

BOLETIN MINERO

DE LA

Sociedad Nacional de Minería

SANTIAGO DE CHILE

Dirigido por J. M. Lillo

SUMARIO

	Pág.
La importancia del Superfosfato en el mercado mundial, por el Inge- niero D. Jorge Muñoz Cristi, de la Superintendencia de Salitre y Minas	585
Nuevo procedimiento para el tratamiento de minerales mezclados de Cobre, por D. Fernando Benítez, Jefe del Lab. Metalúrgico de la Caja de Crédito Minero	589
El problema de la casiterita secundaria en las vetas de estaño de Bo- livia, por Joseph T. Singewald	590
Los resultados de los últimos años y las tendencias en la producción y utilización de los combustibles y del calor, por A. Stienevart . .	601
SECCION CARBONERA. —La economía de Combustible en la trac- ción ferroviaria. Estado actual de la situación, por Luis R. Ide, Ingeniero Administrador del Ferrocarril de Concepción a Cura- nilahue (Conclusión)	611
COTIZACIONES	620
COTIZACION SEMANAL	623
ESTADISTICA DE MINERALES Y METALES	625
MERCADO DE MINERALES Y METALES	628
PRODUCCION MINERA	630
INDICE GENERAL DEL BOLETIN MINERO DE 1929	632

EUROPA.

BELGICA.—Es uno de los productores im-
portantes de asbesto y en industria del

BOLETIN MINERO

Sociedad Nacional de Minería

DE LA

Sociedad Nacional de Minería

499	La importancia del Sulfuro en el mercado mundial, por el Inge-
497	niero Sr. Jorge Muñoz, Excmo. de la Superintendencia de Minería
496	Nuevo procedimiento para el tratamiento de minerales resaca-
495	dos por D. Fernando Benítez, Jefe del Lab. Metalúrgico de la
489	Caja de Crédito Minero
490	El problema de la conversión secundaria de los volcans de la
491	Sierra por Joseph T. Singswald
491	Los resultados de los últimos años y las tendencias en la producción
491	de y utilización de los combustibles y del calor, por A. Stenvert
491	SECCION CARBONERA —La economía de combustible en la tra-
491	cción ferroviaria, Estado actual de la situación, por Luis M. Lora
491	Informe Administrativo del Ferrocarril de Concepción a Encarnación
491	Informe (Continúa)
490	COTIZACIONES
491	COTIZACION SEMANAL
491	ESTADISTICA DE MINERALES Y METALES
491	MERCADO DE MINERALES Y METALES
490	PRODUCCION MINERA
491	INDICE GENERAL DEL BOLETIN MINERO DE 1930

BOLETIN MINERO

DE LA

Sociedad Nacional de Minería

SANTIAGO DE CHILE

Director: Oscar Peña i Lillo

LA IMPORTANCIA DEL SUPERFOSFATO EN EL MERCADO MUNDIAL

Por

JORGE MUÑOZ CRISTI

Ingeniero de la Superintendencia de Salitre y Minas

El consumo de superfosfatos ha aumentado considerablemente desde que entraron en explotación los grandes yacimientos de fosfatos minerales de Africa.

Antes de la guerra la producción era de 11.000.000 de Ts. de las cuales correspondían a:

EE.UU	30%
Francia	18 „
Alemania	17 „
Varios.....	35 „

Después de la guerra la producción subió a 14.500.000 Ts. conservando EE. UU. y Francia su rol preponderante. Alemania ha pasado del tercer lugar al séptimo y contribuye sólo con un 5%.

La situación mundial del superfosfato según una investigación practicada, por la revista alemana "Die Chemische Industrie" sería la siguiente:

EUROPA.

BELGICA.—Es uno de los productores importantes de superfosfato y su industria está

favorecida por ser un país que produce grandes cantidades de H^2SO^4 con los gases de tuesta de la blenda. Hay en la actualidad 15 firmas belgas interesadas en la industria de los superfosfatos. Las cifras siguientes demuestran el estado floreciente de la industria.

Año	Fosfatos Brutos			
	Importación		Exportación	
	Tonelaje	Valor 1.000 frs.	Tonelaje	Valor 1.000 frs.
1913	244.767	12.391	18.158	746
1924	237.796	27.056	24.090	3.009
1925	326.371	31.368	66.471	8.520
1926	289.366	36.671	111.112	14.155
1927	118.085	52.297	175.133	15.865

Año	Superfosfatos			
	Importación		Exportación	
	Tonelaje	Valor	Tonelaje	Valor
1913	28.012	1.401	318.922	15.946
1924	28.362	6.146	230.657	58.112
1925	27.098	5.581	176.240	55.216
1926	33.304	1.893	282.329	83.564
1927	29.920	1.051	255.560	107.377

Aunque Bélgica posee algunos yacimientos de fosfatos, exporta la mayor parte de su producción. La producción de superfosfatos es muy variable y está atendida a la mayor o menor conveniencia en emplear el ácido sulfúrico con estos fines o venderlo como tal. Hay que notar que después de la guerra Bélgica ha llegado a exportar aún a países que son exportadores de este producto como Holanda.

BULGARIA.—Ha reducido al minimum su consumo de abonos artificiales a consecuencia del sistema de cultivos adoptado. Las importaciones son casi despreciables, solamente 425 Ts. en 1926. La superficie agraria es 3 millones 500,000 Ha, por lo que podría ser un fuerte consumidor; pero esto no se conseguirá mientras no se cambie el actual sistema de cultivos extensivos por el intensivo.

DINAMARCA.—Es uno de los países europeos que tienen sus cultivos más adelantados; el 90 al 95% de los agricultores usan el superfosfato, de modo que el consumo es muy elevado. Casi todo el superfosfato proviene de la importación.

Año	Fosfato bruto		Superfosfato	
	Importac.	Produc.	Import.	Produc.
1913	55.875	90.000	119.151	683
1924	116.089	199.750	122.335	14.905
1925	126.832	238.000	147.343	6.131
1926	152.097	300.000	165.635	11.701
1927	151.577	300.000	105.883	33.264

Los principales países que suministran los abonos fosfatados a Dinamarca son: Alemania, Suecia, Polonia, Holanda y Bélgica. Las exportaciones van a Noruega y Países Bálticos.

ESTONIA.—Aunque tiene 1/4 de su superficie ocupada por la agricultura, no posee una industria nacional de abonos. Se explotan algunos yacimientos de fosforita, pero no se podría afirmar que obtengan utilidades. La mayor parte del consumo viene del extranjero especialmente de Suecia y en 1926 introdujo 12,499 toneladas y después Alemania que para el mismo año figura con 2,541 Ts. Las importaciones totales son las siguientes:

Año	Tonelaje	Valor
		1,000 M. est.
1923	14.106	60.283
1924	14.639	84.124
1925	24.560	164.878
1926	18.777	110.190

FINLANDIA.—Es un país de cultivos extensivos que explota alrededor de 1/10 de su su-

perficie total y por lo tanto el consumo de abonos es insignificante. Ultimamente el Gobierno ha favorecido la construcción de una usina nacional en Kotka que trabaja desde hace pocos años. Su capacidad es de 30,000 Ts. El resto lo importa de Holanda, Alemania, Suecia y Dinamarca según orden de importancia. Las importaciones son las siguientes:

Año	Toneladas	Valor
		1,000 M. finl
1924	15.753	11.487
1925	26.172	19.643
1926	55.980	38.922
1927	44.662	28.815

FRANCIA.—Es uno de los países mayores productores de fosfatos y superfosfatos, obteniendo la materia prima de sus colonias del Norte del Africa.

Año	Producción Tons.	EXPORTACIÓN		IMPORTACIÓN	
		Tons.	Valor 1,000 fr.	Tons.	Valor 1,000 fr.
1913	1.920.000	145.226	7.261	100.822	4.789
1922	2.132.838	—	—	—	—
1923	2.215.136	—	—	—	—
1924	2.303.783	233.456	45.524	30.783	5.387
1925	2.380.542	229.361	46.483	22.285	5.006
1926	2.430.000	281.573	83.197	11.766	3.775

La mayor parte de las exportaciones van a España, Bélgica, Inglaterra, Portugal, Italia, Suiza y Dinamarca.

El gran desarrollo de la industria de los superfosfatos se debe en gran parte a leyes proteccionistas dictadas por el Gobierno.

GRECIA.—Sólo desde poco tiempo atrás se practica en Grecia el cultivo intensivo que exige grandes cantidades de abonos. La industria de los superfosfatos se ha desarrollado última-

mente con un apoyo decidido del Gobierno que ha dado a la Sociedad Helénica de productos y abonos químicos en Atenas el monopolio de la producción de abonos, y goza además de numerosas ventajas fiscales. Las cifras siguientes se refieren al estado del mercado de superfosfatos.

Año	Producción		Importación	
	T.	T.	T.	T.
1924	19.704	21.700		
1925	29.043	28.008		
1926	32.720	9.640		
1927	30.440	13.814		

GRAN BRETAÑA.—A pesar de haber sido la cuna de la industria de superfosfatos, Inglaterra ha disminuído mucho su producción a consecuencia del desarrollo de la francesa. Aunque el consumo interno no ha sufrido modificaciones, han disminuído fuertemente las fuentes de aprovisionamiento de materia prima.

Año	Fosfatos brutos		Superfosfatos	
	Importac.	Produc.	Import.	Produc.
	T.	T.	T.	T.
1913	339.016	806.800	63.900	63.480
1924	342.719	533.800	149.700	25.654
1925	338.403	518.000	136.070	18.721
1926	292.254	525.000	166.490	11.893

Ultimamente se creó la "Fertilizer Manufactured's Association" para luchar contra la competencia de los países vecinos, Francia, Bélgica y Holanda; pero lo único que se puede esperar es que llegue a abastecer su consumo, pero no a exportar.

ITALIA.—Este país ha desarrollado su agricultura a la par que todas sus industrias. A consecuencia de esto ha aumentado mucho el consumo de fosfatos. Salvo pocas excepciones se calcula que a un consumo medio de 14,66 Kgs. de P_2O_5 por H^a., corresponde un consumo de 2,13 Kgs. de N y 1,37 Kgs. de K_2O . La situación de los superfosfatos se puede ver en las siguientes cifras estadísticas:

Año	Importación Fosfato		Producción Super	
	brutos Tons	Valor Tons. 1.000 liras	Tons.	Valor Tons. 1.000 liras
1913	529.776	—	972.300	—
1924	817.053	101.358	1.340.000	—
1925	836.740	80.182	1.465.000	—
1926	918.019	80.615	1.584.700	—
1927	871.491	77.625	—	—

Los fosfatos brutos provienen casi exclusivamente de Tunisia de manera que los gastos de transporte se reducen al minimum y sólo Francia y España están en condiciones tan ventajosas.

Otra circunstancia favorable para Italia como productor de superfosfatos son sus yacimientos de azufre y de pirita.

De las importaciones el 85% viene de Francia. Las exportaciones van a Hungría, Yugoslavia, Grecia, Austria y Suiza.

YUGOESLAVIA.—Este país tiene tarifas prohibitivas para la internación de superfosfatos lo que ha hecho prosperar la industria nacional que cuenta con una capacidad de 150.000 Ts. lo que es poco en relación con la superficie agraria, pero sin embargo, trata de abrirse mercado en el exterior.

Año	Import.	Export.
1914	—	2.700
1923	8.743	—
1924	14.274	—
1925	15.620	12.851
1926	—	10.132
1927	615	13.247

LETONIA.—La situación en Letonia es análoga a la de Estonia. Se abrió nuevamente la antigua usina de Muhlgrabener Superphosphatfabrik con el nombre de Erste Pigaor Superphosphat A. G., mediante una subvención oficial de £ 55.000. La producción nacional de 1925 fué 25.000 Ts. y se esperaba que alcanzara a 45.000 Ts. en 1928. Las importaciones de los últimos años son las siguientes:

Año	Toneladas
1923	19.798
1924	28.160
1925	53.215
1926	42.158
1927	42.044

LITUANIA.—Aquí hay un consumo creciente de superfosfatos y no hay una industria

Año	Importación Fosfato		Producción Super		Exportación Super		Importación Super	
	brutos Tons	Valor Tons. 1.000 liras	Tons.	Valor Tons. 1.000 liras	Tons.	Valor Tons. 1.000 liras	Tons.	Valor Tons. 1.000 liras
1913	529.776	—	972.300	—	8.000	—	—	—
1924	817.053	101.358	1.340.000	—	20.382	5.739	25.457	4.687
1925	836.740	80.182	1.465.000	—	42.588	12.632	22.356	4.450
1926	918.019	80.615	1.584.700	—	51.502	16.604	39.128	8.540
1927	871.491	77.625	—	—	51.956	8.320	50.956	11.135

nacional; pero parece que una fábrica en Messel muy pronto va a comenzar sus operaciones. Las importaciones han sido las siguientes:

Año	Toneladas
1924	28.250
1925	51.715
1926	61.401

El principal proveedor es Alemania.

HOLANDA.—En este país la industria del superfosfato está en un estado floreciente, tanto por el consumo interno como por las exportaciones. Más o menos la mitad del territorio se dedica al pastoreo y la otra mitad a cultivos en mayor parte.

Holanda se encuentra en una situación geográfica muy favorable para practicar la industria y exportación de los superfosfatos puesto que tiene muy a la mano los países de Europa Central.

Las cifras siguientes dan una idea del estado de la industria.

De este cuadro se deduce que el consumo de superfosfato no ha variado mayormente desde 1913, lo que indica que ha alcanzado un equilibrio bastante grande. En cambio han aumentado bastante las exportaciones; pero parece que esta situación no se mantendrá. Los principales exportadores del superfosfato holandes son:

	1924 T.	1925 T.	1926 T.
España	65.570	72.461	98.312
Dinamarca	57.831	48.040	76.686
Inglaterra	20.441	21.131	24.399
Bélgica	9.928	11.569	14.512
Africa del Sur	—	32.597	32.278
Egipto	31.325	34.980	24.630

Actualmente Holanda parece que trata de conquistar el mercado alemán como lo demuestran las cifras siguientes de las importaciones a este país.

	Toneladas
1924	865
1925	5.005
1926	27.194
1927	46.69
1928 (Enero y Septiembre) ..	68.495

Año	Producción	Consumo	Importación		Exportación	
			Tons.	Valor 1.000 fr.	Tons.	Valor 1.000 fr.
1913	346.000	264.000	270.378	8.113	352.894	10.585
1924	482.188	256.000	75.693	2.390	321.354	9.780
1925	572.123	283.000	94.652	2.948	383.419	11.866
1926	593.490	288.000	127.743	3.557	432.651	13.127
1927	—	—	101.202	2.729	486.038	13.935

NUEVO PROCEDIMIENTO PARA EL TRATAMIENTO DE MINERALES MEZCLADOS DE COBRE ⁽¹⁾

POR

F. BENITEZ

Ingeniero de Minas A. R. S. M.

Las experiencias hechas en Londres demuestran el éxito de precalentar con carbón y sal, y flotar después. Este sistema tiene probabilidades de ser aplicado comercialmente en Rodesia del Norte.

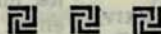
Las menas con sulfuros de cobre predominan en Rodesia del Norte, pero existen también grandes cantidades de malaquita y crisocolla, como también mezclas de estas menas con sulfuros de cobre, cuyo tratamiento se esperaba que produjera grandes dificultades. Todas las minas de cobre en Rodesia del Norte tienen tales menas mezcladas. N'Changa, por ejemplo, tiene grandes tonelajes de carbonatos, silicatos y minerales mezclados. Para resolver el problema de tratar estos minerales de una manera económica y eficiente, Minerals Separation ha estado experimentando durante tres años en el desarrollo de un procedimiento de tratamiento. Este procedimiento se conoce por el nombre de "Procedimiento de Segregación". Consiste en calentar la mena a 600 ó 700 grados centígrados con 1 a 2 por ciento de carbón (carbón vegetal, mineral o coke) y menos de 0.5% de sal común. En lugar del efecto corriente de cloruración, se efectúa otra reacción. El cobre deja la ganga casi en su totalidad, aún partículas de silicato de cobre hasta de 2 mm. y se depositan en la forma de metal en el carbón, con el cual

forman segregaciones de varios tamaños que son fácilmente tratables por flotación.

En la planta experimental de Minerals Separation en Londres, se han hecho pruebas con el mineral de Rodesia del Norte y de otras partes, que han indicado una recuperación de 95% para los óxidos y 92% para los minerales mezclados. La instalación consiste en un alimentador para el mineral, y dos cilindros giratorios, los precalentadores, el horno de reacción y un cilindro enfriador que gira a 1 r. p. m. El tratamiento consiste en un chancado seco a 2 mm., la segregación y la flotación de la mena segregada. La fundición y refinación del cobre metálico obtenido será el de costumbre.

El mineral chancado se alimenta al precalentador y luego pasa al cilindro de reacción, donde se le mezcla con el carbón y la sal. La temperatura de los hornos se mantiene alrededor de 650 grados centígrados. El producto obtenido en la cámara de reacción se pasa a través del cilindro enfriador, y luego sigue a las máquinas de flotación para ser tratado por los métodos ordinarios. El cobre se separa como partículas finas de cobre metálico. El concentrado de las máquinas de flotación, cuando se examina bajo el microscopio, demuestra la presencia de partículas metálicas finas de metal asociadas con pequeñas cantidades de carbón y una cantidad despreciable de ganga de cuarzo. Probablemente de acuerdo con estos principios de tratamiento, se proyectará una planta piloto para ser remitida a N'Changa en el futuro inmediato.

(1) Traducido de ing. & Mining Journal, Nov. 16 de 1929, por el Ing. Sr. Fernando Benítez, Jefe del Lab. Metalúrgico de la Caja de Crédito Minero.



EL PROBLEMA DE LA CASITERITA SECUNDARIA EN LAS VETAS DE ESTAÑO DE BOLIVIA ⁽¹⁾

por

JOSEPH T. SINGEWALD.

INTRODUCCION

Desde que Miller y Singewald, publicaron en 1919 una descripción general con una bibliografía comentada sobre los yacimientos de estaño de Bolivia, ha crecido la importancia económica de ellos, han aumentado considerablemente las inversiones de capital extranjero en trabajos de desarrollo minero y han atraído en mayor grado, la atención de los geólogos. La literatura geológica que trata sobre dichos yacimientos se ha enriquecido y ha avanzado mucho el conocimiento científico de ellos. Al final damos una bibliografía de los artículos que proporcionan datos referentes a la materia. Tienen significación especial los estudios sobre la paragénesis hechos por Davy, Hall, Lindgren, Buerger, Maury y Creveling. El Boletín Minero fundado en Oruro por E. Kittl, ha publicado muchos trabajos sobre los yacimientos bolivianos.

Ha despertado un vivo interés sobre el asunto del enriquecimiento secundario en las vetas de estaño de Bolivia, un artículo de Koeberlin, publicado en 1926. Se han añadido algunas indicaciones en pro; pero ningún otro investigador ha atribuído la misma importancia a la casiterita de origen secundario. La literatura más reciente, da muchas pruebas en contra. El estudioso que no analice cuidadosamente los datos disponibles, pesando su importancia y ensayando la validez de las conclusiones, quedará tan a oscuras con respecto al rol de la casiterita secundaria, como antes de la publicación de los últimos estudios sobre las vetas de Bolivia. Se puede hacer un examen ordenado de las pruebas relacionadas con el problema del enriquecimiento secundario del estaño, tomando en consideración los cuatro grupos de razona-

mientos que da Ransome (2), en su discusión sobre el enriquecimiento de sulfuros hacia la profundidad, a saber: 1) geológicos, 2) mineralógicos, 3) químicos y 4) texturales.

ENUNCIADO DEL PROBLEMA

Desde hace tiempo se ha observado y se ha aceptado generalmente como un fenómeno reconocido la disminución de la ley de estaño en las vetas de Bolivia a medida que se profundiza bajo el afloramiento y especialmente en la transición de la zona de oxidación a la de sulfuros. Hay muy pocos datos numéricos con respecto a las leyes de estaño de estos yacimientos y las opiniones referentes a la magnitud de las variaciones en la ley, son, en gran parte, subjetivas y no pueden substraerse a la influencia de ideas preconcebidas de parte del observador. Las vetas de Bolivia son notables entre los demás yacimientos de estaño del mundo por la variedad de sulfuros estañíferos que contienen. Estos minerales faltan en la zona de oxidación: Se han oxidado y su contenido de estaño ha sido llevado en solución o se ha transformado en óxido de estaño. La variedad conocida con el nombre de "estaño de palo", se considera como óxido de estaño de origen secundario y la explicación más sencilla que se ha dado con respecto a su origen, es la que lo hace derivar de los sulfo-estannatos. Se considera la casiterita como uno de los minerales más insolubles y resistentes, y se ha considerado su disolución y redepositación por las aguas descendentes, solamente posible dentro de límites muy restringidos. Desde el punto de vista cuantitativo, el contenido de estaño de los yacimientos de Bolivia, sea en los niveles superiores o en los más profundos de las minas, se encuentra en el mineral casiterita. Si no hay solución y

(1) Traducido del *Economic Geology*, Vol. XXIV, N.º 4, 1929, por el Sr. Juan Luis Cortés, Ingeniero Regional de la Caja de Crédito Minero. Este trabajo fué presentado a la Society of Economic Geologists, New York Meeting, 29-Dic.-1929.

