Tofo presenta condiciones muy por encima de cualquier otro yacimiento, para ser la base más favorable de aprovisionamiento de nuestra industria siderúrgica.

Finalmente, se puede establecer que el costo de la tonelada de mineral del yacimiento El Tofo, puesto en un puerto del Sur, como Talcahuano por ejemplo, sería de:

Costo por mineral chancado puesto a bordo, según actual contrato de entregarlo al costo	\$ 20.00
Costo flete, en buque especial y propio desde Cruz Grande hasta puerto Talcahuano, por ejemplo	25.00
Costo descarga en puerto por medios mecánicos . .	10.00
 COSTO TOTAL POR TONELADA	 \$ 55.00

Costo bastante prudente, a pesar que queda muy por debajo del actual costo a Corral, debido a que éste tiene que pagar por flete \$ 72 por tonelada en barcos no especiales ni apropiados y \$ 10 por tonelada por desembarque en Corral, lo que se hace en forma manual y muy rudimentaria.

Resulta de interés hacer notar que este costo de \$ 55 por tonelada es, debido a las buenas condiciones generales de nuestros yacimientos, bastante bajo con respecto a los costos que se tienen en otros países productores de fierro.

Antes de terminar, debemos hacer presente que, aunque la ley media de El Tofo es cercana a 60% de fierro, en vista que a Corral, ha estado llegando últimamente mineral de sólo 55%, convendría considerar dicha ley en los cálculos económicos como factor de seguridad.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Resumiendo esta información sobre yacimientos de minerales de fierro, sus reservas y condiciones económicas, como base para una industria siderúrgica nacional, puede decirse:

Que, aunque no se ha terminado en Chile la búsqueda y prospección de los yacimientos de fierro, se tienen ya ubicados y parcialmente conocidos a lo menos unos 20 yacimientos de cierta importancia.

Que, en los 10 principales de estos yacimientos, se puede estimar una reserva del orden de los 60.000,000 de toneladas de mineral positivo y 120.000,000 de toneladas de mineral probable y posible.

Que, la mayoría de estos yacimientos tiene un mineral de buena ley, cercano al 60% de fierro, y sus impurezas están dentro de los límites tolerables.

Que, las principales reservas de fierro se encuentran en el Norte del país, en los departamentos de Huasco y Serena; minerales que habrá que trasladarlos al Sur en busca de energía hidroeléctrica y carbón reductor, pero *lo menos posible*, a fin de no alejarse del lugar de consumo del acero, que queda en el Centro del país.

Que, entre las reservas más económicas de explotación, figuran el grupo de yacimientos: El Tofo, Romeral y Algarrobo, tanto por tratarse de grandes rebosaderos, como por estar cerca de la costa y ser minerales limpios y de alta ley.

Que, estos tres yacimientos con sus cuotas disponibles podrían fácilmente alimentar no sólo las necesidades actuales del país, de unas 50,000 toneladas anuales de acero por unos 80 a 100 años, sino que también responder a una necesidad mucho mayor.

Que, estos yacimientos podrían entregar mineral puesto puerto en el Sur, por ejemplo en Talcahuano, a razón de \$ 55 la tonelada, a base de contratos ya existentes y de conseguir un transporte marítimo apropiado.

Y que es fácil llegar a la conclusión que, de entre estos yacimientos, sería El Tófo el más apropiado para abastecer nuestra industria siderúrgica en proyecto, en forma económica, ya que él evita el distraer capitales en instalaciones mineras, y a que, según contrato, nos puede proporcionar el mineral suficiente a un precio de costo cercano a \$ 20 la tonelada, correspondiente a una explotación diez veces mayor que la necesaria.

ANEXO 6.

MINERALES SECUNDARIOS Y FERRO ALEACIONES

Como minerales secundarios, en la industria siderúrgica, debemos considerar: el manganeso, el cuarzo, el cromo, el wolfram, el molibdeno y el cobalto.

El manganeso toma en esta industria especial importancia, pues entra en cerca de un 80% en la composición o fabricación del ferro manganeso.