(2) F. L. Ransome: "Criteria of Downward Sulphide Enrichment". *Econ. Geol.*, Vol. 5, págs. 205-220, 1910.

redepositación de la casiterita en escala de consideración por las aguas meteóricas, el enriquecimiento secundario de estaño en las vetas de Bolivia no puede ser un proceso de importancia práctica.

En 1915 y 1919 tuve oportunidad de visitar la mayor parte de los distritos estañíferos de Bolivia, y mis observaciones concuerdan con las conclusiones a que llegaron Miller y Singerwald en 1919 (28 pgs. 101-102) (3), con respecto a que el enriquecimiento en estaño en la zona de oxidación de las vetas es esencialmente un proceso de enriquecimiento residual, producido por la eliminación o disminución de la cantidad de los minerales oxidados, y en algunos casos especiales, por transportes mecánicos de casiterita en dicha zona. En su mayor parte el mineral oxidado de estaño ("mineral paco"), consiste en una masa muy porosa de casiterita, cuarzo, y limonita. Si imaginamos rellenados los huecos con sulfuros en lugar de aire resultaría un material de mucho menor ley en estaño. Expusimos que "la magnitud del enriquecimiento de la casiterita por disolución y redepositación en la zona de oxidación es un asunto muy discutido". En 1928 Ahlfeld, quien está más de acuerdo con Koeberlin, que cualquier otro que haya discutido el tema, expresa una opinión muy semejante cuando escribe (2, p. 44): "Con respecto al proceso químico de la formación de la casiterita secundaria estamos hoy día tan ignorantes como en lo que se refiere a la proporción en que entra ésta en la totalidad de la producción de casiterita de Bolivia. La mayoría de los escritores han sido sumamente conservativos con respecto a la cantidad de casiterita disuelta y redepositada por procesos secundarios.

Koeberlin (19) ha atribuído gran importancia al proceso de enriquecimiento secundario del estaño en los yacimientos de Bolivia. Él cree que el enriquecimiento no se limita solamente a la zona de oxidación sino que se extiende dentro de la zona de sulfuros. Él sostiene que el enriquecimiento residual no es suficiente para explicar la magnitud del enriquecimiento en la zona de oxidación, y no es, naturalmente, apto de ninguna manera para ser tomado en cuenta en los yacimientos de sulfuros

Koeberlin reconoce claramente que el enriquecimiento secundario del estaño en grande escala implica una serie de disoluciones y redepositaciones sucesivas de la casiterita en proporción correspondiente, y que las dificultades del asunto no podrían evitarse apelando al con-

tenido de estaño de las sulfosales ya que su cantidad es totalmente insuficiente, y después del primer ciclo de disolución una mayor contracción dependería de la solubilidad del óxido últimamente formado. Él expresa francamente que no se conoce una explicación química del proceso. El proceso en sí mismo consiste en "disolución de la casiterita en las partes superiores de las vetas, percolación hacia los niveles inferiores y redepositación en ellos del óxido de estaño. Koeberlin se compromete con la misma claridad con respecto a la importancia cuantitativa que atribuye a este proceso en la página 820, donde dice: "Tal vez no es demasiado decir que su significación económica con respecto a las vetas de estaño es casi tan grande como en el caso del enriquecimiento secundario de los sulfuros en los yacimientos de cobre".

PRUEBAS GEOLOGICAS

Koeberlin, Brown, Lewis y Ahlfeld, han presentado pruebas geológicas en apoyo de la teoría del enriquecimiento secundario del estaño. Koeberlin dice que en Bolivia se han trabajado muchas minas de estaño solamente en la zona de oxidación, cuyos minerales fueron, con frecuencia, muy ricos. La ley de los minerales sulfurados era considerablemente inferior, sobre todo en las vetas más pequeñas. Vetas trabajadas por socavones a diferentes niveles en la falda de un cerro, rara vez han producido mineral explotable en los niveles que alcanzaron la zona de los sulfuros, aun cuando las vetas no presentaban disminución en su magnitud. El mineral explotable parecía estar limitado dentro de una faja más o menos paralela a la superficie actual. En la descripción de la veta San Fermín de Llagueta se dice que tiene una zona de oxidación estéril y que presenta un enriquecimiento repentino con marcasita en la zona de sulfuros y una gran extensión en profundidad, de la casiterita rica con marcasita cerca de una falla posterior a la formación del yacimiento. El mineral con casiterita y marcasita pasa gradualmente en profundidad a mineral más pobre de ley uniforme y sin marcasita. Más notable que los cambios mineralógicos descritos por Koeberlin para la veta San Fermín es la coincidencia de encontrarse el mineral más rico, compuesto de casiterita bismutina y wolframita, en la parte donde la veta es más ancha. Esto es significativo en el sentido de que el mineral rico se encontrará en clavos primarios localizados en las partes más anchas de las vetas. Otra prueba citada por Koeberlin, es la de que

(3) Los números en paréntesis se refieren a la bibliografía final.

en Oruro los minerales ricos en plata y estaño disminuyen de ley a medida que aumenta la profundidad, y en mayor grado disminuye la ley de estaño, de tal modo que en los niveles más profundos el yacimiento es explotable solamente por su ley de plata. En el distrito de Pazña, en Totoral y Antequera, se encuentra una zona de oxidación rica en estaño que pasa hacia abajo a sulfuros con baja ley en casiterita. Las vetas de Totoral se juntan hacia la profundidad en una sola veta que se pone angosta en la zona de sulfuros y con baja ley en estaño, asociado con pirita y blenda.

Los afloramientos de las vetas del vecino mineral de Avicaya bajan por la falda del cerro y son por esta razón explotables en una extensión vertical mucho mayor. En "El Salvador", al N. W. de Pazña, las vetas afloran en una extensión vertical de 500 metros; pero no se encuentran buenas leyes de estaño y plata a más de 50 m. bajo el afloramiento. Debajo de los minerales estañíferos se encuentran minerales con leyes bajas de estaño y plata. Este caso se interpreta como un yacimiento de baja ley en zinc con un sombrero de mineral enriquecido en plata y estaño. Se menciona Potosí como un ejemplo importante de enriquecimiento; pero no se presentan las pruebas. A lo menos algunos de los clavos ricos en Potosí se han explotado hasta profundidades mayores que aquellas hasta las cuales habría probablemente alcanzado el enriquecimiento secundario. La veta Colorada de Chocaya se cita como un caso el cual no hubo enriquecimiento. Sin nombrar la localidad, Koeberlin describe dos vetas que corren paralelas a distancia de 300 m. una de otra y con 60° de inclinación. Una de las vetas, sin expresión topográfica, tiene un relleno de cuarzo, pirita, siderita y casiterita uniformemente repartida. La otra veta, marcada por una depresión topográfica, ha sido alterada en su estructura por la acción de soluciones, por acciones mecánicas o por ambas causas, y la pirita ha sido removida. El mineral de estaño contiene casiterita de cristalización muy fina, casi amorfa, asociada con cuarzo triturado y se presenta en lentejas o clavos en el yacente de las vetas. Agrega que las condiciones físicas de la veta excluyen la posibilidad de una migración mecánica del estaño hacia el yacente, y considera el caso como una prueba de disolución y redepositación del estaño.

Brown dice que en el distrito de Quinsa Cruz se encuentran numerosas vetas pequeñas de cinco pulgadas de espesor con sulfuros bastante ricos (hasta 30% de estaño), hasta unos pocos

pies de la superficie; pero el mineral rico desaparece a los diez o veinte pies en la corrida y en la profundidad. Cree que se trata de los restos de una zona enriquecida. La descripción cuadra mejor a un yacimiento de mineral primario en pequeños ojos y clavos; fenómeno característico de vetas angostas de estaño.

Lewis dice que su experiencia amplia en Australia y Tasmania lo llevó a observar muchos casos de yacimientos con mineral explotable en los afloramientos, seguido por mineral pobre hacia la profundidad. A menudo el mineral es más rico de lo que sería si se debiera a la oxidación de las piritas, y en algunos casos no hubo piritas. En otros casos se presenta mineral oxidado rico debajo de afloramientos estériles. Se citan estas observaciones en favor del enriquecimiento secundario en los yacimientos de Australia y Tasmania.

Ahlfeld dice que las vetas de alta temperatura tienen principalmente casiterita pura y no presentan enriquecimiento secundario, mientras que las de menor temperatura contienen casiterita contaminada con fierro y estanina y muestran enriquecimiento. Describe el yacimiento de Vila Apacheta, en Chayanta, con una zona de oxidación de 50 m. de profundidad, una zona de cementación que se extiende de los 50 hasta los 160 metros, y una zona primaria reconocida hasta los 200 metros de hondura. La veta muestra lixiviación de la estanina y redepositación de estaño de madera. La mina Animas de Atocha se dice que tiene una zona de oxidación de 70 m. con "pacos" ricos, con casiterita secundaria compacta con un poco de plata y una zona primaria más a profundidad, con casiterita primaria, estanina y pirita con minerales secundarios de plata que ha continuado hasta una hondura de 264 m. La veta Colorada en Colcha se ha abierto hasta una profundidad de 250 metros. La zona de oxidación poco profunda, contiene un poco de casiterita y la zona de sulfuros más a profundidad, tiene un poco de estanina. En todos los niveles se ven cristales de casiterita pura recubriendo siderita y pirita. Ahlfeld cree que esa casiterita ha sido depositada por soluciones descendentes. Después de citar estos casos típicos de probable casiterita secundaria derivada de estanina, Ahlfeld afirma, de un modo general, que con frecuencia la zona de estaño rica, es seguida de otra primaria con pirita y blenda con décimos por cientos de estaño y cita los casos de Esmoraca, Tasma y Porco, como ejemplos. Dice que estos yacimientos presentan una concentración de estaño de una veta de altura considerable. Hallándose cobre pre-

sente, la casiterita provendría de estannina; en ausencia de dicho metal, ésta tendría su origen en casiterita.

Spurr, al comentar en un editorial el primer artículo de Koeberlin, considera las pruebas como elocuentes y dice: "uno se ve obligado a respetar sus conclusiones". Otras aseveraciones del editorial significan la aceptación de las conclusiones.

Pruebas geológicas algo parecidas; pero interpretadas de un modo diferente han presentado Sznepka, Kozlowski, Jackowski y Winkelmann. El primero discute las diferencias primarias y secundarias en relación a la profundidad. Como diferencia primaria en profundidad, él cita el empobrecimiento en estaño y plata y el aumento correspondiente de la esfalerita. Los valores de estaño disminuyen más rápidamente que los de plata. El aumento de la blenda con la profundidad es especialmente notable en las vetas, como en la región de Quimsa Cruz. Al discutir la diferencia secundaria en profundidad, dice que los minerales "pacos" son más ricos en estaño debido a la eliminación de las piritas, y que la ley de los minerales oxidados es superior a la de los minerales sulfurados en igualdad de contenido de estaño, debido a que los últimos deben calcinarse. Kozlowski también se dió cuenta de la rápida disminución de la ley de estaño en las vetas, y de la disminución tanto en estaño como en plata en el tipo de las vetas argento-estanníferas. Las vetas de Oruro, que hasta una profundidad de 100 metros producían minerales con 5 a 10% de estaño, a 300 ó 400 metros de hondura tienen minerales con solamente uno a dos por ciento de estaño, o menos. La ley de estaño disminuyó más rápidamente que la ley de plata. El primer mineral que se formó fué la pirita y en profundidad el relleno piritoso de las vetas es más compacto. Dice que las vetas de Potosí presentan las mismas características. Kozlowski considera estos cambios en profundidad como diferencias primarias y nó como debidos a procesos secundarios. Jackowski reconoce también una distribución no uniforme del contenido de estaño en las vetas de Bolivia; pero atribuye estos cambios a causas primarias. Sugiere un cambio rápido de la cantidad de estaño depositado en la zona de transición del estado gaseoso al estado líquido de las soluciones mineralizadoras ascendentes, zona en la cual una veta de ley mediana puede volverse bruscamente muy rica y terminar más arriba en una zona estéril.

Winkelmann, al estudiar una colección de minerales reunidos por el que fué profesor Scheibe,

reconoció el enriquecimiento de la casiterita en la zona de oxidación; pero dice que es análoga a la formación de lavaderos eluviales. La casiterita no fué atacada en el proceso de oxidación.

Scrivenor al discutir el artículo de Koeberlin dice que en los Estrechos Malayos, no se han visto señales de disolución y redepositación de casiterita. Kittl (16, pág. 187), que conoce extensamente los yacimientos de Bolivia, critica a Ahlfeld por aceptar las "poco probadas y muy exageradas" ideas de Koeberlin. Dice que él ha estudiado cuidadosamente el asunto y encuentra que la casiterita secundaria no es tan abundante como se pretende; pero estima que es anticipado considerar que toda la casiterita no es primaria.

El doctor Robert M. Overbeck, quien ha tenido más experiencia en el examen de minas de estaño en Bolivia que muchos otros geólogos, me dice que él no ha encontrado señales de enriquecimientos secundarios que sean de importancia económica.

Las pruebas geológicas citadas anteriormente dejan establecido que en las vetas de Bolivia se presentan minerales ricos de estaño en la zona de oxidación seguidos hacia abajo por minerales sulfurados más pobres, caracterizados por una mayor disminución del contenido de estaño a medida que aumenta la profundidad. No se desprende necesariamente de estos hechos que haya habido depositación de casiterita por procesos secundarios. Por lo que respecta a la ley de los minerales oxidados, es un asunto de opinión personal el de si la mayor ley de ellos se puede o nó explicar por procesos de alteración superficial en la zona de oxidación que no implican considerable disolución y redepositación de la casiterita. La disminución del contenido de metal valioso en minerales sulfurados con el aumento de la profundidad puede ser un fenómeno de diferenciación primaria sin ser necesariamente una señal de paso o terminación gradual de una zona de cementación.

Para pesar el significado de una prueba geológica semejante, hay que tener presente la escasez de datos numéricos y la irregularidad en la distribución de los valores de estaño en la zona primaria misma. Las informaciones referentes a las leyes de los minerales en la zona de oxidación y en la más profunda de sulfuros, son de carácter tan general, que no se puede separar lo que corresponde al enriquecimiento residual en la zona de oxidación, producido por oxidación y lixiviación de los sulfuros y otros constituyentes más solubles, de un enriquecimiento que se pudiera haber generado por so-

lución y redepositación de la casiterita, y poder determinar la importancia cuantitativa de este último proceso. Las vetas que contienen mineral primario explotable y que se han trabajado hasta mayores honduras se caracterizan por variaciones de ley en sentido lateral y vertical, y por la repartición del mineral explotable en clavos de extensión limitada Careaga (6, p. 199), habla de una notable variación en el contenido metálico primario con la profundidad para la veta Colorada de Chocaya. El mineral del nivel 12 fué más rico que el del nivel 11, empobrecimiento que continuó hasta el nivel 14. El nivel 15 se presentó otra vez tan rico como el 12. Se dice que esta variación tiene estrecha relación con los caracteres físicos de la grieta. En los puntos en que la veta se presenta ancha y bien formada o en los puntos de empalme con la veta "Llampera", paralela, el mineral es rico. Cuando la veta se ramifica en venillas el mineral empobrece. Las vicisitudes de la mina "Caracoles" en Quimsa Cruz, dan un ejemplo muy notable de tal condición. Si esas vetas no hubiesen sido trabajadas por una compañía con recursos económicos adecuados para atropellar zonas estériles de las vetas, los trabajos se habrían visto paralizados cuánto ha, pues los diversos clavos conocidos se han terminado, quedando por delante solamente terreno estéril. Esta característica de las vetas explicaría, en parte, la escasa hondura de muchas de las minas de estaño de Bolivia. Entre los muchos afloramientos de vetas se eligen para la explotación aquellos que tienen, desde luego, mineral explotable. Tales afloramientos representan un clavo que aflora. Dentro de una extensión vertical limitada se concluye el clavo, encontrándose más abajo mineral más pobre y no explotable. La gran mayoría de las minas de estaño de Bolivia se han trabajado de un modo primitivo, con muy poco capital. Los empresarios no han dispuesto del equipo ni de los medios necesarios para seguir una exploración sistemática a través de zonas estériles para determinar lo que sigue más allá de un clavo mineralizado.

De aquí es que cuando se agotaron los clavos a la vista, muchas minas se abandonaron y se fueron buscando otros afloramientos de otros clavos. Estas condiciones pueden sugerir una relación falsa entre la superficie actual y el mineral rico. Para aceptar o desechar una relación semejante se requiere mayor información que la que se ha presentado o de que se dispone actualmente. Planillas de explotación que muestren las dimensiones y distribución de los clavos en la zona de oxidación y la zona primaria, y leyes

del mineral y contenido metálico total de los clavos pueden suministrar los datos necesarios para resolver este problema. Son muy pocas las vetas de estaño que se han trabajado en Bolivia en extensión suficiente para poder suministrar tales datos. Solamente en el caso de unas pocas vetas se han reunido esos datos. En cuánto yo sé, tal información no ha estado a disposición de los que han tratado de la distribución de las leyes de estaño en las vetas de Bolivia.

Las pruebas presentadas sobre el enriquecimiento secundario no son suficientes o adecuadas para afirmar que estos procesos han desempeñado un rol importante en la formación de los yacimientos de estaño explotables. No se les puede asignar más valor que el de apoyar la posibilidad de su efectividad, dejando insinuada la necesidad de estudio más serio de otras posibles pruebas.

PRUEBAS MINERALOGICAS

Los minerales estañíferos de las vetas de estaño de Bolivia son casiterita, estaño de madera, y los sulfo-estannatos. Ninguno de estos minerales es exclusivamente de origen secundario, de modo que no hay minerales de estaño que constituyen una señal inequívoca de enriquecimiento secundario.

Aunque se ha atribuido a los sulfo-estannatos un origen secundario, se demostrarán al discutir las pruebas basadas en los caracteres texturales, que casi todas las opiniones están de acuerdo en considerarlos como minerales primarios. Además, como lo ha hecho notar el mismo Koberlin, en más de una ocasión, el papel de los sulfo-estannatos es subordinado y el problema del enriquecimiento secundario debe referirse al óxido de estaño y no a las sulfosales. La aseveración de Ahlfeld (1, pág. 82), de que en Oruro la estannina primaria es compacta y se presenta íntimamente intermezclada con otros minerales, y que la estannina secundaria es pura y cristalizada, aun cuando sea aceptada, prácticamente no cambia la faz del problema. Davy dice, (8, pág. 475), que no hay indicios de la existencia de sulfuros de estaño secundario a no ser que un mineral secundario que él observó, fuera un mineral de estaño. Greene (10, pág. 417), habla de un mineral secundario de estaño proveniente de la zona de oxidación en Llallagua; pero no lo describe. Koberlin (19, pág. 640; 21, pág. 820), cree que los sulfo-estannatos de Llallagua son secundarios porque

la marcasita se halla interlaminada con franciska y asociada con greenockita.

Ha habido la tendencia de considerar el estaño de madera como de origen secundario, formado por soluciones descendentes; pero se conocen hoy día muchos casos en que ha sido depositado por soluciones primarias. De modo que la existencia de estaño de madera en cantidad considerable en los yacimientos de estaño de Bolivia no constituye necesariamente una señal de enriquecimiento secundario y hay muchas indicaciones que demuestran que una parte de éste ha sido depositado por soluciones ascendentes. Ahlfeld (1, pág. 82), dice que por descomposición de la estanina pueden resultar masas de casiterita porosa o de estaño de madera en fajas. Davy (8, pág. 475), cree que el carácter oxidado del material asociado con el estaño de madera es una indicación en favor de su origen secundario y de su procedencia de la estanina. Considera probable que haya sustituido tanto al cuarzo cristalino como a la casiterita, dos minerales notablemente insolubles en soluciones ácidas. De aquí surge la dificultad de que habría que explicar un cambio pronunciado del carácter ácido al básico en las soluciones estañíferas secundarias. Greene y Lin sugieren la disolución lenta de la estanina como fuente del estaño depositado en niveles inferiores en forma de estaño de madera. Kittl (15, pág. 50), considera el contenido de hidróxido de hierro del estaño de madera como señal de origen secundario y cree que se ha formado en la zona de oxidación. Además, (17, pág. 267), hace referencia a su asociación con marcasita como prueba de su origen secundario. Que se forme casiterita o estaño de madera, cree que ello depende de la composición y temperatura de las aguas.

No es necesario citar muchos ejemplos de estaño de madera de origen primario de otras partes. Un caso notable es el de Nevada que describe Knopf (4), Collins (5), ha descrito estaño de madera de Durango, con cristales de casiterita sobre él y en las grietas, junto con cuarzo, turmalina y clorita. El significado de estas observaciones, es que el estaño de madera puede ser de origen primario, y su presencia en un yacimiento no puede aceptarse como una prueba del transporte secundario del óxido de estaño.