Producto que, por un lado, junto con el ferro silicio, juega un papel importante en la fabricación misma del acero, como cuerpos reductores o desoxidantes, y por otro, junto con el ferro cromo, ferro wolfram, ferro molibdeno y ferro cobalto, sirve para formar aceros especiales en que entra el metal de estas ferro aleaciones en combinación con el acero para darle propiedades físicas especiales.

Estas ferro aleaciones se fabrican, a su vez, a base de fundir minerales de fierro con minerales de manganeso, de cromo, de wolfram, de molibdeno, de cobalto o con cuarzo.

A pesar que el consumo anual en Chile de estas ferro aleaciones es bastante limitado: 700 toneladas de ferro manganeso; 300 toneladas de ferro silicio; 6 toneladas de ferro cromo y cerca de 1 tonelada de cada una de las demás; y de que ya está por entrarse a fabricar normalmente en Chile estos productos, debe pensarse en que una industria siderúrgica de importancia va a tener un mayor consumo y, por lo tanto, convendría que tuviese su producción propia, tanto para sus necesidades como para una posible y muy rentable exportación.

Teniendo todos estos metales en Chile, en forma de minerales, y aún produciéndose concentrados de algunos de ellos como de molibdeno y de cobalto, convendría aprovecharlos para fabricar estas ferro aleaciones y aun mejor, aceros especiales, con fines de exportación.

En este sentido podría tomar especial importancia el ferro manganeso, por ser el de mayor consumo.

En Chile se conocen ya importantes estimaciones probables de minerales de manganeso: 1.500,000 toneladas de buena ley; actualmente se tiene una producción, que se exporta, de 36,000 toneladas anuales de 45% de ley, y con un costo, puesto mina, cercano a \$ 60 para mineral y a \$ 170 para el concentrado.

Esta exportación, que actualmente se hace a Estados Unidos por la situación internacional, no podrá continuarse en tiempos normales por la competencia del manganeso de Cuba y, especialmente, el de Rusia.

Estados Unidos, que lleva bastante mineral de fierro de Chile, 66% de las importaciones norteamericanas, podría adquirirnos nuestra posible y futura producción de fierro manganeso.

Especialmente cuando sabemos que en tiempos normales Estados Unidos produce unas 270,000 toneladas de fierro manganeso de 79% de Mn., para lo cual tiene que importar unas 500,000 toneladas de minerales de manganeso de 35% y, además, importa directamente unas 40,000 toneladas anuales de fierro manganeso, para saldar su consumo.

Tendríamos, además, otros posibles consumidores de fierro manganeso en el Perú y Argentina.

Finalmente, puede desde luego establecerse que, para la fabricación de fierro aleaciones, tenemos suficientes minerales de wolfram en la provincia de Coquimbo, de molibdeno en la provincia de O'Higgins y de cobalto en las provincias de Atacama y Santiago.

CONCLUSIONES

Chile puede producir regulares cantidades de minerales de manganeso, wolfram, cobalto o cuarzo.

Producciones que le pueden servir para fabricar las propias fierro aleaciones que necesita en la industria siderúrgica, tanto para el proceso siderúrgico mismo, como para fabricar tipos especiales de acero.

Por tanto, al proyectar la usina para la industria siderúrgica chilena, convendría considerar estas posibles producciones.

Producción que podría llegarse aún a exportar, con muy buenas utilidades, consiguiendo por lo menos parte de las importaciones de Estados Unidos, Perú y Argentina.

ANEXO 7.

DISPONIBILIDADES DE CARBÓN Y ENERGIA ELECTRICA

CARBÓN

Para formarse un concepto sobre las posibles disponibilidades de carbón para la industria siderúrgica, debemos atenernos a los consumos de carbón dentro de los 10 últimos años, el que está formado por la producción nacional y las importaciones, ya que la primera no ha podido abastecer sola al país. En el cuadro que sigue se dan las cifras correspondientes:

Año	Producción neta	Importación
1930	1.284,000 Tons.	19,000 Tons.
1931	960,000 »	11,000 »
1932	950,000 »	4,000 »
1933	1.374,000 »	3,000 »
1934	1.623,000 »	7,000 »
1935	1.695,000 »	7,000 »
1936	1.625,000 »	27,000 »
1937	1.786,000 »	12,000 »
1938	1.838,000 »	7,000 »
1939	1.651,000 »	9,000 »
1940	1.736,000 »	221,000 »
1941	1.826,000 »	69,000 »
1942 m/m.	2.000,000 »	100,000 » (estimación)

La existencia probable de carbón en Chile alcanza a 200.000,000 de toneladas en las zonas hasta ahora exploradas.