La única posibilidad de distinguir entre casiterita primaria y secundaria, podría basarse en las diferencias de forma de cristalización u otras propiedades físicas. Ahlfeld y Greene consideran el estaño en agujas como de origen secundario. Ahlfeld (1, pág. 82), considera el estaño en agujas como indicación de depositación proveniente de estanita primaria u otros sulfoestannatos. Greene habla de estaño en agujas o estaño de miel que se presenta, generalmente, en wurzita y que es de origen secundario. El estaño en agujas de Monserrat recubre los otros minerales de las vetas y parece ser el último término de la serie paragenética. Pero no se halla asociado con minerales secundarios y es, probablemente, de origen o depositación primaria posterior. Winkelmann (35, pág. 107), describe estaño en agujas de Uncía, que se presenta en riohita alterada por procesos neumatolíticos, en zonas de turmalina y en planos de clivaje de mica incolora. Este estaño debe de ser de origen primario Kittl y Koeberlin reconocen la casiterita secundaria, como tal, debido a los minerales con que va acompañada. Kittl (15, pág. 50), describe casiterita de Huanuni asociada con limonita y natrojarosita; pero observa que la casiterita puede constituir restos de piritita con estaño. Koeberlin (19, pág. 640), menciona la asociación de casiterita con marcasita en los clavos ricos de la veta San Fermín de Uncía, de extensión limitada hacia la profundidad. Puesto que la marcasita es un mineral de baja temperatura, él no considera la casiterita asociada como primaria. Esta es una inferencia un tanto insegura.

Uno se ve atraído a la conclusión de que no existen en las vetas de Bolivia, minerales de estaño, cuya sola presencia constituya una indicación de enriquecimiento secundario del estaño. No se puede usar del criterio mineralógico en apoyo de un enriquecimiento secundario de importancia en estas vetas.

PRUEBAS QUÍMICAS

Ya se ha hecho notar que si el enriquecimiento secundario ha desempeñado un papel importante en las vetas de estaño de Bolivia este proceso ha debido originarse principalmente en la disolución, transporte y redepositación de la casiterita. Tratemos de ensayar la posibilidad de la eficacia de un proceso tal, a la luz de los conocimientos relacionados con la solubilidad de la casiterita.

La característica saliente de la casiterita bajo condiciones corrientes de ataque de las rocas por

(4) Knopf, Adolph, "Wood Tin in the Rhyolites of Northern Nevada", *Econ. Geol.*, Vol. 11, 1916.

(5) Collins, J. H., "Additional Notes on Wood Tin". *Mineralogical Magazine*, Vol. 16, p. 30-34, 1910.

los agentes atmosféricos es su insolubilidad y resistencia a la acción de éstos. Esto lo comprueba el hecho de que más de la mitad de la producción mundial de estaño proviene de lavaderos de casiterita. Se acumulan en lavaderos aquéllos constituyentes de los yacimientos y de las rocas que resisten a la disolución. Esta es una prueba "a priori" muy poderosa contra la formación de casiterita secundaria en grande escala. Sin embargo, hay que reconocer que los minerales que resisten a la disolución bajo ciertas condiciones, pueden ser atacados bajo condiciones más favorables. Un ejemplo muy notable de esta diferencia lo cita W. H. Emmons (6), para el caso del oro. Este metal es muy resistente a la disolución y se reprecipita fácilmente, de modo que bajo condiciones ordinarias emigra con gran dificultad en las vetas. La consecuencia de esto es que en los afloramientos de vetas auríferas es removido comúnmente más rápidamente que lo que se traslada hacia abajo, y por esto se acumula el oro en lavaderos. Emmons encontró que la presencia de manganeso en el relleno de las vetas, facilita la disolución y atrasa la reprecipitación, haciendo de este modo posible una más extensa migración del oro hacia abajo. En estas vetas el descenso del oro puede ser más rápido que el avance de la denudación del afloramiento.

No se formarán lavaderos en este caso y las vetas se caracterizarán por el enriquecimiento secundario del oro. Esta diferencia marcada, en el comportamiento del oro en dos minas vecinas, se presenta en las minas Cable y Granite-Bimetálico del Distrito de Phillipsburg de Montana. Un caso análogo para la plata describe Earl V. Shannon (7), en el distrito de Coeur d'Alene, en Idaho. La mina Caledonia presenta un enriquecimiento secundario de la plata notablemente superior al de las minas vecinas. El relleno de las vetas difiere en la mayor abundancia en que se presenta el mineral favorable chalcopirita; que proporciona el disolvente sulfato de hierro, y la menor cantidad del mineral desfavorable, siderita, la que se halla en tanta abundancia en las vetas de Coeur d'Alene. Aun cuando la casiterita no es llevada en solución en la mayoría de los yacimientos de estaño, ¿no podrían existir en las vetas de estaño de Bolivia algunas condiciones

particularmente favorables que hicieran posible el enriquecimiento secundario? Las muchas diferencias que presentan los yacimientos bolivianos con el tipo normal de las vetas establecido por los primeros estudios de los distritos estañoseros de Europa, hacen vislumbrar cierta posibilidad en este sentido. W. H. Emmons (9, pág. 399), Gruner y Lin, J. B. Scrivenor, E. Kittl (18, pág. 106), y Careaga (6, pág. 199), no insisten mucho en la solubilidad de la casiterita bajo condiciones de cambios secundarios. Emmons dice haber sido informado por Frank L. Hess, de que la casiterita de las más diversas regiones del mundo rara vez muestra corrosión y añade la observación de que ni el cloruro o sulfato estañoso ni estánico, son estables en las aguas comunes oxigenadas de la zona superior de los yacimientos. Gruner y Lin, describen pruebas de soluciones de dos meses de casiterita y de estanina. La casiterita no demostró prácticamente ninguna solubilidad en soluciones ácidas diluídas y frías. La solubilidad limitada de la estanina sugiere la posibilidad del transporte del estaño en estado coloidal, el que una vez deshidratado daría origen al estaño de madera. Scrivenor dice que no hay en British Malaya, demostraciones de disolución y redepósito de la casiterita. Un experimento que hizo a lo largo de un año sobre casiterita finamente pulverizada no dió muestras de solubilidad. Kittl, combatiendo el papel asignado por Greene al ácido fosfórico como disolvente, dice que la influencia de este ácido no es grande y podría ser solamente local, de modo que el ácido sulfúrico desempeñaría igual papel. Si estos reactivos fuesen capaces de disolver y transportar la casiterita, debería encontrarse este mineral frecuentemente corroído. A pesar de la presencia de limonita sulfatos, etc., que evidencian la descomposición completa de sulfuros, la casiterita, dice que se presenta generalmente con caras brillantes y sin demostraciones de corrosión. Careaga encuentra que en la veta Colorada de Chocaya hay señales de alteraciones secundarias; pero la casiterita no ha sido afectada.

J. H. Collins, M. W. Davry, (8, pág. 475), F. R. Koeberlin, (20, pág. 503), G. U. Greene, P. A. Wagner y H. Winkelmann, (35, pág. 107), avanzan indicaciones de diferente peso en apoyo de la formación de casiterita secundaria. Collins insinúa la posibilidad de la existencia de soluciones estañoseras cuando establece que el estaño de madera a veces es notablemente soluble en ácido clorhídrico. Sin embargo, la solubilidad del estaño de madera no daría una explicación de la casiterita secundaria. Davry encontró que

(6) Emmons, W. H., "The Agency of Manganese in the Superficial Alteration and Secondary Enrichment of Gold Deposits in the United States". Trans. Ame. Inst. Min. Eng., Vol. 42, p. 58, 1912.

(7) Shannon, Earl V., "Secondary Enrichment in the Caledonia Mine, Coeur d'Alene, Idaho". Econ. Geol., Vol. 8, p. 565-570, 1913.

las soluciones que depositaron el estaño de madera, disolvieron cuarzo y casiterita, dos minerales notablemente insolubles en soluciones ácidas. Concluye diciendo: "por consiguiente, cualquiera explicación debe comprender la del cambio pronunciado desde la acidez hasta la alcalinidad en las soluciones estañíferas". Esto deja en la duda la fuente y carácter de las soluciones que disolvieron la casiterita y la disolución de ésta se establece solamente en relación con la redepósito del estaño de madera. Koeberlin cita una comunicación personal de E. H. Davison según la cual huesos extraídos del fondo de algunas capas aluviales mostraban el tejido óseo parcialmente reemplazado por casiterita. Contra la objeción de Gruner y Lin, de que solamente un agente reductor muy poderoso como el hidrógeno podría hacer posible la disolución del óxido de estaño en una solución ácida, él dice que la casiterita íntimamente asociada con piritas en proceso de oxidación no se halla bajo condiciones oxidantes. Wagner al discutir la teoría de Koeberlin, menciona el reemplazo de cuarzo más antiguo por casiterita y el reemplazo de ésta, a su vez, por sílice coloidal en los yacimientos (pipes) de Potgietersrut. En esta localidad se observa la corrosión de la casiterita por calcedonia y cuarzo. Pero este autor atribuye esta acción a un período hidrotermal de baja temperatura, no mucho más alta y, posiblemente, inferior a 100° C. Se trataría, por lo tanto, de un proceso primario, no secundario. Winkelmann describe la corrosión y reemplazo de la casiterita por cuarzo en Monte Blanco; pero también atribuye el fenómeno a una fase termal posterior. La prueba más importante es la que presenta Greene. Acepta la difícil disolución de casiterita pura en soluciones ácidas; pero hace indicación de que el óxido de hierro proveniente de casiterita impura como es la de Llallagua, que contiene solamente 94.06% de Sn O₂ y 4.30% de hierro, podría dar lugar a una diferencia de potencial que tendría una influencia determinante sobre la acción disolvente de la solución. Por otro lado, Boydell que ataca el problema desde el punto de vista de la teoría físico-química, duda de que las impurezas favorezcan la solubilidad. Sin embargo, Greene encontró que tres muestras de agua de la mina de Llallagua, contenían desde 19.4 hasta 180.9 mgr. de estaño por litro, lo que prueba que las aguas meteóricas en esa mina disuelven algo de estaño. Sin embargo, Greene no probó que el estaño provenía de casiterita disuelta. No es improbable que su origen esté en la oxidación de estanita. Los experimentos de solubilidad

que él realizó, indicaron como el mejor disolvente ácido, el ácido fosfórico y dice que los minerales de Llallagua contienen los fosfatos vinianita, wavelita vauxita y paravauxita.

Koeberlin, (19, pág. 639; 21, pág. 820; 22, pág. 282), Spurr y Boydell, discuten la probabilidad de la disolución de la casiterita por aguas meteóricas desde el punto de vista de la teoría físico-química. Los argumentos que presentan se basan en la naturaleza impura de la casiterita de Bolivia y su asociación con minerales que no son característicos de los yacimientos estañíferos de distritos en los cuales no se observan señales de disolución y redepósito de la casiterita. Koeberlin no trata de explicar la química del proceso. Él dice directamente que los hechos geológicos deben aceptarse aun cuando su explicación química no se ve próxima. Con carácter puramente especulativo sugiere la idea de que la presencia de piritas puede ejercer una acción reductora facilitando la disolución en forma de compuestos de menor valencia, o que la presencia de minerales de cobre puede efectuar una serie de cambios sucesivos a estanita. También observa el hecho de que por lo impura que es la casiterita de Bolivia en relación a la de Sajonia y de los Estrechos, puede presentar condiciones favorables al enriquecimiento secundario. Dice que Greene ha encontrado suficiente solubilidad del estaño para que en el tiempo transcurrido haya bastado para disolver y reprecipitar varias veces los más grandes yacimientos de Bolivia. Spurr considera muy plausible la teoría de Koeberlin. Dice que la estabilidad de los minerales en aguas meteóricas depende hasta un grado aun no calculado, de la asociación de minerales y que la solubilidad puede deberse a reacciones químicas o electroquímicas producidas por la complejidad de los yacimientos bolivianos. Por otro lado Boydell establece que los datos electro-químicos de que se dispone indican una disminución de la solubilidad tanto para la casiterita heterogénea e impura como para el mineral puro y homogéneo. Pero en principio general, él cree que la casiterita debe de ser algo soluble en agua a la temperatura ordinaria. Basado en las semejanzas químicas del óxido de estaño con la sílice, cree que las soluciones son verdaderas y coloidales, y que coloides de óxido de estaño pueden haber migrado a distancias considerables. La existencia de estaño de madera le sugiere la idea de un estado o fase coloidal en la formación de la casiterita. Boydell concluye que aun cuando las indicaciones son débiles, bastan para sugerir la idea de variaciones en la solubilidad

de la casiterita no encontrándose reunidas las condiciones para su disolución en el caso de algunas vetas.

Los datos y discusiones que preceden, demuestran que hay que tener cuidado al emplear las demostraciones preponderantes contrarias a la disolución y reprecipitación de la casiterita como base para negar la posibilidad de tales fenómenos. Hay demostraciones positivas de la disolución de la casiterita y de la existencia de estaño en cantidad apreciable en las aguas meteoricas de las minas. Pero, en gran parte, la disolución se ha efectuado por aguas juveniles; y la existencia de estaño en aguas superficiales quedará en pie para el solo caso de la mina Llagua. Diversos fenómenos fisico-químicos sugieren la posibilidad de la disolución cuando las condiciones son particularmente favorables. Los defensores de la casiterita secundaria creen que las vetas de Bolivia presentan esas condiciones. Pero uno es llevado a la conclusión de que las indicaciones químicas no permiten ni la negación categórica de la posibilidad de formación secundaria de casiterita, ni la afirmación de que haya demostración química clara del desarrollo de semejante proceso. En otros términos, las demostraciones químicas disponibles no llevan a un caso concluyente, ni en pro ni en contra de la depositación secundaria de la casiterita.

PRUEBAS TEXTURALES (PARAGENESIS)

Las demostraciones más poderosas que podrían reunirse en apoyo de la formación secundaria de casiterita, serían las fundadas en las relaciones paragenéticas de los minerales que constituyen el relleno de las vetas. Los defensores del enriquecimiento han pasado completamente por alto este género de pruebas. Después del resumen de los conocimientos referentes a las vetas de estaño de Bolivia, hecho por Miller y Singewald, en 1919, se han agregado estudios importantes, principalmente en el campo de la paragénesis de los minerales. Si hubiese habido enriquecimiento de la casiterita, en cantidad, por procesos secundarios, la paragénesis de los minerales, debería mostrar claramente dos generaciones de casiterita, la más reciente de las cuales debería ser posterior al más nuevo de los minerales secundarios. Los estudios de paragénesis se han elaborado por autores no influenciados por el deseo de probar o desaprobar la existencia de casiterita secundaria. Sus observaciones y deducciones serían completamen-

te objetivas y, por tanto, dignas de ser aceptadas como correctas.

La importancia de los estudios microscópicos de los yacimientos en el tratamiento de este problema, ha sido reconocida por diversos de los autores que han discutido los trabajos de Koeberlin. En 1923, Sznepka, escribía que los estudios microscópicos eran de desearse para determinar la paragénesis de los minerales y resolver la cuestión de la profundidad hasta la cual alcanzaba el enriquecimiento secundario. Koeberlin fué criticado por Strauss de haber olvidado apoyar su teoría de redepositación con demostraciones petrográficas. Ahlfeld (1, pág. 81), aunque inclinado a aceptar las ideas de Koeberlin en parte, deploraba la falta de un microscópico, el que reconocía como necesario para atacar el problema en forma satisfactoria. Después de argumentar favorablemente a las teorías de Koeberlin, desde el punto de vista de la teoría fisico-química, Boydell concluye que "el punto realmente esencial que hay que establecer es la depositación definida en ausencia de estanina del mineral, de casiterita (o estaño de madera) sobre minerales más antiguos de la serie paragenética, como sulfuros y minerales de plata". No veo la necesidad de que se requiera la ausencia de estanina y yo modificaría esta conclusión en la siguiente forma: "el punto realmente esencial que hay que sentar, es la depositación de casiterita (en cantidad considerable) sobre minerales más antiguos de la serie paragenética, (sulfuros y minerales de plata). Examinemos las pruebas sobre este punto.

Greene presenta indicaciones de casiterita claramente más nueva que un sulfuro. Encontró una oquedad con cristales sueltos de bismutina completamente recubiertos por casiterita cristalina que él considera como señal de depositación de una solución y que la casiterita es, indudablemente secundaria. Es indudable que la casiterita es más nueva que la bismutina de la oquedad. Pero la bismutina y la casiterita se sobrepone en la serie paragenética primaria, de modo que algo de casiterita es más nueva que una parte de la bismutina. La simple sucesión no puede interpretarse como una prueba de que la casiterita es secundaria.

Kozlowski, Buerger y Maury describen sucesiones repetidas de casiterita y sulfuros. Kozlowski menciona entre las principales características de los yacimientos de Oruro la formación simultánea de minerales de estaño y plata, la abundancia de sulfuros metálicos y la frecuencia con que se presenta el sulfuro de estaño.

Dice que en los yacimientos de Potosí se presentan fajas de casiterita compacta que alternan con fajas de estanina, tetrahedrita, y pirita. Buerger y Maury dan para los minerales de Chocaya el siguiente orden: pirita, cuarzo y casiterita, seguida por estanina reemplazada por blenda y galena; después, tetrahedrita y finalmente jamesonita. Ciclos repetidos de esta serie dan origen a la estructura de "Cockade" y fajada de los yacimientos. Estos fenómenos se explican como debidos a una repetida renovación de las soluciones mineralizantes. Establecen el origen primario de todos los minerales comprendidos.

Más contrarios a la casiterita secundaria son los otros estudios paragenéticos. Davy, después de estudiar una serie extensa de yacimientos de Bolivia llegó a la siguiente sucesión: cuarzo y casiterita sulfoestannatos; estanina, esfalerita y calcopirita; tetrahedrita; y jamesonita. Todos estos minerales se consideraban primarios. Hall examinó mis propias colecciones de la mayoría de los distritos estañíferos importantes de Bolivia y también consideró la casiterita como más antigua que los sulfoantimoniuros de plata. Lindgren (25, pág. 227), coloca la casiterita de los yacimientos de Chocaltaya en el período más antiguo de la mineralización primaria, anterior a la estanina fuorita y pirita. En los yacimientos de Caracoles (26, pág. 138), él considera la casiterita en la serie paragenética como anterior a la pirita, esfalerita y bismutina. Para Potosí Lindgren y Creveling dan la siguiente sucesión desde lo más antiguo a lo más nuevo, para los minerales primarios: pirita, casiterita, estanina y sulfoestannatos. Consideran como minerales secundarios la calcopirita, rosicler de plata, calcocina y covelina, sin mencionar la casiterita. Winkelmann dice que los sulfuros se dividen en dos grupos: uno que sigue inmediatamente a la casiterita incluyendo la arsenopirita pirita y marcasita, y otro más nuevo formado por la blenda, galena y calcopirita, en otras palabras, reconoce solamente casiterita más antigua que los sulfuros de origen indudablemente primario. Kittl (18, pág. 108), establece que no se ha observado casiterita más nueva que estanina. Careaga (6, pág. 201), considera la casiterita solamente como un mineral antiguo de formación hidrotermal que precedió a los minerales hidrotermales de plata.

Lo que parece efectivo es que si la casiterita secundaria fuese una característica importante de los yacimientos de Bolivia, su determinación no se habría escapado en todas estas investigaciones microscópicas de la sucesión paragené-

tica de los minerales. La uniformidad de interpretación que hay en considerar la casiterita como del primer período de la mineralización primaria, es una indicación poderosa en contra de cualquiera teoría que establezca un enriquecimiento secundario importante de casiterita en las vetas de Bolivia, que implique la solución y redepósito de este mineral; incumbe a los defensores de este proceso presentar igualmente pruebas concluyentes de la existencia de casiterita más nueva que los sulfuros primarios más jóvenes para poder considerar como cimentada su teoría.

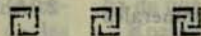
CONCLUSION

Se ha demostrado que las pruebas geológicas presentadas en apoyo del enriquecimiento secundario de la casiterita en las vetas de estaño de Bolivia son débiles y de ninguna manera concluyentes. No hay pruebas mineralógicas. Tampoco hay pruebas químicas convincentes que establezcan con un alto grado de probabilidad un tal proceso de enriquecimiento. Pruebas satisfactorias serían las que incluyen indicaciones sobre la existencia de casiterita más nueva en la serie paragenética de los minerales de las vetas, que los sulfuros primarios que se formaron al último. Los proponentes de la teoría han descuidado completamente este criterio de demostración. Numerosos estudios sobre la paragénesis de los yacimientos de estaño bolivianos están de acuerdo en colocar la casiterita al principio de la serie y en considerarla como más antigua que los últimos sulfuros de la mineralización primaria. Las pruebas disponibles no conducen a la conclusión de que las vetas de estaño de Bolivia presentan el fenómeno raro de una importante concentración secundaria de casiterita.

BIBLIOGRAFIA

1. Ahlfeld, F.—Beiträge zur Kenntnis sekundärer Metallverschleibungen auf bolivianischen Zinnerzlagertstätten. Zeit. für prak. Geol., 1927, pp. 81-85. Contribución al conocimiento de las concentraciones secundarias de metales en los yacimientos bolivianos. Revista Minera de Bolivia, 1927, pp. 145-157.
2. Ahlfeld, F.—Zur Entstehung der Sulfostannate Boliviens. Zeit. für prak. Geol. 1928, pp. 43-44.
3. Boydell, H. C.—The solubility of Cassiterite. Inst. Min. and Met., Ang. 18, 1927, 14 pp.
4. Brown, O. M.—Geologic Features of Bolivian Tin Bearing Veins, Eng. and Min. Jour. vol. 122, p. 61, 1926.

5. Buerger, M. J., and Maury J. L.—Tin Ores of Chocaya. *Econ. Geol.* vol. 22, pp. 1-13, 1927.
6. Careaga, José M.—Estudio sobre la Mina Chocaya La Vieja, propia de la Compañía Minera y Agrícola Oploca de Bolivia. *Revista Minera de Bolivia*, 1928, pp. 150-154, 193-203.
7. Collins, J. H.—Additional Notes on Wood Tin. *Min. Mag.*, vol. 16, pp. 30-34, 1910.
8. Davy, M. W.—Ore Deposition in the Bolivian Tin Silvers Deposits. *Econ. Geol.* vol. 15, pp. 463-496, 1920.
9. Emmons, W. H.—The Enrichment of Ore Deposits. *U. S. Geol. Surv., Bull.* 625, pp. 398-402, 1917.
10. Greene, G. U.—Solubility of Tin Minerals. *Eng. and Min. Jour.*, vol. 122, pp. 417-419, 1926.
11. Gruner, J. W. and Lin, S. C.—Solution of Tin Minerals Studied. *Eng. and Min. Jour.*, vol. 121, p. 924, 1926.
12. Hall, Georges M.—The Paragenesis of the Bolivian Silver-Tin Ores. Unpublished Dissertation, 1923. Abstract: *Bull. Geol. Soc. of America.*, Vol. 35, p. 127, 1924.
13. Jackowski, José.—Bolivian Tin Veins. *Eng. and Min. Jour.* Vol. 123, p. 61, 1927.
14. Jones, W. R.—On the Supposed Case of Tin in Statu Nascendi in the Malay Peninsula. *Geol. Mag.* 1914, 537-541.
15. Kittl, E.—Génesis de los Minerales estaníferos de Bolivia. *Revista Minera de Bolivia*, 1926, pp. 1-24, 33-53.
16. Kittl, E.—Zur Entstehung der Sulfostannate Bolivians. *Zeit. für prak. Geol.* 1927, p. 187.
17. Kittl, E.—Estudio sobre los Campos de Existencia de la Casiterita en Bolivia, Formación de la Guía. *Revista Minera de Bolivia*, 1927, pp. 257-267.
18. Kittl, E.—Los Yacimientos Estaníferos de Bolivia. *Revista Minera de Bolivia*, 1928, pp. 65-88, 97-118, 225-244, 257-280.
19. Koeberlin, F. R.—Geologic Features of Bolivian Tin Bearing Veins, *Eng. and Min. Jour.*, vol. 121, pp. 636-642, 1926. Translation: *Boletín Minero* vol. 38, pp. 516-533, 1928.
20. Koeberlin, F. R.—Geology of Bolivian Tin Veins. *Eng. and Min. Jour.* Vol. 122, pp. 502-503, 1926, (discussion).
21. Koeberlin, F. R.—Certain Geologic Features of Bolivian Tin-Bearing Veins. *Eng. and Min. Jour.*, Vol. 122, pp. 819-820, 1926. (Discussion).
22. Koeberlin, F. R.—Geologic Criteria for Large Scale Tin Prospecting in Bolivia. *Eng. and Min. Jour.*, Vol. 123, pp. 278-285, 1927.
23. Kozłowski, Román.—Note préliminaire sur les gisements d'étain et d'argent en Bolivie. *Bulletin de la Soc. Française de Mineralogie.*, Vol. 44, pp. 128-151, 1921. Translation: *Boletín Minero*, Vol. 38, pp. 824-837, 1926.
24. Lewis, J. B.—Geologic Features of Bolivian Tin-Bearing Veins. *Eng. and Min. Jour.*, Vol. 122, p. 303, 1926. (Discussion).
25. Lindgren, W.—The Tin Deposits of Chacaltaya, Bolivia. *Econo. Geol.*, Vol. 19, pp. 223-228, 1924.
26. Lindgren, W.—Replacement in the Tin-Bearing Veins of Caracoles, Bolivia. *Econ. Geol.*, Vol. 21, pp. 135-144, 1926.
27. Lindgren, Waldemar and Creveling, J. H.—The Ores of Potosi, Bolivia. *Econ. Geol.*, Vol. 23, pp. 233-262, 1928.
28. Miller, Benjamin L., and Singewald, Joseph T., Jr.—The Mineral Deposits of South America. McGraw-Hill Book Co., 1919.
29. Mühlhausen, G.—Observaciones sobre el artículo del Sr. F. R. Koeberlin, del 17 de Abril, 1926. *Rev. Financiera, Bursátil y Minera*, Santiago, 1926, p. 133.
30. Scrivenor, J. B.—Tin in the Malay States. *Eng. and Min. Jour.*, Vol. 122, p. 224, 1926. (Discussion).
31. Spurr, J. E.—Secondary Enrichment of Tin Ores. *Eng. and Min. Jour.*, Vol. 121, p. 635, 1926 (Editorial). Translation: *Boletín Minero*, Vol. 38, pp. 534-535, 1926.
32. Strauss, Lester, S.—Bolivian Tin Veins. *Eng. and Min. Jour.*, Vol. 122, pp. 381-382, 1926. (Discussion).
33. Sznepka, G.—Beiträge zur Geologie der Bolivianischen Zinnerzlagertätten. *Zeit. für prak. Geol.*, 1923, pp. 118-123.
34. Wagner, P. A.—Wood Tin-Gel Replacement of Cassterite. *Econ. Geol.*, Vol. 21, pp. 727-731, 1926. (Discussion).
35. Winkelmann, H.—Beiträge zur Kenntnis der Zinnerzlagertätten von Bolivien. *Zeit. für prak. Geol.*, 1927, pp. 97-112.



LOS RESULTADOS DE LOS ÚLTIMOS AÑOS Y LAS TENDENCIAS EN LA PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE LOS COMBUSTIBLES Y DEL CALOR ⁽¹⁾

por

A. STIEVENART,

Ingeniero (A. Y. Lg.) a la Sofina.

Para este estudio nos hemos apoyado principalmente en las memorias presentadas al último "Congreso del aprovechamiento Industrial del Calor" verificado en París en 1928 y sobre las discusiones a que ha dado lugar. Nos hemos inspirado igualmente en los últimos resultados del "Congreso Mundial de la Energía" y de la "Conferencia sobre los carbones bituminosos" efectuados respectivamente en Londres y Pittsburgh en 1928.

Hemos dividido nuestro estudio en tres partes:

- 1.º Elaboración de los combustibles;
- 2.º Utilización de los combustibles y del calor;
- 3.º Cuestiones de orden general.

1.º ELABORACION DE LOS COMBUSTIBLES

Depuración del carbón

Si los combustibles sólidos no contuvieran cenizas, un gran número de problemas quedarían inmediatamente resueltos, y la diferencia entre combustible sólido y gaseoso sería prácticamente nula.

La cantidad de materias incombustibles extraídas juntamente con el carbón alcanza anualmente alrededor de 150 millones de toneladas. El gasto improductivo que resulta por esto se avalúa en un centenar de millones de libras esterlinas.

Las cenizas del carbón se componen de dos partes: las que vienen incorporadas al carbón mismo y cuya composición y cantidad caracterizan cada uno de sus elementos (clarain, vitrain, durain y fusain); las que provienen

de los fragmentos de rocas de las cajas, techo o piso, o de bandas estériles intercaladas en el espesor del manto.

Son estas últimas las que constituyen cuantitativamente la mayor cantidad de cenizas contenidas en los carbones del comercio. Su importancia crece paralelamente con el desarrollo de los procedimientos mecánicos de extracción. Así la depuración de los carbones, que hará unos veinte años sólo se practicaba excepcionalmente, se ha generalizado ahora rápidamente.

El método más frecuentemente empleado es el de circulación de agua. Los procedimientos de purificación en seco, o por circulación de aire, empleados en Inglaterra y los Estados Unidos y que tienen la ventaja sobre aquél de evitar la formación de lamas, no se han implantado aún en nuestro país; se les reprocha el provocar la pérdida de los llampos y polvo del carbón.

En general los materiales cokificantes ingleses tienen leyes que varían entre un 60 a 80% de carbón limpio que originalmente tiene alrededor de 2% de cenizas, que por su naturaleza hay que considerarla como inseparables.

Si se piensa que un coke de 10% de cenizas representa un término medio de la producción inglesa, se debe reconocer que los procedimientos de limpieza no han alcanzado aún un nivel muy elevado de perfeccionamiento. Esto proviene de que la separación ha dependido hasta el presente de dos variables simultáneas: tamaño y densidad específica (y aun, en cierta medida, de la forma de los trozos). Partículas de ciertas dimensiones y de poca densidad específica caen o se levantan con la misma velocidad que otras partículas de pequeñas dimensiones, pero de mayor densidad.

(1) Revue Universelle des Mines, N.º 9, 1.º de Noviembre de 1929.

Parece pues imposible realizar por circulación de agua o de aire—que son los únicos procedimientos hoy en uso en todas partes—una separación absoluta de las mezclas de carbón libre sea del esquistoso o de la pirita. Debe reconocerse, sin embargo, por ese DOBLE TRATAMIENTO que la eficacia de la separación que ese doble tratamiento, puede aumentarse por un calibrado preliminar en el molido cuidadoso eliminando hasta cierto punto el factor tamaño. Como los consumidores piden cada vez mayores cantidades de carbones calibrados, los costos de las operaciones de escogido quedan compensados con largueza por el sobreprecio obtenido para los carbones clasificados y por la posibilidad de aumentarle el grado de pureza. Por esto se llega hoy a reducir a un 7-8% la ley de cenizas de un carbón tamaño 1-50 mm. Por el contrario, los esfuerzos han sido importantes para depurar por los métodos clásicos el tamaño 0-1 mm. (laminas y polvo) y los mixtos (sub productos del lavado).

El mejor medio de depurar estas categorías de materiales parece ser la "flotación" "con agua emulsionada" que hace que la separación dependa de un solo factor. Este nuevo procedimiento utiliza el hecho de que el carbón y el esquistoso tienen propiedades de superficie diferentes, desde el punto de vista de su inmersión en el agua emulsionada. Si se agrega al agua ciertos aceites (aceite de petróleo o aceite de pino) el carbón no se moja y flota, mientras que el esquistoso se humedece y cae. Este procedimiento no es aplicable sino a los carbones reducidos a muy pequeños trozos. Presenta el inconveniente de no permitir sino muy difícilmente la separación del carbón limpio del agua adherente. Sin embargo, su técnica ha llegado a tal punto que ha permitido depurar durante el año último más de un millón de toneladas de llamos y laminas.

Según Lessing, un nuevo procedimiento inglés hace intervenir solamente la densidad específica, el tamaño sería, así, cosa indiferente. El período de explotación comercial habría comenzado y los resultados se publican incesantemente. El procedimiento permitiría obtener un carbón limpio que no contiene más de 2 o 3% de cenizas partiendo de un material bruto que contiene de 15 a 20% de impurezas.

Además de los bien conocidos inconvenientes de las cenizas en los hornos de coque (disminución de la resistencia del coque), en los hogares (quemaduras y escoriaciones) y en los altos hornos (aumento de la adición de fundentes) conviene agregar uno nuevo, que es la influen-

cia catalítica de los compuestos inorgánicos sobre la carbonización del carbón. Adicionando un 1% de sustancias minerales se ha conseguido aumentar en proporciones apreciables el rendimiento en coque e impedir la descomposición y grafitización de una parte del alquitrán en las retortas. Pero como la presencia de un porcentaje elevado de cenizas contraría generalmente la acción de los catalizadores, el empleo de aquéllos habrá de acondicionarse por la reducción al minimum de la ley de cenizas de los carbones.

CONGLOMERACIÓN DE LA HULLA Y DE LOS LIGNITOS

La conglomeración de la hulla tiene por objeto aprovechar los finos trasformándolos en briquetas; lo más corrientemente, por la adición de 7 a 8% de brea.

Gracias a ese agregado los conglomerados tienen un poder calorífico ligeramente superior al del combustible empleado, pero dando al mismo tiempo más humo. La superioridad de los aglomerados proviene más bien, principalmente, de su forma geométrica, que asegura una gran facilidad de manipulación y almacenaje, permitiendo aumentar hasta en un 20% el radio de acción de navíos y locomotoras. Como el precio de la brea está sometido a variaciones de amplitud considerable, debido a las especulaciones de los comisionistas que mantienen en su mano el mercado de Londres, se ha tentado, sea de disminuir el porcentaje de su empleo por algunas modificaciones en los procedimientos de mezcla, sea como el de reemplazarla parcial o totalmente por productos orgánicos o por productos inorgánicos.

El gran inconveniente de estos últimos, tales como la arcilla y el cemento es de aumentar el residuo de cenizas. Entre los primeros se pueden citar el antraceno, la naftalina, colas obtenidas de algas marinas, el engrudo de almidón, aceite de asfalto, lejías de sulfito de celulosa, etc. Ninguno de estos procedimientos se ha impuesto aún de una manera absoluta.

Por fin se han realizado numerosos ensayos de conglomeración sin ningún aglomerante. Esta autoaglomeración no se puede obtener sino bajo la influencia combinada de fuertes presiones y altas temperaturas, lo que presenta dificultades de orden mecánico y se puede decir, a priori, que no podrá aplicarse a todos los carbones. Se verá, probablemente, la necesidad de agregar a los carbones magros que se trate de aglomerar un cierto porcentaje de carbones grasos destinados a producir la brea ne-

cesaría "in situ" por destilación en el momento de la operación.

Se ha realizado igualmente la autoaglomeración por deshidratación progresiva de una solución coloidal en aceite. Pero este procedimiento deja de un 15 a 20% de humedad en las briquetas y exige además un fuerte consumo de energía para la reducción a polvo muy fino del combustible tratado.

Cualesquiera que sean el interés y el porvenir de estos nuevos procedimientos no parece que darán un nuevo impulso a la industria de la conglomeración de la hulla.

El número de consumidores de conglomerados de carbón tiende, en efecto, a disminuir. En estos consumidores se comprenden principalmente las Compañías de Ferrocarriles, las Compañías de Navegación y los usos domésticos. Estos últimos recurren cada vez más al coque de gas, a los radiadores a gas y a las instalaciones de calefacción central. En un gran número de radiadores se ha substituído el combustible carbón, sea por el calentamiento con mozon, sea por el motor Diessel. En cuanto a las locomotoras a vapor su desarrollo queda limitado por la electrificación de las líneas ferroviarias. En fin el calentamiento con carbón pulverizado que se usa en un gran número de industrias constituye un nuevo e importante mercado por el empleo de los llampos y polvo fino.

A la inversa de lo que sucede con la conglomeración de la hulla, parece que la conglomeración de los lignitos está llamada a un gran desarrollo. El lignito crudo o en bruto es, en efecto, difícilmente utilizable, a causa de su gran contenido en humedad, que excede, a veces, de 50%. No obstante ciertas clases de lignitos, de la región de Colonia, se aglomeran bajo presión, sin necesidad de agregar ningún aglomerante. Teniendo en cuenta el consumo de combustible necesario para la fabricación y secamiento: tres toneladas de lignito crudo de 2,100 calorías, dan 1 tonelada de aglomerado de 5,000 calorías, o sea una pérdida en calorías, de 20% más o menos.

Esta pérdida se compensa ventajosamente por la economía en los gastos de transporte, por las facilidades de manipulación y almacenaje, como también por el mejor rendimiento en la combustión sobre parrillas.

Digamos, para terminar, que un nuevo campo de actividad se abre para la conglomeración de los carbones: la transformación en pastillas y en briquetas del semi-coke, producido generalmente bajo forma pulverulenta por la carbonización del carbón a baja temperatura.

o mejor aún por la pre-aglomeración del polvo de carbón tratado. Volveremos más adelante a hablar de esta aplicación.

CARBONIZACION A BAJA TEMPERATURA.

Hace más de 75 años se apreciaba ya el interés de obtener una carbonización a temperatura moderada y de un calentamiento progresivo de los esquistos y del carbón bituminoso a fin de aprovechar el máximo de aceite de buena calidad.

En esa época ya existían, tanto en Europa como en los Estados Unidos usinas para la producción de aceite por carbonización a baja temperatura. Estas usinas prosperaron hasta el advenimiento del petróleo. La abundancia y el bajo precio de este combustible mataron rápidamente la industria de la carbonización a baja temperatura, que no subsiste sino en escala reducida, notándose solamente en Escocia y en Francia por la extracción de aceite de los esquistos y en Alemania por la carbonización de los lignitos.

Durante la guerra, la penuria de combustibles líquidos acentuó, en la mayor parte de las naciones pobres en petróleo, la necesidad de mejorar los medios de utilización de la hulla para extraerle los carburantes que podrían reemplazar el petróleo que no tenían.

Tal es el origen del movimiento de estos últimos años en favor de la carbonización a baja temperatura. De una manera general, se puede decir que mirado bajo ese aspecto el movimiento ha fracasado. Si es cierto que la carbonización a baja temperatura da aproximadamente dos veces más alquitrán que la de alta temperatura, el estudio sistemático que se ha hecho de este alquitrán ha enfriado el entusiasmo del comienzo; pues no contiene en realidad, sino un pequeño porcentaje de hidrocarburos ligeros que destilan antes de los 200° y los que pueden ser susceptibles de utilizarse en los motores de automóviles (10 a 12% máximo). Además estos hidrocarburos deben, para poder reemplazar a la esencia, estar exceptos de sus fenoles y de sus compuestos no saturados.

Entre 215° y 270° la fracción que destila contiene una fuerte proporción de fenoles que alcanza hasta el 70° lo que la hace apta para la fabricación de creosota que se destina para la conservación de la madera. Sobre la fracción de la creosota se obtiene en primer lugar una fracción no viscosa y aun con fenoles, que puede considerarse para ser empleado como aceite para motores Diesel o aceite de debenzolaje.

Viene finalmente, la fracción de consistencia butírica de la que es posible obtener lubricantes de valor real y un poco de parafina.

El residuo sólido, o breas de baja temperatura puede ser empleado como aglomerante.

El empleo del vapor de agua recalentado es lo que da los mejores resultados en la destilación de los carbones.

En vez de someter el alquitrán a la destilación, puede oxidarse a una temperatura de 200°, lo que permite aumentar en fuertes proporciones (hasta 50%) la cantidad de brea utilizable después en la aglomeración del semi-coke.

Pero la colocación en el mercado de estos productos está muy lejos de ser ilimitada, y hasta el presente, la mayor parte de las usinas que se han dedicado a fabricar el semi-coke no saben qué hacer de su alquitrán de baja temperatura. Es probable que el desarrollo de los procedimientos de hidrogenación y de cracking hará mejorar el mercado de esos productos.

Ante las dificultades de la utilización y de la transformación del alquitrán primario se ha reconocido rápidamente que la carbonización a baja temperatura debería tener como objeto principal, no el de producir un máximo de alquitrán, sino un semi-coke capaz de servir de sucedáneo de la antracita. El semi-coke constituye, en efecto, el 75% del producto de la carbonización, y en aumento de precio del 5% del semicoke da tanto provecho como un aumento de 50% en el precio del alquitrán. Los esfuerzos hechos, pues, en estos últimos años, han tendido a obtener un semi-coke capaz de reemplazar a la antracita en los usos domésticos. Las cualidades exigibles a un combustible de tal naturaleza son:

- 1.º Combustión sin horno;
- 2.º Una reactividad elevada;
- 3.º Densidad suficiente;
- 4.º Un mínimo de resistencia mecánica;
- 5.º Cenizas no aglutinantes.

La combustión sin horno se obtiene sin dificultad con un combustible que no contenga, como el semi-coke, sino un 8 a 10% de materias volátiles. He ahí una ventaja apreciable en un momento en que los poderes públicos se preocupan de los daños causados a los monumentos y a la salud de los habitantes por el hollín en suspensión en la atmósfera. Se debe notar además que en la carbonización a baja temperatura, una gran parte del azufre del combustible inicial pasa con el gas de destilación, lo que disminuye, por tanto, el porcentaje de anhí-

drido sulfuroso enviado a la atmósfera con los humos.