No estimamos necesario hacer la comparación de consumo por habitante año a año, porque hay factores que influyen circunstancialmente, pero haremos notar que, de 300 kilos en 1930, ha subido a 400 kilos en 1940.

Actualmente el precio del carbón nacional puesto carro en el muelle de Lota alcanza a \$ 219.60, sin incluir regalía fiscal, comisión racionadora e impuesto.

ENERGÍA ELÉCTRICA

En lo que respecta a la energía eléctrica, debemos estudiar el país en las diversas zonas en que sería posible instalar la industria siderúrgica. Descartamos el sector norte por no ser posible contar con plantas hidráulicas para la generación de energía; estudiaremos, pues, la sección Santiago, Talca, Concepción y Valdivia.

Santiago.—Las dos plantas en proyecto que podrían dar una cantidad apreciable de energía en esta sección serían la de Sauzal en el río Cachapoal y la de Rapel. La primera, cuyas obras civiles están iniciadas, podría suministrar a la industria siderúrgica un máximo de 10,000 Kw., que sería insuficiente para una usina de mediana capacidad y que por otra parte resultaría muy subida si se toma en consideración que los mínimos de esa planta reducen su potencia en algunos meses del año sólo a 20,000 Kw. La del río Rapel, que queda más o menos a 10 kilómetros del puerto de San Antonio, podría suministrar un máximo de 40,000 Kw., no siendo posible contar con dicha obra, aunque se tuviera la maquinaria antes de 6 años. El costo del Kw. instalado en la región se estima alrededor de \$ 2,000 en lo que respecta a la planta, obras de toma, etc. La línea de transmisión se podría avaluar en \$ 200,000 el kilómetro.

Talca.—La central de Puelche en el río Maule sería la más conveniente para abastecer de fuerza eléctrica a la región de los yacimientos Fortuna. Se podría disponer de 50,000 Kw. con un costo de \$ 2,200. el Kw. instalado. El plazo de ejecución

sería de 3 años, siempre que se contara con el material. La distancia a que habría que transmitir la energía eléctrica sería alrededor de 10 kilómetros.

Concepción.—La central Abanico en el mismo río Laja podría abastecer la demanda de la industria siderúrgica; actualmente está en ejecución una planta de 40,000 Kw., habiéndose contemplado las obras civiles para la capacidad total de la planta, que sería de 100,000 Kw. El costo medio del Kw. instalado para los 100,000 Kw. se estima en \$ 1,800 el Kw.

En el mismo río Laja existen estudios de otras plantas, por lo que se puede afirmar que en la zona de Concepción hay amplio margen para instalar la industria siderúrgica, aunque fuera ampliando varias veces la capacidad inicial proyectada.

La planta Abanico queda a 140 kilómetros de Concepción y la Corporación de Fomento de la Producción instalará una línea de alta tensión de 154,000 volts. En caso de instalar la industria siderúrgica en esa zona, habría que presupuestar un aumento de capacidad de la línea, cuyo costo se estima en \$ 50,000 el kilómetro. Las obras civiles de la central del Laja están en ejecución y tienen de plazo 30 meses.

Valdivia.—La planta Mañío, a 50 kilómetros de Valdivia, podría suministrar una capacidad de 150,000 Kw.; el costo sería de \$ 1.800 el Kw. o menos y su construcción no está aun resuelta. Las posibilidades de la región puede decirse que son ilimitadas. Igual afirmación podría hacerse con respecto a la zona del Golfo de Reloncaví.

Siendo el valor de la energía un factor fundamental en la industria electro siderúrgica, debemos considerar el costo a que se podría obtener la fuerza eléctrica, aceptando sólo un 5% de interés para el capital invertido. La forma de obtener la fuerza eléctrica en estas condiciones será materia de cómo se estructure la sociedad en proyecto; creemos que, para hacer nuestro estudio de costos, no podemos considerarlo en otra forma.

En consecuencia, si consideramos en las zonas de Valdivia, Concepción o Talca un interés de 5% al capital invertido, una depreciación a las instalaciones de un 3% y como costo directo un centavo por Kw., llegaremos a que el costo de la energía será poco superior a cuatro centavos el Kw. en la usina.

El impuesto de medio centavo que actualmente pagan las empresas que comercian en energía eléctrica, creemos que no debe ser aplicable en este caso, ya que es absolutamente necesario considerar la central, ya sea por intermedio de la Corporación de Fomento u otra forma, como parte integrante de la empresa siderúrgica. Dado el costo de la energía y el alto consumo de la industria siderúrgica, debemos hacer notar la influencia determinante que tienen los impuestos que gravan la energía eléctrica, ya que ha habido durante el año en curso un proyecto de ley que propuso subir este gravamen de medio centavo a dos centavos.

Con estos antecedentes, podemos afirmar que tanto en la región de Talca como en Concepción y Valdivia, para establecer una industria siderúrgica de la capacidad de la que se proyecta, se podría contar con energía eléctrica del orden de cinco centavos el Kw., siendo el punto más favorable, por el menor plazo para contar con la energía, la zona de Concepción. En la región de Santiago no podría pensarse en una planta siderúrgica mayor de 100,000 toneladas y siempre que fuera en un plazo su-

perior a 6 años. Cabe hacer notar también que es probable que en un futuro no lejano la fuerza eléctrica requerida hiciera falta en la región para otras industrias, lo que dejaría a la Industria Electro Siderúrgica expuesta al peligro de tener que paralizar por falta de energía, como ha ocurrido en otros países donde se ha producido el fenómeno anotado.

ANEXO 8.

DISPONIBILIDAD DE ELEMENTOS REDUCTORES:

CARBÓN DE LEÑA Y COKE

1.° *Carbón de leña.*—En las provincias de Atacama y Tarapacá prácticamente no se produce carbón vegetal rústico y en su reemplazo se usa yareta.

Las producciones de carbón de leña en las provincias de Coquimbo hasta Cautín son, por ahora, locales y escasamente satisfacen los mercados respectivos.

De Talca al Norte abundan el espino, talhuén, y quillay, todas maderas que producen un carbón de buen poder calorífico.

De Talca a Chiloé abundan el roble y coigüe; de Arauco a Chiloé, el temu, ulmo, tineo; de Maule a Valdivia, el raulí; y de Maule a Chiloé, el laurel, tepa, olivillo y canelo.

No es posible dar cifras aproximadas de cada especie, por ser los bosques muy heterogéneos y porque no existen catastros de bosques. Una apreciación muy general de la existencia de maderas en pie y de especies comerciales, para aserraderos, la hace fluctuar entre 200 y 250 millones de metros cúbicos.

Existen especies menores mezcladas en diversas proporciones, según la región, que podrían aprovecharse para fabricar carbón. Pueden mencionarse los siguientes: pilo, boldo, triaca, avellano, radal, avellanillo, trevo, maitén, huinque, ciruelillo, etc.

De todas las especies citadas, las más aptas para la fabricación de carbón metalúrgico son: el tepu y la luma, que abundan en Chiloé, tanto en la isla como en el continente.

Se dispone de suficiente madera en el Sur del país; sin embargo, la producción de carbón no se hace en forma conveniente y hay, por lo tanto, escasez de este combustible, especialmente en los meses de invierno. La provincia de Valdivia es la mayor productora de carbón rústico vegetal.

El carbón se puede producir por medios rústicos o en retortas con aprovechamiento de los subproductos de la destilación de la madera. Este procedimiento se emplea en Quellón y en San Antonio.