En cuanto a la reactividad del semi-coke es mucho más grande que la del coke grafitico que proviene de la carbonización a alta temperatura; estas circunstancias juntas a un poder de inflamabilidad mucho mayor debido a la presencia de materias volátiles dan al semi-coke una superioridad bien marcada sobre el coke común en los usos domésticos. Es pues muy posible que, por una educación conveniente, se logre inclinar al público a utilizar más la "antracita artificial", en reemplazo del combustible escaso y costoso que constituye la antracita natural.

Por lo que toca a las cualidades de densidad y de resistencia éstas pueden obtenerse por procedimientos especiales ya experimentados, tales como la pre-aglomeración de los finos practicada en las usinas de Noeux o en los procedimientos Trent.

La condición esencial para la obtención de un semi-coke denso y compacto reside principalmente en el calentamiento progresivo que debe ser tanto más largamente mantenido cuanto más elevada sea la ley en materias volátiles. Una segunda condición reside en la elección de un cemento o aglomerante apropiado. Si el polvo tratado se compone exclusivamente de carbones bituminosos, el mejor aglomerante es el aceite de antraceno. Si por el contrario, dicho polvo está constituido por una mezcla de carbones negros y grasos o bituminosos, la elección del cemento es cosa indiferente. Con estas mezclas de carbones negros y grasos, bien finamente pulverizados, se puede aún evitar el uso del aglomerante y servirse únicamente de la auto-conglomeración.

Fuera de la aplicación a la calefacción doméstica que lo valorizaría al máximo, el semi-coke podría emplearse aun al estado pulverulento para los usos siguientes:

- 1.º Calefacción de hogares de combustibles pulverizados;
- 2.º Producción de gas de agua en los gasómetros de gran capacidad, poniendo así grandes cantidades de hidrógeno a la disposición de la industria química que lo necesita (Interessen Gemeinschaft).
- 3.º Combustión sobre parrillas a la salida del horno de carbonización a fin de no perder el calor sensible de semi-coke que sale a 500°, (Procedimiento Salerni).
- 4.º Mezclado convenientemente con hullas muy bituminosas con el fin de obtener un mejor coke metalúrgico. (Usinas del Sarre).

En cuanto al "gas de destilación" se sabe que debido a la naturaleza misma de la operación, es poco abundante; no se obtiene más que 50 a 70 m³ por tonelada de carbón en las condiciones de temperatura que aseguran el mejor resultado para los productos condensables. Pero este gas tiene propiedades muy diferentes de la del gas de alumbrado: su densidad es doble y su poder calorífico es 30 a 40% más elevado. Como consecuencia de la pirogenación incompleta contiene en efecto, elementos muchos más complejos y de pesos moleculares mucho más elevados que el gas de alumbrado. Desgraciadamente una gran parte del azufre del carbón se encuentra bajo la forma de compuestos sulfurados de pesos moleculares comparables a los de las esencias. Estos productos, que son muy fétidos, atacan el fierro de las cañerías y de los aparatos de medida y ensucian los aceites.

La depuración del gas se impone, pues, antes del debenzolaje. Estas dos operaciones son más complicadas que para el caso del gas de alumbrado a causa de la naturaleza bastante compleja del gas de destilación de baja temperatura. Después del debenzolaje, se podría, por una compresión moderada y a la temperatura ambiente, liquidar los hidrocarburos pesados parafínicos (propano, bri-

tano, propileno, butileno) y utilizarlos en botellas cerradas en la propulsión por motores. Quedaría un gas muy rico en metano que se podría comprimir a 200 Kgs. en botellas especiales (electropettes) para servir de sucedáneo de la bencina.

Hasta el presente, resulta suficiente utilizar el gas de baja temperatura en mezcla con gas de agua o con gas proveniente de la preparación del coke, lo que permite obtener un excelente gas de alumbrado y calefacción. Calcúlese el interés que debe existir, pues, en reunir las usinas de carbonización a baja temperatura con las usinas de fabricación de gas existentes.

Estudiando la rentabilidad del procedimiento, el Dr. Cautieny condensa los resultados en el diagrama de la figura siguiente que indica las ganancias que se obtienen frente a los gastos que importa su aplicación. Este diagrama resultaría de la experiencia industrial de varios años practicada en las usinas Mathias Stinnes en Essen.

Este cuadro muestra:

1.º Que la venta de bencina no constituye más que una fuente de entrada de poca importancia;

2.º Que la venta de alquitrán, de bencina y de gas cubre los gastos de explotación y tam-

59,8%	Carbon	Coke	62%
18,9%	Interes y Amortización	Alquitran	20%
3,8%	Reparaciones	Bencina	4%
5,3%	Fuerza motriz	Gas	14%
4,3%	Salarios		
7,9%	Calefacción		
Gastos		Ganancias	

bién los que resultan por intereses y amortización del capital;

3.º Que el beneficio viene a quedar así representado principalmente por la diferencia entre el precio de venta del semi-coke y el precio de compra del carbón. Sin embargo estas conclusiones nos parecen que pueden merecer las siguientes reservas:

a) La dificultad de salida para el alquitrán y la repercusión eventual de la producción hacen las ganancias a obtener por este capítulo demasiado hipotéticas;

b) La venta de gas no es posible actualmente sino a condición de que funcione conjuntamente con una fábrica de gas existente, de otra manera convendrá quizás quemarlo en la usina misma en el calentamiento de los hornos lo que viene al fin a disminuir fuertemente su valor comercial;

c) El semi-coke no representa más que un 75% del peso del combustible inicial y solamente un 60% a 70% de su poder calorífico. Por consiguiente, si se vendiera la caloría semi-coke de 42-66% más cara que la caloría del combustible inicial, resultaría todavía así una operación sin provecho. Para obtener beneficios es necesario partir de un combustible de bajo valor inicial para llegar a un semi-coke de muy alto valor comercial, lo que no es posible sino cuando se parte de un polvo aspirado al estado seco que proviene de los talleres o secciones de preparación mecánica de una mina. Y aun sería necesario que este polvo no contuviera mucha ceniza, para obtener un semi-coke comparable, sino a la mejor antracita, por lo menos a las mejores hullas de las llamadas antracitosas.

Observemos, para terminar, que con la carbonización a baja temperatura no se llega a obtener un rendimiento en caloría mayor de un 75%, por lo que es necesario que los productos de la carbonización compensen por su buena calidad una pérdida de calorías de un 25% aumentada en los gastos de fabricación y de las cargas del capital demasiado elevadas actualmente. En estas condiciones se comprende, que la rentabilidad de la operación no está siempre asegurada sobre todo en una época en que la esencia y los aceites de petróleo de buena calidad llegan a todos los puertos del Continente a precios relativamente bajos.

CARBONIZACION A ALTA TEMPERATURA

El coke metalúrgico ha sido durante largo tiempo fabricado exclusivamente con carbones cuya ley en materias volátiles estaba com-

prendida entre 20 y 25%. Después del descubrimiento de Charpy y Godchot—ellos establecieron la posibilidad de mejorar el poder cokificante de un carbón demasiado magro que la adición de materias volátiles provenientes de una destilación anterior, bajo la forma de brea y de alquitrán,—grandes progresos se han realizado en la técnica de las mezclas. Prosiguiendo de esa manera se han mezclado hullas de alto valor con materias volátiles con hullas magras o con semi-coke de una destilación anterior a baja temperatura. De este modo es como las usinas del Sarre fabrican un coke de muy buena calidad mezclando carbón de llama larga, no cokificante con el semi-coke de este mismo carbón. El carbón magro artificial reemplaza aquí, pues, al carbón magro natural. Por esto, la gama de los carbones cokificantes se ha encontrado considerablemente extendida (se utiliza actualmente hullas cuyas ley de materias volátiles, varía entre 14 y 32%) y asegurada, de esta manera, la independencia de ciertas cuencas carboníferas.

Todos los esfuerzos de los constructores de hornos de coke tienden hoy día al aumento de la capacidad productora de sus hornos, con el fin de disminuir el costo de instalación y conservación por tonelada de coke producido. Sus esfuerzos se han visto coronados por el éxito más completo: después de una decena de años la potencia productora de los hornos de coke se ha más que triplicado (de 5 toneladas por horno y por día a 15 y 18 tns.) Este acrecimiento de la productividad se ha obtenido de varios modos:

Por la disminución del ancho de los hornos, reducida actualmente a 40 c. más o menos asegurando un conocimiento más uniforme y más rápido;

Por el aumento de la longitud y de la altura de los hornos. Estas últimas dimensiones han llegado a 12 y 6 m. respectivamente. Sobre todo una gran altura de carga que realice por su propio peso la compresión necesaria es particularmente favorable a la cokificación de los carbones bituminosos;

Por el empleo de ladrillos de sílice de propiedades refractarias y de conductibilidad que hacen más ventajosos que los ladrillos sílico aluminosos exclusivamente empleados en los antiguos hornos.

Todo ha contribuido a poner de manifiesto un hecho importante: la profunda separación que existía antes de la guerra entre las usinas de gas y las de coke ha desaparecido rápidamente. Los modernos hornos de coke notablemen-

te herméticos, proporcionan sin dificultad un gas de un poder calorífico superior a 4,500 calorías, susceptible, por consiguiente, de reemplazar el gas en los usos de las ciudades y centros fabriles. En lugar de perderse, como antes, enormes cantidades de gas en la atmósfera, las fábricas de coke se preocupan de venderlo al mejor precio y ya se vuelven hacia el alumbrado y la calefacción de las ciudades y fábricas; de donde la erección de numerosas fábricas de coke y gas y su transporte a gran distancia, en cuyo crecimiento cada vez mayor se fundan actualmente grandes esperanzas en Alemania.

Un resultado importante de esta nueva orientación es el abandono completo de los hornos sin regeneradores de calor porque lo perdían en las llamas y que consumían más de la mitad del gas rico producido. No se construyen actualmente más que hornos con regeneradores de calor, calentandos: sea a gas de hornos de coke, sea a gas de altos hornos, sea a gas mixto de hulla. Por la doble recuperación, es decir, por el recalentamiento simultáneo del aire y del gas de calentamiento y por un control bien organizado, se puede llevar el rendimiento técnico de los hornos desde el 70% de antes de la guerra a un 85 y 90%.

Se podría aún reducir en un tercio las pérdidas, recuperando el calor sensible del coke incandescente como ya se practica en algunas usinas metalúrgicas de Francia, Holanda Alemania y Suiza.

Igualmente, se han realizado grandes progresos en la recuperación de los sub-productos, principalmente del benzol y del amoníaco. Para absorber este gas, se trata de prescindir del empleo del ácido sulfúrico, y reemplazarlo, sea por el azufre contenido en el gas, sea por el yeso. En cuanto a la fabricación de productos puros, éste tiende a expandirse más y más, gracias a los aparatos de marcha continua, pero ella debe limitarse al consumo actualmente algo limitado.

Señalaremos finalmente que una salida importante para los productos de las fábricas de gas y de coke, reside actualmente en la separación de los constituyentes del gas. La composición en volumen de este gas es aproximadamente la que sigue:

Hidrógeno	50.2%
Metano	25.2%
Oxido de carbono	7. %
Etileno	1.2%
Propileno	0.3%
Etano	0.5%
Acido carbónico	2.6%
Azoe	13. %

La fabricación del amoníaco sintético es capaz, ella sola, de absorber enormes cantidades de hidrógeno, cuya extracción está indicada, sin duda del gas proveniente de la fabricación del coke; puesto que, como lo indica el cuadro anterior, contiene 50% del volumen en Hidrógeno. Esta fabricación permite a estas usinas producir, no solamente el sulfato de amoníaco, como antes, sino que también toda la gama de los productos azoados, como el ácido nítrico, el amoníaco, el nitrato de calcio, el cloruro de amonio, la úrea, etc.

A esta utilización del hidrógeno, conviene agregar las perspectivas que se abren del lado de la hidrogenación de los carbones y de los aceites a alta presión y a alta temperatura, para la obtención de petróleo sintético.

Tratado por el hidrógeno en presencia de un catalizador, el óxido de carbono se transforma en alcohol metílico (Minas de Béthune). A pesar de su poder calorífico relativamente débil (4,218 en lugar de las 7,600 calorías de la esencia) este alcohol puede servir de sucedáneo de la esencia en los motores.

Por oxidación del alcohol metílico, se llega al formol y a todos sus derivados.

La química del óxido de carbono es, desde luego, extremadamente vasta y la carbonización de la hulla se presta, bajo esta forma, a una infinidad de síntesis interesantes, entre las cuales se distinguen un gran número de productos farmacéuticos.

En cuanto al metano, que posee una estabilidad notable, su importancia química es relativamente restringida. Las tentativas para transformarlo en alcohol metílico y en formol han fracasado. Se descompone a alta temperatura dando hidrógeno y un negro de carbono muy buscado. Tratado con cloro da toda la gama de los productos clorados, desde el cloruro de metano hasta el tetra cloruro de carbono, pasando por el cloroformo.

Frente al mercado restringido de estos productos, queda una fuerte proporción de metano disponible para aplicarlo a la calefacción y a la producción de fuerza motriz.

A pesar de su pequeño porcentaje, los compuestos más pesados (etano, etileno, propileno) se les separa en algunas usinas, al mismo tiempo que al hidrógeno y óxido de carbono, por los procedimientos de liquefacción,—que vienen a constituir un verdadero modo de analizar el gas,—y su tratamiento conduce a obtener toda una serie de productos de valor de aplicación farmacéutica, pero—al fin de cuentas—de salida limitada por su uso en pequeñas cantidades.

COMBUSTIBLES GASEOSOS

Gasógeno a gas pobre.—En los últimos cinco años se han realizado grandes progresos en la fabricación del gas pobre. Esos progresos consisten en los perfeccionamientos siguientes:

1.º Empleo de gasógenos circulares con limpieza automática;

2.º Alimentación automática;

3.º Homogenización en el arreglo de la carga de combustible por procedimientos mecánicos.

Los resultados de estos perfeccionamientos pueden resumirse como sigue:

1.º La marcha de la combustión por metro cuadrado de parrilla y por hora ha pasado de 60 a 80 Kgs. (antiguos gasógenos Siemens) a 180 y 200 Kgs. de combustible.

2.º La disminución del número de unidades ha permitido realizar una seria economía en los gastos de primera instalación y de la obra de mano.

3.º La ley del gas en anhídrido carbónico (CO²) que pasaba a menudo de 3 y 4% se ha podido bajar de 1 a 15%.

En resumen, los temores manifestados al principio en cuanto al buen funcionamiento de los nuevos aparatos automáticos; no se han conformado en la práctica, y el uso de dichos aparatos se extiende más y más cada día.

Gasógenos a gas de agua.—Los mismos mejoramientos anteriores se han aplicado a estos gasógenos, es decir, la depuración, la alimentación y la homogenización automáticas. En Norte-América y en Alemania, se nota una tendencia a reemplazar por una juntura llena la juntura hidráulica del cenicero, cada vez más difícil de conservar hermética como consecuencia del aumento cada vez mayor de la presión de soplamiento.

Se sabe que la producción de gas de agua se diferencia de la del gas pobre por la existencia de un ciclo de fabricación que comporta dos períodos alternados de gasificación ensotérmica y de recalentamiento. Durante este último período, se desprenden grandes cantidades de humo, cuyo calor sensible se puede recuperar cada vez más en las calderas montadas en serie con los gasógenos. Aun más: para utilizar el calor radiante de la cuba se la envuelve con una chaqueta de agua, la que produce vapor a baja presión, el que, además del efecto de recuperación, enfría la masa de coque e impide que se pegue a las paredes de la cuba.

En fin, para cortar las dificultades provenientes del gran número de maniobras, se ha hecho que el comando de las válvulas sea completamente automático, el mismo motor

asegura el comando de las compuertas y esas válvulas y la carga de coque durante la marcha.

Gasógenos a gas integral.—Se sabe que estos gasógenos no difieren de los anteriores sino en que se les alimenta con carbón en vez de coque. Por consiguiente, producen a la vez gas de agua y gas de destilación, cuya mezcla constituye «el gas integral» —(poder calorífico: 3,200 a 3,600 calorías en lugar de 2,600 calorías que proporcionan el gas de agua). Es pues natural que todos los perfeccionamientos aplicados a los gasógenos para gas de agua se hayan aplicado con el mismo éxito en los «gasógenos a gas integral».

Gasógenos a fusión de cenizas.—El tratamiento de combustibles pobres en los gasógenos a fusión de cenizas ha hecho un paso hacia adelante. La instalación de ensayo de la Sociedad de las hulleras de Saint Etienne se ha transformado en una instalación industrial que funciona hace ya más de tres años y que asegura sin interrupción, la alimentación de los hornos de fabricación de vidrio en marcha continua. Los combustibles que alimentan esta instalación componen una mezcla de dos partes de esquistos carbonosos—provenientes de una primera limpia a mano—y que contienen de 50 a 60% de cenizas, y una parte de coque que contiene de 28 a 30% de cenizas. Esta mezcla da como productos, por un lado: gas pobre de 1,200 calorías y que constituye el 50% de la ganancia, y por otra parte una fundición silicosa y una escoria que sirve para la fabricación de cemento, constituyen el otro 50% del rendimiento comercial del proceso.

El gasógeno a fusión de cenizas posee, pues, sobre los gasógenos especiales de su misma clase, pero que no funden las cenizas, y que tratan a su vez combustibles muy pobres, la ventaja de utilizar todos los elementos del combustible, lo que resulta particularmente interesante cuando las cenizas componen más del 50% del combustible tratado.

Gasógenos transportables para camiones.—La necesidad de evitar toda complicación y la pequeña cantidad de agua de que se puede disponer sobre un camión, han hecho que se renuncie a depurar el gas por el lavado. Los esfuerzos han tendido a buscar una solución más sencilla: la filtración en seco al través de telas. Eso exige un gas libre de alquitrán y de vapor de agua, porque cualquiera condensación de líquido sobre el filtro acarrearía un atacamiento rápido del mismo.

Esto, forzosamente, ha conducido al abandono de la inyección de vapor, lo que permite obtener, después del enfriamiento, un gas prác-

ticamente seco. Esta refrigeración se obtiene en un haz tubular ventilado por la marcha del mismo camión.

Este sencillo tipo de gasógeno requiere un combustible con poca ceniza, de cenizas que sean prácticamente infusibles, y cuyo gas dé poco alquitrán. Estas cualidades se encuentran reunidas en el carbón de madera. Desgraciadamente, este combustible es de una gran fragilidad y produce durante el transporte una cantidad considerable de polvo. Este inconveniente desaparece si el carbón de madera se pone bajo la forma de aglomerados. Desde hace algunos años se producen excelentes aglomerados cuyo cemento aglomerante es el alquitrán primario de destilación de madera oxidada por aereación. Las bolitas obtenidas en la prensa, se recuecen para pirogenar el alquitrán y obtener una resistencia mecánica suficiente. El precio de fabricación de estas bolitas resulta desgraciadamente muy elevado. Así, pues, el problema que se plantea ahora es el de encontrar un combustible mixto, que utilice un máximo de combustibles minerales, de precio menos elevado que los derivados de la madera.

Aun cuando este combustible ideal no ha podido ser todavía una realidad completa, el número de vehículos a gasógenos actualmente en servicio en los caminos de Francia, pasa del millar, lo que demuestra que las dificultades técnicas de los comienzos han sido resueltas convenientemente.

COMBUSTIBLES LIQUIDOS Y CARBURANTES DE SINTESIS.

Benzol-motor y esencia de craking.—Los benzoles representan los productos más volátiles de la carbonización de la hulla. Proviene, por una pequeña proporción, parte de la destilación del alquitrán y por otra gran proporción, de la absorción de los vapores que quedan en el gas después de la condensación de los alquitranes y de los aceites. Esta reparación en absorción, que se llama «debenzolaje», se hace generalmente por disolución del benzol en el aceite pesado de hulla. Este procedimiento para aprovechar el benzol se ha extendido considerablemente durante la guerra, y era al mismo tiempo impuesto tal desarrollo en algunos países, para permitirles hacer frente a las exigencias de la fabricación de explosivos.

Después de la guerra, se ha recurrido más y más al empleo del benzol, como que sirve de sucedáneo de la bencina, lo que explica el fuerte aumento de la producción en estos últimos

años la que anualmente llega a 70,000 toneladas en Francia, 100,000 en Inglaterra y 300,000 en Alemania, (anualmente).

Las industrias químicas no absorben más que una débil proporción (alrededor de $\frac{3}{4}$). El resto es absorbido para la alimentación de motores a explosión, aplicación para la cual, el benzol posee cualidades notables. Presenta con respecto de la bencina las dos ventajas siguientes: poder calorífico por litro de 15 a 20% más elevado; propiedades antidetonantes que resultan de su estructura cíclica y que permiten aumentar la tasa de compresión volumétrica y, por consiguiente, el rendimiento termodinámico del motor. Prácticamente la substitución de la bencina por el benzol se traduce en una economía de combustible de 20% en volumen, se obtiene que el motor sea más fuerte y compacto, y consecuentemente se consigue también un suplemento de la potencia que interesa tomar en cuenta.

El benzol, por otra parte, goza de la propiedad de mezclarse bien con la bencina, y con los alcoholes metílico y etílico. Para sacar el máximo de partido de estas preciosas cualidades de enriquecedor y de antidetonante, hay pues gran interés, en vista del pequeño tonelaje anual producido, de emplearlos siempre en mezcla. Una proporción de 25% de benzol es suficiente para aumentar en un 10% el valor de un litro de esencia.

La utilización de las esencias de «craking» en los motores a explosión ha seguido en estos últimos años la misma marcha progresiva que la del benzol. Estas esencias son igualmente antidetonantes o poco detonantes. Por este hecho,—después de haber sido por largo tiempo consideradas como de inferior calidad—han llegado a ser superiores a las otras, para ciertas aplicaciones, y vendidas más caras. La mitad de las refinerías americanas, que tratan 77% de la producción total americana de petróleo, hacen «craking». La esencia de craking que produjeron en 1927 representa el 31% de la producción total de esencia.

Hidrogenación a alta temperatura y a alta presión.—La hidrogenación pura y simple de las hullas, lignitos y alquitranes a temperatura y presión elevadas, transforman muy fácilmente en carburos ligeros las moléculas de composición aliphatique.

No sucede lo mismo para los Compuestos cíclicos que tienden a condensarse. Para permitirle transformarse en hidrocarburos ligeros es necesario hacer intervenir algunos catalizadores (generalmente del tipo MX₃: M = metal alcalino-térreo; X = cloro o una va-

lencia de oxígeno). Esto explica que la «berginización» pura y simple, aplicada a los compuestos complejos, no ha dado hasta aquí sino resultados muy incompletos. Además de los compuestos alifáticos fácilmente transformables en carburos ligeros los combustibles sólidos naturales contienen, en efecto, fracciones cíclicas provenientes de la lignina que, en ausencia de catalizadores apropiados, resisten la berginización.

Esta es la razón por la que la I. G. F. practica, en sus usinas de Merseburg, la hidrogenación de las lignitas en dos etapas. En una primera etapa, que es en suma una berginización más o menos pura, la lignita se mezcla con alquitranes y aceites pesados, después se la somete a la hidrogenación bajo presión, sin catalizadores. Se obtiene así un vapor que en una segunda etapa, experimenta una hidrogenación complementaria, siempre bajo presión, pero esta vez en presencia de un catalizador.

El hidrógeno necesario a la operación se obtiene, como para la fabricación del amoníaco sintético, partiendo del gas de agua. Es, pues, una mezcla de hidrógeno y de ázoe.

La transformación en productos líquidos se realizaría en la proporción de 80% del carbono contenido en la lignita. En Merseburg se ha marchado el año último con una producción que no baja de 70,000 toneladas de petróleo sintético por año y se propone alcanzar a 200,000 toneladas en 1929. Los informes recientes comunicados por el profesor Matignon, dejan de manifiesto que el precio de costo de esta esencia sería claramente superior al precio de venta, y esto a pesar del bajo precio de la materia prima principal en el mercado. (La lignita a 1 marco la tonelada). El trabajo se proseguiría en escala reducida, con el objeto de perfeccionar el método y de tratar de disminuir el precio de costo.

No hay datos sobre la proporción de esencia que puede proporcionar este petróleo, ni sobre la composición de esta esencia: está, en efecto, siempre mezclada a la esencia natural luego inmediatamente después de su fabricación que no sale jamás pura de la usina. Pero no hay razones para suponer que sea de calidad inferior.



El método de Merseburg para la producción de petróleo sintético se basa en la hidrogenación de la lignita. Este proceso implica dos etapas: una primera de berginización y una segunda de hidrogenación complementaria. El hidrógeno necesario se produce a partir del gas de agua. La producción actual es de 70,000 toneladas anuales, con un plan de alcanzar 200,000 toneladas en 1929. Sin embargo, los informes indican que el costo de producción podría ser superior al precio de venta, a pesar de los bajos costos de la materia prima. El trabajo continuará en una escala reducida para mejorar el método y reducir los costos. No se conocen los detalles de la composición de la esencia resultante, pero se espera que sea de menor calidad que la esencia natural.

SECCION CARBONERA

LA ECONOMIA DE COMBUSTIBLE EN LA TRACCION FERROVIARIA.—ESTADO ACTUAL DE LA SITUACION

por

LUIS R. IDE,

Ingeniero-Administrador del Ferrocarril de Concepción a Curanilahue.

(Conclusión)

Numerosos procedimientos han sido propuestos con el objeto de despojar al vapor de la mayor parte de la humedad que arrastra de la caldera, pero los más recomendados son los recalentadores que aprovechan el calor de los gases. El recalentamiento se opera manteniendo el vapor con la misma presión de la caldera; en consecuencia, el aumento de su temperatura sólo se traduce en un aumento de volumen. Este asunto ha sido estudiado de una manera muy especial y detenida en el transcurso de estos últimos años y puede decirse que se ha llegado ya a resultados definitivos.

Todo recalentador debe reunir las siguientes condiciones: circulación racional del vapor en el sentido inverso al de los gases; superficie de contacto con los gases de la combustión tan grande como sea posible; ofrecer la menor resistencia a la circulación de los gases; reducir a un mínimo la pérdida de carga en la circulación del vapor; construcción sencilla y facilidad de manejo.

Los tipos de recalentadores ideados han sido innumerables, pero, entre todos ellos se ha llevado, en general, la preferencia el recalentador Schmidt de tubos gruesos por cumplir mejor con los requisitos anteriores. Algunas redes francesas usan este recalentador asociado a elementos del tipo D. M. o del tipo Houlet, con lo cual han conseguido una mayor temperatura de recalentamiento. La Empresa del ferrocarril de Bergslagen ha estado ensayando con mucho éxito los tubos llamados Ess en lugar de los tubos corrientes; estos tubos llevan tres hélices longitudinales que imprimen a los gases un movimiento giratorio

que provoca un contacto muy íntimo entre éstos y las paredes del tubo aumentando así la trasmisión del calor.

Desde el punto de vista de la conservación de los elementos del recalentador, juegan un rol muy importante los reductores de tiraje tipo Robinson, destinados a enviar automáticamente una inyección de vapor sobre los tubos recalentadores en el sentido inverso a la circulación de los gases cuando el soplador está en acción, y las válvulas de entrada de aire colocadas en los colectores del recalentador por el lado del vapor saturado y gracias a las cuales el aire aspirado durante la marcha de la locomotora a regulador cerrado enfría los elementos recalentadores.

Los últimos ensayos llevados a cabo en las diferentes Empresas han demostrado que se pueden obtener corrientemente temperaturas de recalentamiento de 380° y aún, en ciertos casos, hasta de 400°. De modo que la temperatura de 350° que fué considerada hasta hace poco como máximo ha sido muy sobrepasada. Si teóricamente conviene elevar el recalentador a la mayor temperatura posible, en la práctica queda éste limitado por el rendimiento mismo de la locomotora, por las dificultades que engendra en el engrase de las válvulas y cilindros y por las complicaciones que introduce en las empaquetaduras de los tiradores y pistones. En efecto, no debe haber un exceso muy considerable de calor en el vapor de escape para que decaiga el rendimiento. Así se ha llegado a establecer como límites recomendables para el grado de recalentamiento no pasar, por ahora, de 400° en las locomotoras Compound y de 360° en las de simple expansión.

Los sistemas de lubricación han sido también materias de estudios detenidos, pues, el empleo del vapor recalentado exige el uso de aceites lubricantes especiales que puedan resistir las altas temperaturas. Se emplean lubricadores de condensación y lubricadores mecánicos en los cuales se han introducido reformas con pleno éxito. En efecto, los pistones han resistido en servicio trabajando continuamente con vapor de 370° recorridos de 40 mil y aún hasta de 60 mil kilómetros; en cambio, con los dispositivos primitivos su duración no pasaba de 10 mil kilómetros. El consumo de aceite ha disminuído al mismo tiempo de 9 a 7 gramos por kilómetro.

En resumen, los dispositivos adoptados para los recalentadores y para los órganos de las locomotoras cuyo funcionamiento está ligado con su aplicación tienden a uniformarse con el empleo casi exclusivo de recalentadores de tubos gruesos, válvulas de distribución cilíndricas y empaquetaduras metálicas. Gracias a estas reformas se han obtenido economías de combustible que alcanzan de un 15 a 20%.

3.—CALOR ARRASTRADO POR EL VAPOR DE ESCAPE.

Hay interés en alimentar la caldera con agua que esté lo más caliente posible, pues así se economiza una caloría por cada grado más de temperatura que lleve cada litro de agua introducido en la caldera. Ya hemos visto que en los economizadores se eleva la temperatura del agua de alimentación aprovechando el calor de los gases de la combustión. Pero, como se reserva de preferencia el calor de dichos gases para recalentar el vapor, ha nacido, entonces, la idea de calentar el agua aprovechando el calor del vapor de escape; tal es el fin perseguido con los aparatos llamados:

a) CALENTADORES DE AGUA.—Los calentadores pueden clasificarse en dos categorías: los de superficie, en los cuales el calor recuperado del vapor de escape se trasmite al agua de alimentación a través de tubos metálicos, y los de mezcla, en los cuales el vapor de escape se condensa dentro del agua de alimentación cediéndole todo su calor. Estos últimos llevan un dispositivo separador de aceite y tienen sobre los primeros la ventaja de realizar, además, una economía de agua igual al peso de vapor de escape recuperado.

Debido a sus ventajas, la aplicación de los calentadores ha tomado ya un alto vuelo en

todas las Empresas ferroviarias. Los calentadores de superficies tienden a desaparecer por su menor rendimiento comparado con los calentadores de mezcla y porque, además, las Empresas que usan estos últimos no han constatado ningún inconveniente por la presencia de indicios de aceite en el agua de alimentación.

Hay que señalar que el consumo de vapor de escape para el calentamiento del agua tiene una influencia desfavorable en el tiraje; pero la disminución de la intensidad del tiraje es correlativa con la menor actividad de la combustión en la parrilla. Algunas Administraciones han constatado que la depresión en la caja de humo disminuye en un 20%.

La temperatura media del agua de alimentación a la salida de los calentadores oscila de 70° a 100° según sea el tipo de aparato y las condiciones de la marcha, cifra que puede alcanzar hasta a 120° durante las fuertes demandas. La economía de agua puede estimarse de un 6 a 10%, pero otras Empresas la hacen subir a 15% y aun más. Los calentadores simplifican el trabajo de los fogoneros pues, éste no tiene para qué preocuparse de la alimentación de la caldera si el consumo de agua mezclada ha sido bien regulado.

Además, con el uso de los calentadores se disminuye la contra-presión en los cilindros que es estimada en un 20% a igualdad de cierre en el escape. Esto se traduce naturalmente en un aumento de potencia en la locomotora. La economía de combustible rendida por los ensayos es muy variable según los tipos de aparatos usados y según las condiciones de utilización. Pero, en general, puede estimarse que no baja de 8 a 9% si la economía se calcula sobre el consumo total de combustible comprendiendo encendidos y estacionamientos y se eleva a 15% si se hace el cálculo sobre carbón consumido solamente durante los períodos en que el calentador funciona a regulador abierto.

En resumen, la conducción y manejo de los calentadores es sencilla, su funcionamiento es normal y exige pequeños gastos de conservación, por lo tanto, el calentamiento del agua de alimentación por el vapor de escape es un medio práctico y eficaz de aumentar el rendimiento de las locomotoras. Existen varios tipos de calentadores que dan satisfacción, entre los cuales podemos citar: el inyector Metcalfe, el inyector Friedmann, la bomba Werthington, el calentador Knorr, etc., pero, no se destaca ninguno con las ventajas suficientes para que pueda ser preconizado.

4.—RENDIMIENTO DEL MOTOR.

En los párrafos que preceden nos hemos referido a los perfeccionamientos introducidos en la locomotora que conducen a recuperar parcialmente las grandes pérdidas de calorías que la caldera por sí misma no puede recoger. Mencionaremos ahora los progresos alcanzados en el sentido de mejorar el rendimiento del motor, lo que indirectamente contribuye también a la economía de combustible.

a) ELEVACION DEL TIMBRE DE LA CALDERA.—Se sabe que el rendimiento térmico teórico aumenta con la presión del vapor, o sea, que mientras más elevado sea el timbre de la caldera mayor será la caída de temperatura del vapor en los cilindros obteniéndose así un mejor rendimiento del mecanismo motor. Por ejemplo, para una presión de 15 k/cm², el rendimiento teórico es de 18%, sube a 24% cuando la presión aumenta a 50 k/cm², y sube sólo a 27% para una presión de 100 k/cm². Se observa, pues, que por el hecho de aumentar la presión de 15 a 50 k/cm², se obtiene una ganancia de 6% en el rendimiento motor, mientras que si aumentamos la presión de 50 a 100 k/cm², esta ganancia se reduce a 3% solamente.

Luego, hay una ventaja evidente en elevar la presión, porque se traduce en economía de combustible, pero, considerando que dicha economía no es proporcional al aumento de presión sino que es decreciente, surge la cuestión de saber en qué presión conviene detenerse en vista de las complicaciones que introduce en la caldera y los mayores gastos de conservación que origina el aumento de su timbre.

Uno de los obstáculos más serios que encuentra el aumento del timbre en las calderas de fisonomía actual, es el aumento de peso que resulta para la locomotora. Este aumento de peso se puede contrarrestar únicamente con el uso de materiales más livianos. Señalaremos a este respecto, la utilización creciente que se está haciendo en Estados Unidos de aceros especiales con 3% de níquel en las planchas de las calderas, que permite elevar la presión conservando los mismos espesores.

Los timbres adoptados para las calderas de tipo corriente en las últimas construcciones de locomotoras con recalentador, no pasa, en general, de 12 a 14 k/cm², en las locomotoras de simple expansión y de 14 a 16 k/cm², en las locomotoras de tipo Compound. Sin embargo en Inglaterra se han construido locomotoras de simple expansión timbradas a 250 lb./pulg²

es decir, 17.6/kcm², y en Francia se han ensayado locomotoras de gran velocidad tipo Compound con presiones de 20 k/cm².

En resumen, a pesar del mayor peso de los calderos, de las mayores dificultades en las empaquetaduras, válvulas, etc., se divisa en todas las Administraciones ferroviarias una marcada tendencia a aumentar los timbres actuales de las locomotoras, pero, sin sobrepasar, por ahora, de 20 k/cm².

b) LOCOMOTORAS COMPOUND.—Buscando un mejoramiento para el trabajo del vapor en los cilindros y también para los mecanismos de la distribución, nació la idea de la expansión múltiple. Pero, las ventajas de este sistema, por el concepto de economía de combustible, han quedado anuladas en la práctica con los mayores gastos de conservación que origina en las locomotoras. Por este motivo, el número de locomotoras Compound en servicio ha sufrido un descenso paulatino durante los últimos años y puede asegurarse que las Empresas ferroviarias, salvo algunas excepciones, no ordenan ya la construcción de nuevas locomotoras de este tipo, de donde se deduce que sus ventajas no son suficientes para justificar su empleo.

c) MAYOR POTENCIA DE LAS LOCOMOTORAS.—Finalmente, otra manera de introducir economías en el consumo de combustible consiste en concentrar la producción de fuerza motriz en las grandes unidades. La iniciativa de los Ingenieros tampoco se ha quedado atrás en este sentido y así podemos calificar de sencillamente asombroso el crecimiento alcanzado por la locomotora a vapor del tipo clásico en el siglo que lleva de existencia.

En efecto, es oportuno recordar que fué en el año 1829 cuando Jorge Stephenson obtuvo con su locomotora "The Rocket" el premio de 12,500 francos en el concurso abierto por la Compañía del ferrocarril de Liverpool a Manchester. Fué ésta la primera locomotora de cuerpo cilíndrico dotada del haz tubular patentado dos años antes por el francés Marc Seguin. Desde este momento puede considerarse abierta la era del ferrocarril que tanta influencia ha tenido en el desarrollo económico y social del mundo.

La locomotora en cuestión pesaba en estado de servicio 4,3 toneladas sin tender y trabajando con una presión de 3,5 k/cm², pudo arrastrar en lo plano un pequeño coche a la velocidad de 38 kilómetros por hora. En cambio, las locomotoras del tipo Mallet que se usan actualmente en Estados Unidos para el remolque de los trenes de carga pesan en servicio

más de 270 toneladas sin el tender y pueden desarrollar una potencia tractora superior a 58,000 trabajando con presiones de 15 a 16 k/cm². Las enormes calderas de estas locomotoras exigen el empleo de cargadores mecánicos, pues, su consumo de carbón es tan grande que no bastaría el trabajo continuo de dos fogoneros para alimentarlas.

En lo que respecta a la concentración de potencia en grandes unidades, también la locomotora se encuentra en una situación más desventajosa que los generadores de vapor de las instalaciones fijas, por cuanto su peso y dimensiones están limitados por el marco rígido que le fijan los perfiles y galibos de la mayoría de las redes existentes. En consecuencia, podemos decir que en los países de civilización más avanzada, la locomotora de cilindros a vapor ha alcanzado ya al límite máximo de su perfeccionamiento mecánico en lo concerniente a la transformación económica de la energía potencial del carbón en energía cinética.

III.—OTROS COMBUSTIBLES Y LOCOMOTORAS DE TIPO NUEVO.

Hasta aquí nos hemos referido únicamente a las locomotoras que consumen carbón de piedra arrojado a las parrillas del hogar con la pala del fogonero. Pero, como hay otras formas de quemar el carbón, como también se queman en estas mismas locomotoras otros combustibles, como existe además la tracción eléctrica y se ensayan actualmente otras locomotoras basadas en ideas nuevas, no terminaremos el presente trabajo sin hacer unas breves consideraciones sobre estos tópicos a fin de completar el ciclo de la tracción ferroviaria en su estado actual.

1.—CONSUMO DE PETRÓLEO

Sin duda alguna, el consumo de petróleo en toda clase de generadores de vapor es más cómodo y permite un mejor rendimiento calorífico que el carbón.

Como el petróleo es inyectado por medio de vapor en quemadores automáticos, suprime de hecho el trabajo penoso del fogonero con todos los inconvenientes que su intervención acarrea para obtener la perfecta combustión del carbón. La labor del fogonero queda limitada, en este caso, a abrir o cerrar válvulas para aumentar o disminuir la alimentación del combustible según las necesidades.

La pulverización mecánica del petróleo en

aparatos especiales facilita enormemente la mezcla íntima entre sus partículas y el oxígeno del aire necesario para una combustión perfecta. Aparte de esto, tiene el petróleo sobre el carbón muchas otras ventajas: suprime el humo, hollín, cenizas y escorias, es más fácil de conducir y transbordar, etc. y finalmente, gracias a su mayor poder calorífico a igualdad de peso permite disminuir las dimensiones del tender o bien alargar los recorridos de la locomotora en forma muy apreciable.

La preferencia del petróleo en la tracción ferroviaria deja, por esta circunstancia, de ser un problema técnico para convertirse más bien en un problema económico y político cuya mejor solución dependerá exclusivamente de circunstancias locales. Así vemos, que, a pesar de todas sus ventajas, sólo es consumido en Empresas ferroviarias de países productores del petróleo, pero, sin conseguir allí tampoco el completo desplazamiento del carbón. Como ejemplo podemos citar el caso de Estados Unidos, país gran productor de petróleo, donde solamente usan petróleo los ferrocarriles de la región del Oeste debido a su proximidad con los pozos de este combustible.

Chile es, tal vez, el único país que, haciendo excepción a esta regla, cuenta con algunos ferrocarriles movidos a petróleo con el agravante todavía de poseer una industria carbonera muy bien equipada con todos los adelantos modernos de extracción.

El petróleo ha subido ya de precio y seguirá subiendo a medida que su uso se extienda más y más en los motores Diesel, automóviles, tractores, aviación, etc. Por este motivo, es fácil augurar que su uso no prosperará en la tracción ferroviaria.

2.—CARBÓN COLOIDAL.

El carbón coloidal es una mezcla que contiene de 65 a 70% de petróleo corriente y 30 a 35% de carbón pulverizado que se hace con la presencia de un cuerpo catalizador.

Este combustible se ha inventado con el objeto de abaratar el consumo de petróleo aprovechando para la mezcla carbones de bajo precio y se consume en la misma forma que el petróleo.

A pesar de que el carbón chileno es muy apto para la preparación del carbón coloidal por ser de mediana densidad, muy rico en materias volátiles y alquitrán, su empleo no es conveniente en nuestras locomotoras por las

mismas razones dadas más arriba que son válidas aquí en vista de la fuerte proporción de petróleo que contiene.

3.—CARBÓN PULVERIZADO

El empleo del petróleo inyectado mediante una corriente de vapor sugirió la idea de pulverizar el carbón para inyectarlo en la misma forma. Los primeros ensayos de esta idea no fueron satisfactorios y sólo se obtuvo el éxito después de sustituir la corriente de vapor por una corriente de aire.