Para fines metalúrgicos, la explotación de nuestros bosques naturales presenta una serie de dificultades, a saber:

- a) La gran variedad de especies produce un combustible que no es uniforme.
- b) Debido a que la industria del carbón no está organizada para una producción

en gran escala, la carbonización se hace en hornos pequeños, que producen un carbón frágil con un elevado porcentaje de carboncillo y polvo.

c) La madera no se puede dejar secar lo necesario, debido a que los bosques están en una región muy lluviosa.

d) El transporte de la madera y del carbón es costoso a los centros de consumo por las irregularidades del terreno y otros obstáculos naturales.

e) Las faenas carboneras tienen forzosamente que alejarse de la usina, lo cual significa un mayor costo del combustible.

f) No se ha encontrado un envase conveniente y económico para el transporte del carbón.

La producción de carbón de leña transportada por los Ferrocarriles del Estado, en los años que se indican, ha sido la siguiente:

Año	Espino-Talhuén	Otras especies
1936	27,000 tons.	39,000 tons.
1937	23,000 »	58,000 »
1938	22,250 »	50,300 »
1939	24,000 »	56,000 »
T.° M.°	24,065 tons. por año	50,825 tons por año

Es muy probable que el carbón transportado por otros medios no sea inferior a un 60% de estos valores, lo cual da una producción total de 119,824 toneladas anuales.

Las posibilidades de consumo anual actual serían las siguientes:

Altos Hornos de Corral (para 2 hornos)	35,000 Tons.
Reemplazo coke metalúrgico	6,000 »
Calderas a vapor.....	30,000 »
Servicio marítimo FF. CC. del E.	50,000 »
Armada Nacional	4,000 »
Vapores menores	8,000 »
Usos domésticos y varios.....	50,000 »
	183,000 Tons.

Esta cifra indica que hay un déficit de producción debido a que la industria no está organizada en el país y casi su totalidad emplea medios rústicos.

El costo del carbón vegetal es actualmente de \$ 350 por tonelada, puesto en la usina de Corral. Hay una pérdida, por el molido, de más o menos 5%. El fino fluctúa entre 15% y 20%.

CONCLUSIONES:

1.—Existen en el país extensos bosques naturales, pero su madera, para carbón metalúrgico, no es de primera clase, ni resulta económica su explotación con los métodos en práctica.

2.—Para una nueva industria siderúrgica sería necesario aprovechar los bosques de reforestación existentes en las zonas de Santiago-Valparaíso-San Antonio y, especialmente, en la región de Concepción.

3.—Sería necesario organizar la industria del carbón de leña con el fin de aumentar la producción, abaratar el costo y mejorar la calidad.

4.—Debe adoptarse una política de reforestación, especialmente en las zonas vecinas al lugar donde se erijan las nuevas usinas.

2.º *Coke metalúrgico*.—Los carbones chilenos, debido a su alto contenido de materias volátiles (sobre 34%), no se prestan en su estado natural para obtener un coke metalúrgico de primera clase.

En el país existen yacimientos de carbón mineral del tipo pesado y del tipo liviano, conocidos como hullas de llama larga y muy aptos para su empleo como combustible en calderas y para la producción de gas de gasógenos.

Antes de 1929 se hicieron numerosas experiencias en Europa con carbón chileno, el cual, al llegar a las cokerías, daba un 15% de coke grueso. Como resultado de esas experiencias, se llegó a la conclusión de que nuestros carbones eran aptos para obtener coke metalúrgico de segunda y tercera clase, mediante el agregado de cierta porción de carbón de Westfalia de alto poder calorífico. Se puede obtener coke hasta con 60% de material grueso.

Posteriormente, se hicieron experiencias en Bélgica y en el Japón, con resultados más satisfactorios. En estas experiencias se emplearon mezclas dosificadas de carboncillo chileno con semi-coke y brea (todo apisonado) obtenidos del mismo carboncillo. El coke resultante fué tan bueno como cualquier coke metalúrgico con un 67% de coke calibrado.