La similitud del método conduce a obtener con el carbón quemado en esta forma exactamente el mismo rendimiento térmico que con el petróleo, o sea que su pulverización rinde una combustión igualmente perfecta y su alimentación mecánica suprime la acción nociva del fogonero simplificando en igual forma su trabajo. Además, se mantienen también las otras ventajas de cenizas, hollín, humos, etc.

Eso sí que, en este caso, el carbón debe ser sometido a una secadura previa hasta dejarlo con menos de 1% de humedad a fin de que pueda ser pulverizado con el mayor grado de fineza posible, pues, mientras mayor sea su fineza más fácil será su conducción en las cañerías y mejor será el resultado de la combustión.

El uso del carbón pulverizado se encuentra establecido con pleno éxito en las locomotoras de varias Empresas de los Estados Unidos, a pesar de que se utilizan allí carbones de una calidad inferior a los nuestros. Los sistemas de inyección empleados son los Fuller y el Muhlfeld.

De la experiencia obtenida en dichos ferrocarriles se ha llegado a la conclusión de que con el empleo del carbón pulverizado se obtiene una economía total de combustible superior a un 20%, juntamente con la otra ventaja de mejorar el rendimiento del motor, por cuanto no siendo necesario ya el tiraje se pueden aumentar las secciones de los tubos de escape disminuyendo así la contrapresión en los cilindros.

Los ensayos han llegado aún a establecer que es susceptible de ser quemado en esta forma cualquier combustible sólido, por más abundante que sea en cenizas y pobre en calorías, a condición de que se deje pulverizar.

Por esta circunstancia, el empleo del carbón pulverizado se extiende más y más en todos los países y a causa de la singular importancia que adquiere en el nuestro, debe

ocupar la atención preferente de las Empresas industriales y ferroviarias. La implantación de este método vendría a resolver una serie de problemas relacionados con la crisis de nuestra producción de hulla porque permitiría el aprovechamiento de los productos secundarios de la elaboración que en la actualidad quedan perdidos al borde de los piques recargando los costos de la explotación aprovechable de las minas.

Como únicos inconvenientes del carbón pulverizado debemos señalar que, en primer término, requiere una planta para su chancado y pulverización y también su higroscopía o avidéz para absorber la humedad la cual lo convierte fácilmente en pasta y dificulta su empleo. Como una manera de conjurar este mal se preconiza no dejarlo almacenado por más de una semana o mejor aún, que su atomización se haga al pie mismo de la planta de calderas destinadas a consumirlo a medida que se vaya produciendo, circunstancia que conjura, además, todo peligro de explosiones o de combustión espontánea.

Por lo tanto, consideramos que el ancho campo de aplicación de este combustible se encontraría de preferencia en las plantas térmicas de la pampa salitrera, cuyo clima seco es el más apropiado para su preparación, conservación y transporte.

4.—HULLA BLANCA.

Se designa con el nombre de hulla blanca a las caídas de agua por su analogía con los carbones fósiles, que llevan el nombre genérico de hullas, en lo relativo a la facultad que tienen de producir fuerza motriz con fines industriales. En efecto, las caídas de agua son también susceptibles de transformarse en luz, calor y fuerza mediante su transformación en energía eléctrica.

La tracción ferroviaria eléctrica es indiscutiblemente más cómoda y ventajosa que la tracción a vapor. Desde luego, la locomotora eléctrica es silenciosa, marcha sin ruidos. Suprime las aguadas y todo el manípulo del combustible en sus cargas, fletes y descargas y demás inconvenientes característicos de robos, escorias, humos, chispas, etc.

Además de todo eso, la locomotora eléctrica permite aumentar los recorridos diarios, está siempre lista para prestar servicios, no consume energía durante los estacionamientos y gracias a su mecanismo más simplificado su motor marcha casi sin vigilancia y aumenta

en forma apreciable el tiempo de servicio entre sus reparaciones generales.

¿Por qué ocurre, entonces, que a pesar de todas las ventajas señaladas la tracción eléctrica no haya supeditado por completo a la tracción a vapor en los países como Estados Unidos, Suecia, y otros donde abundan las grandes caídas de agua? Aun más, tenemos el caso de Italia donde todavía lucha la locomotora a vapor a pesar de que este país no produce ninguna clase de combustible y en cambio está también muy bien dotado de caídas de aguas.

La explicación de este hecho, a primera vista singular, es muy sencilla, pues, como en todas las cosas prima aquí la razón económica. En efecto, la electrificación exige grandes obras hidráulicas, costosas centrales de fuerza, subestaciones, transformadores, líneas de transmisión y de alimentación de corriente, etc., cuyos costos suelen alcanzar a veces cifras tan onerosas que convertirían la tracción eléctrica en un artículo de lujo. Y bien sabemos que el progreso y el desarrollo industrial exigen en primer término medios de movilización baratos.

Refiriéndonos al caso especial de nuestro país, es oportuno hacer algunas observaciones de carácter general sobre este interesante problema, que ha sido ya debatido en muchas ocasiones, pero que conviene, sin embargo, insistir sobre él a fin de desvirtuar algunas observaciones tan difundidas como optimistas.

Haremos con tal objeto un resumen de las opiniones vertidas con más autoridad por el señor Carlos Barroilhet en su conferencia que sobre el carbón chileno y su influencia en la economía nacional diera en la Universidad de Chile en Diciembre de 1925. Sus opiniones son:

"Se ha dicho mucho de que Chile posee una inmensa fuente de energía hidráulica distribuida a todo lo largo del país. Efectivamente hay muchas caídas de aguas, pero que ellas puedan transformarse comercialmente en energía eléctrica es otra cosa.

Sin ir más allá, la cantidad de energía hidroeléctrica producida por los Estados Unidos es sólo la mitad de la termo-eléctrica. En Suecia, siendo un país donde abundan las grandes caídas de agua, la potencia termo-eléctrica era en 1922 de 205,000 HP. habiendo algunas plantas como la de Vasteras de 60,000 HP.

La razón es siempre la misma, la irregularidad de la producción hidro-eléctrica y el alto costo inicial de las plantas.

Puede decirse que en Chile estos dos factores llegan a su máximo, a causa del régimen torrencial de nuestros ríos, especialmente los de la zona central y norte.

En las instalaciones hidro-eléctricas el costo de las obras que corresponden a la parte hidráulica no guarda siempre estrecha relación con el número de unidades de energía. Como, por ejemplo, en las obras de embalse, canales, desagües, etc., el mismo valor tienen si están destinadas a una planta de 10 mil o 100 mil kw. De aquí la conveniencia de construir grandes centrales, pero, naturalmente, a condición de contar con el correspondiente consumo.

Por otra parte, el régimen torrencial de los ríos hace necesario enormes trabajos capaces de resistir a grandes avenidas que duran pocas horas y, por otra parte, la duración de las aguas bajas es de largos meses. De aquí el gran costo inicial de la planta hidro-eléctrica. Esta misma circunstancia hace necesaria la construcción de plantas termo-eléctricas de reserva.

En cambio estas últimas tienen un costo inicial mucho menor que guarda estrecha relación con su capacidad y son de funcionamiento más seguro y regular.

Los países sin capitales baratos, con escasa población y muy extensos, tienen que contentarse con plantas termo-eléctricas generalmente menos económicas en cuanto al costo de producción de energía, pero mucho más económicas en cuanto al costo de instalación y más adaptables, por lo tanto, a nuestra situación industrial y económica.

Y esto del menor costo de producción de la energía hidro-eléctrica es relativo, pues, los intereses del capital invertido se acercan en ciertos casos al costo del combustible que consumen las centrales termo-eléctricas, sobre todo cuando éstas se encuentran ubicadas en las cercanías de las minas de carbón, o que éste pueda obtenerse a precio económico o que la distancia entre la central de fuerza hidro-eléctrica y el centro de consumo es grande".

Sólo añadiremos a estas justas observaciones que tratándose de la tracción ferroviaria, es necesario rechazar también desde el punto de vista económico la concepción muy simplista que considera en general la electrificación como ventajosa en líneas de montaña y como inconveniente en las líneas planas, por cuanto es la importancia del tráfico la única que puede fijar el criterio al respecto. Habrá ventaja en conservar la tracción a vapor o bien en adoptar la tracción eléctrica según sea la densidad del tráfico, es decir, si el número de toneladas-kilómetros virtuales referido

a la longitud real de la vía sea inferior o pase de cierto límite respectivamente.

La cifra que establece dicha densidad límite del tráfico y para la cual resultaría indiferente explotar a vapor o a electricidad, dependerá en cada caso especial de los siguientes factores: precio del carbón, precio de la energía eléctrica, consumos respectivos de carbón y de electricidad por tonelada-kilómetro virtual y también de los gastos por kilómetro de vía que origina la electrificación de la red.

5.—LOCOMOTORAS DE TIPO NUEVO.

La iniciativa de los Ingenieros y Constructores, jamás ha alcanzado para mantener un progreso continuo y constante en la tracción ferroviaria; cada nuevo paso dado por la ciencia, cada nuevo descubrimiento ha sido cuidadosamente estudiado a su aplicación a la máquina de locomotora persiguiendo siempre los mismos fines: remediar alguna deficiencia, mejorar el rendimiento y aumentar el poder de arrastre. Pero, la iniciativa de estos últimos años ha ido aún más lejos, pues, la aplicación de los principios nuevos no se ha limitado a perfeccionar la locomotora del tipo clásico sino que se ha encaminado resueltamente a la creación de diseños nuevos, los cuales se encuentran en su período de ensayo y evolución.

a) LOCOMOTORA ACUO TUBULAR.—Con el fin de evitar, en algunas redes ferroviarias, los efectos perniciosos que la mala calidad de las aguas de alimentación causan a los tubos de humo y con el propósito de obtener un aumento del timbre, en otras, nació la idea de construir calderas de tubos de agua. Durante un período de 10 años consecutivos, a partir de 1903, diferentes tipos de estas calderas han sido cuidadosamente ensayadas por varias Empresas, como por ejemplo, el norte francés, los ferrocarriles del Algeria, etc. En los ensayos de este nuevo tipo de locomotoras se llegó hasta alternar el personal que las conducía para eliminar las causas de error proveniente de la pericia profesional del fogonero.

El resultado de los ensayos fué muy poco halagador por cuanto se pudo comprobar que las calderas de tubos de agua consumían de 10 a 12% más combustible que las calderas corrientes y los entorpecimientos causados por los tubos de agua fueron tales que disminuyeron en un 20% el recorrido medio de las locomotoras aumentando así los costos de conservación. En consecuencia, la caldera acuo tubular ha sido abandonada ya por completo.

b) LOCOMOTORA DE ALTA PRESION.—

Ya hemos señalado las ventajas que, desde el punto de vista económico, aporta el empleo de las altas presiones. Agregaremos, ahora que la alta presión permitiría, a igualdad de potencia, disminuir en fuerte proporción las dimensiones de la caldera, ventaja ésta inapreciable desde el punto de vista de la estrechez de los galibos existentes y de las necesidades siempre imperiosas de aumentar el poder de arrastre.

Hasta la fecha han construido locomotoras de alta presión en Europa las firmas de Henschel en Alemania utilizando en el motor una doble expansión mitigada y la de Winterthur en Suiza utilizando la simple expansión.

Obligadas por las circunstancias ambas firmas han detenido en presiones de 60 atmósferas, o sea de 62 k-cm², por cuanto las dificultades constructivas que han tenido que vencer con tales presiones son muy grandes, y en cambio, el motor en su estado actual, no puede aprovechar íntegramente la alta caída de presión del vapor anulando así las ventajas del mayor rendimiento térmico teórico.

Tomando en cuenta los progresos cada vez mayores que se realizan para resolver las dificultades y considerando las ventajas que aporta, puede asegurarse que la locomotora de alta presión, ya sea que utilice su vapor en una turbina y en un motor de cilindros o en una combinación de ambos, está indudablemente destinada a una adopción muy próxima.

c) LOCOMOTORAS DE TURBINA.—El aumento de potencia en la locomotora sólo puede alcanzarse de dos maneras: aumentando la presión de admisión del vapor, de donde nace la idea de las calderas de alta presión, o bien disminuyendo la presión de escape, de donde nace la idea del condensador.

Ahora bien, el condensador no ha podido todavía ser aplicado a las locomotoras de pistón por las siguientes razones: los cilindros resultarían de un volumen enorme; las fugas en los tiradores de válvulas, alrededor de los pistones y en las empaquetaduras harían ilusoria la obtención del vacío; y, además, sería imposible evitar del todo el arrastre del aceite que tiene consecuencias dañinas para la caldera. Es por esto que el condensador implica necesariamente la idea de turbina.

Pero, para accionar las ruedas motrices de las locomotoras, la turbina exige una transmisión de su movimiento y aquí reside justamente el gran tropiezo que ha encontrado su aplicación.

En las locomotoras de turbinas construídas hasta la fecha, tanto las locomotoras suizas

Zoolly y las suecas Ljungstron que en sus respectivos países han sido sometidas a ensayos detenidos y rigurosos, se ha recurrido a la transmisión mecánica del movimiento, es decir, el movimiento de la turbina se transmite a las ruedas motrices por una serie de engranajes que dan una relación fija y determinada entre la velocidad de la turbina y la del tren.

La transmisión mecánica concebida en esta forma, aun cuando es la solución más sencilla, la de menor peso y la que pierde menos rendimiento, tiene, sin embargo, dos grandes inconvenientes: en primer lugar, no permite la inversión de marcha, lo cual obliga a tener otra turbina para el retroceso que introduce una nueva aplicación en el montaje, y en segundo lugar, es una transmisión muy rígida que impide las variaciones de velocidades entre la turbina y las ruedas motrices que, en este caso, serían muy deseables.

En efecto, el rendimiento de la turbina es máximo únicamente con su velocidad de régimen y decae a cifras deplorables con las velocidades débiles, rigidez ésta que no es compatible con la locomotora, máquina destinada a trabajar a potencias y velocidades muy distintas según sean las gradientes de las líneas que recorre la resistencia del viento, y los pesos de los trenes arrastrados, etc., y que debe tener consumo económico a cualesquiera de estas velocidades y potencias. La economía de combustible, exige por lo tanto, un motor que sea muy flexible y en esta particularidad tan esencial, el motor de cilindros a vapor no ha sido aun superado y sólo la tracción eléctrica le es comparable.

La locomotora de turbina sólo supera el rendimiento de las locomotoras de pistón en velocidades superiores a 40 kilómetros por hora. No siendo, en consecuencia, satisfactorio el rendimiento de las locomotoras de turbinas más que en límites muy estrechos de su velocidad normal, sólo podrá destinarse económicamente, en la forma que ha sido concebida, al arrastre de trenes de gran velocidad y con pocas detenciones.

Estos inconvenientes desaparecerían si se pudiera realizar una transmisión que deje a la turbina una velocidad casi constante cualquiera que sea la velocidad del tren. Esta transmisión existe y es la eléctrica, pero, con el dinamo y motores quita espacio, introduce pesos considerables y aumento de costo y, además, su rendimiento es menos satisfactorio que el de la transmisión mecánica.

En suma, se puede decir que la locomotora

de turbina está solamente en su período de gestación, pero nada impide suponer que con los progresos que se realizarán no se pueda llegar a resolver el problema mediante una turbina asociada a una caldera de alta presión que gire a velocidad constante y transmita sus fuerzas con una transmisión que dé toda la flexibilidad necesaria a las variaciones del régimen y permita también la inversión de la marcha.

d) LOCOMOTORAS DE MOTOR DIESEL.—

Desde el punto de vista de la economía de combustible, el motor Diesel es la máquina de mayor rendimiento que se ha inventado, debido a que la combustión se opera en el interior de sus cilindros evitando así todas las pérdidas del generador separado. Por este motivo, su aplicación a la tracción ferroviaria ha sido experimentada en diversas formas.

Desde el año 1914 la fábrica sueca de Vasteros construye y mantiene en servicio locomotoras de motor Diesel con transmisión eléctrica. En Alemania también se construyeron antes de la guerra locomotoras de esta clase, pero utilizando la transmisión directa a las ruedas y en estos últimos años han ensayado una nueva transmisión con bomba de aceite. En Suiza se está empleando con buen éxito la transmisión eléctrica, además se han ensayado también transmisiones a base de aire comprimido y vapor, como son los casos de las locomotoras Zarlatti y Dumlop y últimamente los ferrocarriles del Estado italiano han puesto en servicio la locomotora Ansaldo con transmisión mecánica muy simplificada de manivelas exteriores que accionan las bielas de acoplamiento sin necesidad de engranajes ni reductor de velocidades; pero, la débil velocidad Diesel tiene como consecuencia, en este caso, un peso y volumen exagerado.

Aparte del mejor rendimiento en el consumo de combustible, la locomotora de motor Diesel presenta otras ventajas de importancia. Pues, lo mismo que la locomotora eléctrica elimina los humos, las cenizas, etc. y también los ruidos si el motor ha sido bien construido; su consumo de agua es muy reducido, está siempre lista para partir y no consume en los estacionamientos, puede hacer recorridos muy elevados reduciendo así el número de las locomotoras en servicio, y comparada con la locomotora eléctrica no necesita centrales, subestaciones, etc.

Pero, lo mismo que la turbina, el motor Diesel presenta el gran inconveniente de su poca elasticidad, pues su rendimiento no es satisfactorio más que para potencias que

varían dentro de límites muy estrechos, una sobrecarga puede aún serle funesta. Exige, entonces, una transmisión que pueda producir velocidades diferentes del tren con la misma velocidad y si es posible con la misma potencia del motor. Además de esto, presenta un nuevo inconveniente, el de su arranque, que sólo puede hacerse en vacíos y por lanzamientos, luego, la transmisión debe también aislarlo de las ruedas motrices. Con respecto a la inversión de marcha se pueden construir motores susceptibles de girar en ambos sentidos, sin embargo es ésta una complicación que conviene evitar.

Como puede observarse, la transmisión mecánica del motor Diesel entraña problemas muy difíciles de resolver, es por esta razón que generalmente se recurre a la transmisión eléctrica, es cierto que con ella decae el rendimiento, pero tiene la ventaja de su flexibilidad y fácil manejo.

Otro defecto del motor Diesel lo constituye su gran peso, inconveniente que ha sido subsanado con los progresos técnicos alcanzados por los constructores. En efecto, las primeras locomotoras Diesel patentes que se construyeron con transmisión eléctrica pesaban alrededor de 160 kilos por HP., recientemente se ha llegado a 110 kilos y los proyectos actuales contemplan un peso de sólo 90 kilos por HP.

De las observaciones anteriores se deduce, en consecuencia, que la aplicación del motor Diesel a la locomotora no ha salido aún de su período evolutivo y con respecto a su futuro radio de acción, por la circunstancia de ser dicho motor alimentado con petróleo, son

válidas las mismas observaciones que hicimos al tratar de dicho combustible.

BIBLIOGRAFIA

Además de las citadas en el texto, se han consultado las siguientes obras y estudios:

F. COLOMER y CH. LORDIER.—Combustibles industriales.—Tercera edición de 1919.
 RODOLFO JARAMILLO.—Combustibles usados en las industrias y especialmente en locomotoras.—Estudio publicado en los Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, Mayo a Julio de 1920.
 LEONARDO CEI.—La caldera de vapor.—Segunda edición de 1925.
 W. D. EOOD.—El uso del carbón pulverizado, el porvenir de la provisión de combustible en Chile.—Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, Mayo a Junio de 1925.
 U. LAMALLE y F. LEGERIN.—La locomotora.—Tercera edición 1928.
 A. PARMANTIER.—De la question des perfectionnements des Locomotives a vapeur á piston.—Bulletin de l'Association Internationale du Congres des Chemins de Fer, Juin 1929.
 M. COSSART.—De la question de locomotives de types nouveaux.—Bulletin de l'Association Internationale du Congres des Chemins de Fer, Juillet 1929.
 THEODORE BALS.—Perfectionnements des Locomotives a vapeur a piston.—Bulletin de l'Association Internationale du Congres des Chemins de Fer, Juillet 1929.

Carga		Consumo		Eficacia	
HP	Kilogramos	Kilogramos	Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	1.0	1.0	100.0	100.0	100.0
2.0	2.0	2.0	100.0	100.0	100.0
3.0	3.0	3.0	100.0	100.0	100.0
4.0	4.0	4.0	100.0	100.0	100.0
5.0	5.0	5.0	100.0	100.0	100.0
6.0	6.0	6.0	100.0	100.0	100.0
7.0	7.0	7.0	100.0	100.0	100.0
8.0	8.0	8.0	100.0	100.0	100.0
9.0	9.0	9.0	100.0	100.0	100.0
10.0	10.0	10.0	100.0	100.0	100.0

COTIZACIONES

PLATA

DIAS	Londres 2 meses onza standard, peniques	Valparaíso kilo fino \$
Diciembre 5.....	28.44	123.65
» 19.....	28.47	122.91

COBRE

QUINCENAL EN CHILE

DIAS	A BORDO \$ POR qq. m.		
	Barras	Ejes 50%	Minerales 10%
Diciembre 5.....	242.44	107.32 con escala 242 cents.	12.75½ con escala 137½ cents.
» 19.....	238.38	105.26½ con escala 238 cents.	12.54 con escala 125½ cents.