En Bélgica se hicieron las experiencias según el procedimiento Picters de coke calibrado, y en el Japón en hornos Semet Solvay con mezclas de carboncillo chileno, con su semi coke y brea apisonados.

Se sabe que ha sido posible obtener en Alemania un coke metalúrgico de buena calidad, de los carbones de Alta Silesia (muy similares a los chilenos) los cuales contienen un 33% de materia volátil y sin mezclarlo con otros carbones.

La Corporación de Fomento ha iniciado recientemente nuevas experiencias en Estados Unidos, cuyos primeros resultados parecen ser prometedores.

En el cuadro siguiente se dan los precios C. I. F. por carbón de piedra en distintas zonas, cobrados a la fecha por las Compañías Carboníferas:

Precio de la tonelada de carbón de piedra

San Antonio.....	\$	...
Valparaíso		310
Talcahuano		240
Talca.....		314
Corral		305
Puerto Montt		320

En cuanto a las reservas de carbón mineral en el país, se calcula que hay 200.000,000 de toneladas de carbón pesado en la región de Lota y 30.000,000 en la región de Arauco. Las reservas de carbón liviano son muchas, pero como no son de buena calidad están completamente inexploradas.

La producción actual escasamente satisface los consumos del país.

3.º *Coke de gas.*—El coke corriente se puede emplear como elemento reductor en el alto horno eléctrico de cuba baja, en reemplazo del carbón de leña. Dado el alto contenido de cenizas de nuestros carbones, es aventurado considerar el coke corriente sólo como sustituto del carbón, ya que su empleo puede originar un exceso de escoria e interrumpir el proceso de fusión en el alto horno. Si no fuera posible usar coke sólo, se podría usar en combinación con carbón de madera.

Una planta para fabricar coke resultaría económica en su operación, ya que gran parte de los subproductos se podrían aprovechar en la misma usina siderúrgica.

Se estima que el costo del coke, con aprovechamiento de los subproductos, resulta el mismo del carbón.

CONCLUSIONES:

1.—Hay resultados contradictorios de las experiencias efectuadas hasta ahora con carbones chilenos en la fabricación de coke metalúrgico de primera clase.

2.—Los carbones chilenos son aptos para producir un coke metalúrgico de segunda clase.

3.—La producción nacional de carbón no es suficiente por ahora para satisfacer las necesidades del país. Se espera, sin embargo, que la producción aumente cuando se habiliten nuevas labores. Por otra parte, el reemplazo del carbón por energía eléctrica, una vez en marcha el plan de electrificación que desarrolla la Corporación de Fomento, dejará disponibles cantidades apreciables de este combustible para satisfacer las necesidades de una nueva industria siderúrgica.

ANEXO 9.

FUNDENTES Y MATERIALES REFRACTARIOS

1.º *Fundentes.*—Los fundentes que más se usan en el país son de carácter básico y el principal es la piedra caliza (carbonato de cal) con una ley de sílice no mayor del 2%.

Existen en el país, varios yacimientos de este material, pero no todos son adecuados para los procedimientos metalúrgicos, los cuales exigen una composición especial. Según la práctica americana, el análisis químico debe aproximarse a los siguientes valores:

Sílice (SiO_2)	bajo 1.5%
Fierro y Aluminio ($\text{R}_2 \text{O}_3$)	bajo 1.5%
Carbonato de calcio (CaCO_3)	sobre 95.0%
Carbonato de magnesia (Mg Co_3)	bajo 1.5%

En las usinas de Santiago y en Corral se emplea piedra caliza de la siguiente procedencia y composición:

	Cabildo	Ocoa
Sílice	1.02%	5.6 %
Fierro y aluminio.....	.....	1.5 %
Carbonato de calcio.....	94.0 %	92.20%

Los Altos Hornos de Corral han estado empleando últimamente piedra caliza llevada de Cabildo y otros puntos del Norte de la siguiente composición:

Sílice	8.60%
Fierro y aluminio.....	2.68%
Cal (CaO)	47.12%

Los yacimientos más importantes y de mejor calidad (ménos de 2% Sílice) se encuentran en la provincia de Antofagasta (Caleta Coloso) y en los alrededores de Santiago. Yacimientos de clase inferior (menos de 4% sílice) se encuentran en Coquimbo, Cabildo, Talca e Islas de Chiloé.

Para la industria siderúrgica existente o para una nueva, hay en el país suficientes fundentes, aún cuando no son de primera calidad. El ferromanganeso y el ferrosilicio actúan indirectamente como fundentes, además de su función principal reductora. Ambas ferroaleaciones han sido material de importación. En el año 1941, la Electro Siderúrgica de Valdivia fabricó 360 toneladas de 40% de ley (spiegeleissen). También la Fábrica de Material de Guerra fabricó una pequeña cantidad y, además, ferrosilicio con 50% de ley. La Fábrica Nacional de Carburos Ltda. ha fabricado ferrosilicio como subproducto de la fabricación de carburo. Esta fábrica, a partir de enero próximo, espera iniciar la fabricación de ambas ferro aleaciones en cantidades que puedan satisfacer el consumo del país. Todo esto indica que, para una nueva industria siderúrgica, es posible disponer en el país de estos elementos.

2.º *Materiales refractarios.*—La industria siderúrgica de reacción básica en práctica en el país emplea ladrillos de tres tipos:

- a) A base de caolín
- b) A base de sílice
- c) A base de magnesita y cromita.

Para la fabricación de los dos primeros tipos existen en el país abundantes depósitos de caolín y pedernal. El primero abunda a lo largo de toda la costa y el segundo existe en abundancia en la provincia de Atacama.

En cuanto a la magnesita y la cromita; no existen yacimientos en el país de composición adecuada y es necesario importar estos materiales. Se sabe que en Juan Fernández hay unos yacimientos de magnesita, pero falta determinar la calidad y cubicación para establecer su explotación comercial.

Los tipos (a) y (b) de ladrillos refractarios se fabrican en diversas partes en el país: Lota, Corral, El Teniente y Santiago. Todos estos establecimientos producen un artículo similar al importado, de segunda clase, debido, principalmente, a deficiencias en el proceso de fabricación, el cual no es físicamente perfecto por no existir maquinaria adecuada ni técnicos especializados.

Los consumos en la industria siderúrgica del país son aproximadamente los siguientes:

Ladrillos de caolín	2.000 ton/año
Ladrillos de sílice	1.500 ton/año
Ladrillos de magnesita	500 tón/año

Dolomita.—La dolomita es un carbonato doble de calcio y magnesio usado en el revestimiento de pisos de hornos del tipo básico.

En el país hay varios yacimientos de este material, pero los conocidos no son aptos por su alto contenido de sílice, el cual es superior al 4%. Hay referencias muy optimistas de un yacimiento recién descubierto en Antofagasta.

De lo expuesto se deduce que, por el momento, hay que importar dolomita para una nueva industria. Actualmente se importa este material de Estados Unidos, Bolivia y, últimamente, de la Argentina.

El consumo actual del país es de 2,000 toneladas anuales, aproximadamente.

Referente a la industria de materiales refractarios, es del caso hacer presente que no dan abasto a las necesidades de las usinas siderúrgicas por falta de elementos adecuados y debido a que se dedican a una diversidad de actividades (dentro de la cerámica) ajenas a la industria siderúrgica. Esto indica que sería conveniente centralizarla a fin de poder garantizar la producción y la calidad de los refractarios mediante la adquisición de elementos modernos y técnicos especialistas.

CONCLUSIONES

1.—Hay suficientes cantidades de fundentes, pero no todos los yacimientos son de primera clase. El material que reciben las usinas no es siempre de composición uniforme.

2.—La industria de ladrillos refractarios no tiene la capacidad suficiente con su organización actual para abastecer el consumo de una nueva industria siderúrgica y la calidad de ladrillos que fabrica corresponde a los de segunda clase.

3.—Hay conveniencia de racionalizar esta industria, modernizar su equipo y mejorar la técnica de la fabricación.

(Continuará)