SEMANAL EN NEW YORK

DIAS	Centavos por libra	DIAS	Centavos por libra
Diciembre 5.....	18.00	Diciembre 19.....	18.00
» 12.....	18.00	» 26.....	18.00

DIARIA EN LONDRES

DIAS	£ por tonelada		DIAS	£ por tonelada	
	Contado	3 meses		Contado	3 meses
Noviembre 22.....	71.12.6	70.15.0	Diciembre 6.....	68. 5.0	68. 0.0
» 25.....	71.15.0	70.17.6	» 9.....	68.12.6	68. 8.9
» 26.....	71. 5.0	70. 5.0	» 10.....	68.15.6	68. 5.0
» 27.....	69. 0.0	68. 0.0	» 11.....	68.12.6	68. 2.6
» 28.....	69.10.0	68. 7.6	» 12.....	68.16.3	68. 6.3
» 29.....	69. 2.6	68. 3.9	» 13.....	69. 0.0	67.17.6
Diciembre 2.....	68. 7.6	67.17.6	» 16.....	69. 1.3	67.17.6
» 3.....	67. 7.6	67. 7.6	» 17.....	68.10.0	67.10.0
» 4.....	68.17.6	68.16.3	» 18.....	68. 2.6	67. 5.0
» 5.....	68.15.0	68.12.6	» 19.....	68. 6.3	67. 8.9

VALOR DE LA LIBRA ESTERLINA

DIAS		\$ por £	DIAS		\$ por f
Noviembre	22.....	39.56	Diciembre	4.....	39.58
"	23.....	39.57	"	5.....	39.58
"	25.....	39.58	"	6.....	39.57
"	26.....	39.62	"	9.....	39.55
"	27.....	39.63	"	10.....	39.59
"	28.....	39.65	"	16.....	39.60
"	29.....	39.62	"	17.....	39.61
"	30.....	39.59	"	18.....	39.64
Diciembre	3.....	39.62	"	19.....	39.65

SALITRE

Dic. 5

El mercado Europeo continúa tranquilo, y las ventas continúan en una escala moderada; el consumo durante el mes de Noviembre es más bajo que el mes anterior y sube a 70,100 toneladas.

La demanda para el mercado Americano ha mejorado y las ventas en la costa suben a 26,000 toneladas para entregas Noviembre/Diciembre, de las cuales 2,400 toneladas es de calidad 96% y 450 toneladas potásico.

El total exportado durante Noviembre, fué de 2,490,423 qtls. méts. comparado con 2,859,194 qtls. méts. exportado durante el mismo mes en 1928.

La producción durante Noviembre fué de 2,608,992 qtls. méts. con 68 oficinas trabajando demostrando una baja de 251,424 qtls. méts. comparado con el mismo mes en 1928, cuando trabajaban 69 oficinas.

La producción y exportación de los primeros siete meses, durante los últimos cuatro años, se compara como sigue:

	Producción qtls. méts.	Exportación qtls. méts.
1926.	19,298,112	15,156,802
1927.	13,753,831	20,733,785
1928.	28,602,555	24,469,657
1929.	29,530,454	26,670,104

No se ha notado mejoría en el mercado durante la pasada quincena bajo revista, habiéndose transado muy pocos negocios. La idea general es de que habrá una mejoría una vez que principien los embarques, y se calcula que si el consumo alcanza al del año pasado, sin aumen-

tar lo cual se espera, habrá entre 8 a 900,000 toneladas más que levantar para Europa y Egipto antes del 30 de Junio próximo.

Para el Reino Unido o Continente no se registran fletamentos, quedando el precio de 20/6 queda sin cambio como cotización nominal para embarques Diciembre/Enero. El espacio por líneas de la carrera, contratado durante la quincena, es como sigue:

2,000 Toneladas 15 Dic.-15 Enero, 15/- Dunkirk/Amberes/Rotterdam y Hamburgo.

2,500 Toneladas 15 Dic.-15 Enero, 15/- Dunkirk/Amberes/Rotterdam y Hamburgo.

2,500 Toneladas 15-26 Diciembre, 15/- Dunkirk/Amberes/Rotterdam y Hamburgo.

3,500 Toneladas, 1-31 Diciembre, 15/- Havre/Rotterdam.

2,500 Toneladas, Dic. 1929, Marzo 1930, 20/- Liverpool.

500 Toneladas, Diciembre 15-25, 20/- Marseilles.

Para Estados Unidos se ha cerrado un cargamento completo para embarque Febrero para Savannah-Boston a 4.75 U. S. A. menos comisión y corretaje. Se dice haberse contratado pequeños lotes directamente para Nueva York, para Diciembre a 4.- y 3.75 dollars. Para la costa Occidental, el convenio del "Conference" es ahora de 4.50 dollars San Pedro/San Francisco/Seattle y Tacoma 5 dollars Portland y Oakland y 5.50 dollars Vancouver (B. C.).

Dic. 19.

No ha habido cambio en el mercado Europeo y las entregas continúan en baja escala, las existencias siguen aumentando y se calculan en 804,000 toneladas con 236,800 toneladas a flote para ese destino, haciendo un total de 1,041,000 toneladas de provisión visible al 1.º de Diciembre.

CARBON

Dic. 5

Las ventas en la costa para el mercado Americano han decaído durante la pasada quincena y solamente se han vendido 5,000 toneladas para ese destino.

Lo exportado durante la primera quincena de Diciembre se calcula en 1,255,919 qtls. méts. contra 1.632,744 qtls. méts. exportado durante el mismo período del año pasado.

El estado desfavorable de los mercados consumidores del salitre será, probablemente, la causa de la disminución de embarques durante esta temporada, y agregado a esto el proyecto que actualmente se estudia para reducir la producción en unas 50,000 toneladas mensuales desde Febrero, son factores que, posiblemente, harán bajar los fletes, y las perspectivas de los armadores son desfavorables. Por otro lado estos bajos precios influirán para que no vengan vapores fuera de la línea a la Costa Occidental y habrá una demanda extra por espacio por Líneas de la carrera y así equilibrarse y ayudar a mantener un precio, lo cual si no es muy benéfico, sería lo suficiente para inducir a las Líneas de la carrera que no recurran a una reducción de tonelaje para llevar salitre. El mercado cierra flojo sin movimiento.

Un cargamento completo para embarque Enero Burdeos/Hamburgo, se cerró a 21/- con opciones puertos del Atlántico Norte de España a 22/-, Mediterráneo sin la costa Este del Oeste de Italia 23/- y Adriático también Alejandría a 24/- menos 2 1/2% y corretaje. Por líneas de la carrera se cerraron 1,000 toneladas Diciembre Havre/Hamburgo, incluyendo Dieppe a 15/-, y también 5,300 toneladas Havre/Hamburgo embarque 15 Diciembre, 15 Enero al mismo precio con opción Scandinavia, incluyendo Dinamarca a 17/6.

Para Estados Unidos Galveston/Boston, no se registran fletamentos completos y la cotización nominal para Enero/Febrero por vapores de ocasión, es de 4.50 dollars. Se registran fletamentos por líneas de la carrera a 4.25 dollars para Febrero/Marzo y Abril. Para la costa Occidental el precio de 4.50 dollars San Pedro/Seattle queda sin cambio.

Se ha vendido un pequeño lote de West Hartley, salida Octubre a 32/- para un puerto salitrero.

Las cotizaciones libre de derechos de importación, son como sigue:

Cardiff Admiralty List	34/- a 35/-
West Hartley	32/- " 32/5
Pocahontas o New River	34/- " 35/-
Australiano la mejor clase	45/- " 45/5

todos para salidas Octubre/Noviembre según condiciones, cantidades y puertos.

En calidad Nacional, la demanda ha seguido, habiéndose vendido varios pequeños lotes para puertos salitreros. El actual precio de venta es de \$ 73.- a \$ 75.- m/cte. por harnearo y de \$ 64.- a \$ 68.- m/cte. por sin harnear, f. o. b., según cantidad y puerto de descarga.

Dic. 19.

Se ha vendido un pequeño lote de West Hartley, salida Octubre a 32/- para un puerto salitrero.

Las cotizaciones libre de derechos de importación, son como sigue:

Cardiff Admiralty List	34/- a 35/-
West Hartley	32/- " 33/6
Pocahontas o New River	34/- " 35/-
Australiano la mejor clase	32/- " 32/6

todos para salidas Octubre/Noviembre según condiciones, cantidades y puertos.

En calidad Nacional, la demanda ha seguido, habiéndose vendido varios pequeños lotes para puertos salitreros. El actual precio de venta es de \$ 73.- a \$ 75.- m/cte. por harnearo y de \$ 64.- a \$ 68.- m/cte. por sin harnear, f. o. b., según cantidad y puerto de descarga.

COTIZACION SEMANAL

Año 1929

ENERO

Metales	Enero 2	Enero 9	Enero 16	Enero 23	Enero 30
Cobre Elect. (N. Y.)	0.16500	0.16525	0.16525	0.16775	0.16775
Plata (N. Y.)	0.57125	0.57375	0.57225	0.56625	0.56975
Plomo (N. Y.)	0.0665	0.0665	0.0665	0.0665	0.0665
Plata (Londres)	26-5/16	26-3/8	26 1/4	26-1/16	26-1/4
Plomo (Londres)	£ 22:9:4-1/2	£ 22:5:7-1/2	£ 22:1:10-1/2	£ 22:1:10-1/2	£ 22:3:1-1/2

FEBRERO

Metales	Febrero 6	Febrero 13	Febrero 20	Febrero 27
Cobre Elect. N. Y.	0.17525	0.17775	0.17775	0.18450
Plata N. Y.	0.56625	0.56000	0.55875	0.56250
Plomo N. Y.	0.0675	0.0685	0.0695	0.07125
Plata (Londres)	26 d.	25-3/4	25-13/16	25-15/16
Plomo (Londres)	£ 22:15 :7-1/2	£ 22:16:10-1/2	£ 23:6:3	£ 23:13:9

MARZO

Metales	Marzo 7	Marzo 14	Marzo 21	Marzo 28
Cobre Elect. N. Y.	0.19275	0.19775	0.22450	0.23775
Plata N. Y.	0.56375	0.56375	0.56500	0.56500
Plomo N. Y.	0.07262	0.07250	0.07875	0.07750
Plata (Londres)	26 d.	26 d.	25-15/16	26-1/16
Plomo (Londres)	23 : 18 : 1-1/2	23 : 13 : 1-1/2	27 : 18 : 9	25 : 12 : 6

ABRIL

Metales	Abril 4	Abril 11	Abril 18	Abril 25
Cobre Elect. N. Y.	0.23775	0.19025	0.17775	0.17775
Plata N. Y.	0.5800	0.56000	0.55875	0.55625
Plomo N. Y.	0.07750	0.07150	0.07000	0.07000
Plata (Londres)	25-7/8 d.	25-7/8 d.	25-7/8 d.	25-3/4 d.
Plomo (Londres)	£ 26 : 14 : 4-1/2	£ 23 : 13 : 9	£ 24 : 7 : 6	£ 24 : 8 : 1-1/2d.

MAYO

Metales	Mayo 2	Mayo 9	Mayo 16	Mayo 23	Mayo 30
C. bre Elect. (N. Y.)	0.17775	0.17775	0.17775	0.17775	0.17775
Plata (N. Y.)	0.54750	0.54500	0.54375	0.53875	0.53250
Plomo (N. Y.)	0.07000	0.07000	0.07000	0.07000	0.07000
Plata (Londres)	25-5/16d	25-5/16d	25-5/16d	25-1/16d	24-5/8d
Plomo (Londres)	£ 24 : 5 : 0	£ 24 : 3 : 9	£ 23 : 12 : 6	£ 23 : 12 : 6	£ 23:10:7 1/2

JUNIO

Metales	Junio 6	Junio 13	Junio 20	Junio 27
Cobre Elect. N. Y.	0.17775	0.17775	0.17775	0.17775
Plata N. Y.	0.52125	0.52750	0.52625	0.52250
Plomo N. Y.	0.07000	0.07000	0.07000	0.07000
Plata (Londres)	24 d.	24-3/8 d.	24-7/16 d.	24-3/16 d.
Plomo (Londres)	£ 23 : 14 : 4-1/2	£ 25 : 9 : 4-1/2	£ 23 : 18 : 1-1/2	£ 23 : 12 : 6

JULIO

	Julio 5	Julio 11	Julio 18	Julio 25
Cobre Elect. N. Y.....	0.17775	0.17775	0.17775	0.17775
Plata N. Y.....	0.51875	0.52125	0.52500	0.52625
Plomo N. Y.....	0.07000	0.06800	0.06750	0.06750
Plata (Londres).....	23-15/16d	24-1/8d	24-1/4d	24-7/16d
Plomo (Londres).....	£ 23 : 1 : 10-½	£ 22 : 19 : 4½	£ 22 : 11 : 3	£ 22 : 10 : 7-½

AGOSTO

Metales	Agosto 1.º	Agosto 8	Agosto 15	Agosto 22	Agosto 29
Cobre Elect. N. Y.....	0.17775	0.17775	0.17775	0.17775	0.17775
Plata N. Y.....	0.52625	0.52500	0.52500	0.62625	0.52625
Plomo N. Y.....	0.06750	0.06750	0.06750	0.06750	0.06750
Plata (Londres).....	24-5/16d	24-1/4d	24-1/4d	24-5/16d	24-5/16d
Plomo (Londres).....	£ 22 : 16 : 3	£ 23 : 6 : 10½	£ 23 : 1 : 10½	£ 23 : 2 : 6	£ 23 : 7 : 6

SEPTIEMBRE

Metales	Septiembre 5	Septiembre 12	Septiembre 20	Septiembre 26
Cobre Elect. N. Y.....	0,17775	0,17775	0,17775	0,17775
Plata N. Y.....	0,52250	0,51625	0,50375	0,51000
Plomo N. Y.....	0,06775	0,06900	0,06900	0,06900
Plata (Londres).....	24-3/16 d	23-13/16 d	23-½d	23-11/16 d
Plomo (Londres).....	£ 23 : 12 : 6	£ 23 : 10 : 7½	£ 23:10:7½	£ 23:11:10½

OCTUBRE

Metales	Octubre 3	Octubre 10	Octubre 17	Octubre 24	Octubre 31
Cobre Elect. (N. Y.).....	0.17775	0.17775	0.17775	0.17775	0.17775
Plata (N. Y.).....	0.50125	0.49625	0.49875	0.50000	0.49875
Plomo (N. Y.).....	0.06900	0.06900	0.06900	0.06900	0.06750
Plata (Londres).....	23-1/4	22-15/16	23-1/8	23-	22-7/8
Plomo (Londres).....	£ 23 : 8 : 1½	£ 23 : 6 : 3	£ 23:1:10½	£ 23:10:7½	£ 22:6:3

NOVIEMBRE

Metales	Noviembre 7	Noviembre 14	Noviembre 21	Noviembre 29
Cobre Elect. N. Y.....	0,17775	0,17775	0,17775	0,17775
Plata N. Y.	0,49625	0,49397	0,49875	0,49259
Plomo N. Y.....	0,06350	0,06230	0,06250	0,06250
Plata (Londres).....	22 : 13 : 16	22 - 9/16d	22 - 11/16d	22 : 9/16d
Plomo (Londres).....	£ 22 : 2 : 6	£ 21 : 11 : 5	£ 21 : 8 : 1½	£ 21 : 7 : 6

DICIEMBRE

Metales	Diciembre 5	Diciembre 13	Diciembre 19	Diciembre 26
Cobre Elect. N. Y.	0,17775	0,17775	0,17775	0,17775
Plata N. Y.....	0,49125	0,49125	0,48625	0,47375
Plomo N. Y.....	0,06250	0,06250	0,0625	0,06250
Plata (Londres).....	22-7/16d	22 : 5/8d	22-1/4d	21-13/16d
Plomo (Londres).....	£ 21 : 7 : 6	£ 21 : 8 : 9	£ 21:10:0	£ 21:11:10½d

Las Cotizaciones de Nueva York están expresadas en centavos oro americano por libra, mientras que las de Londres, para la plata, en peniques por onza, y para el plomo en £ por tonelada de 2,240 libras.

ESTADISTICA DE METALES

Precio medio mensual de los metales:

PLATA

	Nueva York		Londres	
	1928	1929	1928	1929
Enero	57.135	57.019	26.313	26.257
Febrero	57.016	56.210	26.205	25.904
Marzo	57.245	56.346	26.329	26.000
Abril	57.395	55.668	26.409	25.738
Mayo	60.298	54.125	27.654	25.084
Junio	60.019	52.415	27.459	24.258
Julio	59.215	52.510	27.262	24.289
Agosto	58.880	52.579	27.096	24.288
Septiembre	57.536	51.042	26.440	23.708
Octubre	58.087	49.913	26.727	23.042
Noviembre	57.953	49.615	26.704	22.690
Diciembre	57.335	..	26.362	..
Año, término medio	58.176	..	26.747	..

Cotizaciones de Nueva York: centavos por onza troy: fineza de 999, plata extranjera. Londres: peniques por onza, plata esterlina: fineza de 925.

COBRE

	Nueva York Electrolítico		Standard		Londres	Electrolítico
	1928	1929	1928	1929	1928	1929
Enero	13.854	16.603	61.912	75.551	66.557	78.602
Febrero	13.823	17.727	61.670	78.228	66.381	83.538
Marzo	13.845	21.257	61.148	89.153	66.443	98.356
Abril	13.986	19.500	61.678	81.036	66.500	89.405
Mayo	14.203	17.775	62.554	75.026	67.216	83.727
Junio	14.527	17.775	63.664	74.338	68.738	84.013
Julio	14.527	17.775	62.881	72.152	68.670	84.043
Agosto	14.526	17.775	62.472	73.783	68.750	84.250
Septiembre	14.724	17.775	63.522	75.286	69.800	84.363
Octubre	15.202	17.775	65.524	72.815	71.935	83.978
Noviembre	15.778	17.775	68.080	69.324	74.750	82.202
Diciembre	15.844	..	69.336	..	75.000	..
Anual	14.570	..	63.703	..	69.230	..

Cotización de Nueva York, centavos por lb.—Londres £ por ton. de 2,240 lbs.

PLOMO

	Nueva York		Londres		A 3 meses	
	1928	1929	1928	1929	1928	1929
	Enero.	6.500	6.650	21.773	22.111	22.213	22.344
Febrero.	6.329	6.853	20.283	23.128	20.747	23.156
Marzo.	6.900	7.450	19.938	25.409	20.352	25.591
Abril.	6.100	7.187	20.306	24.783	20.563	24.408
Mayo.	6.123	7.000	20.483	23.949	20.813	23.750
Junio.	6.300	7.000	20.985	23.694	21.211	23.603
Julio.	6.220	6.804	20.602	22.810	20.957	22.880
Agosto.	6.248	6.750	21.634	23.185	21.628	23.259
Septiembre. . .	6.450	6.890	22.050	23.557	21.769	23.589
Octubre.	6.500	6.873	22.082	23.226	21.796	23.253
Noviembre.	6.389	6.285	21.239	21.622	21.469	21.643
Diciembre.	6.495	..	21.342	..	21.730	..
Anual.	6.305	..	21.060	..	21.271	..

Cotización de Nueva York, centavos por lb.—Londres £ por ton. de 2,240 lbs.

ESTAÑO

	Nueva York		Londres	
	1928	1929	1928	1929
	Enero.	55.650	49.139	253.222	222.727
Febrero.	52.440	49.347	233.833	223.138
Marzo.	52.220	48.870	232.722	220.781
Abril.	52.270	45.858	234.204	206.887
Mayo.	51.582	43.904	230.886	197.545
Junio.	47.939	44.240	217.280	200.206
Julio.	47.040	46.281	212.449	209.473
Agosto.	48.012	46.619	212.847	209.815
Septiembre.	48.073	45.359	215.663	204.863
Octubre.	48.966	42.290	222.005	190.783
Noviembre.	50.750	40.208	232.875	180.565
Diciembre.	50.185	..	227.586	..
Anual.	50.427	..	227.131	..

Cotización de Nueva York, centavos por lb.—Londres £ por ton. de 2,240 lbs.

ZINC

	St. Louis		Londres		A 3 meses	
	1928	1929	A la vista	1929	1928	1929
			1928			
Enero.	5.643	6.350	26.125	26.196	26.051	26.233
Febrero.	5.551	6.350	25.518	26.247	25.506	26.347
Marzo.	5.624	6.463	25.082	27.050	24.972	27.294
Abril.	5.759	6.658	25.493	26.759	25.316	26.613
Mayo.	6.026	6.618	26.102	26.727	25.756	26.619
Junio.	6.158	6.686	25.664	26.216	25.429	25.984
Julio.	6.201	6.766	24.946	25.332	24.972	25.418
Agosto.	6.249	6.800	24.540	24.896	24.713	25.164
Septiembre.	6.250	6.799	24.497	24.208	24.625	24.688
Octubre.	6.250	6.740	24.030	22.927	24.296	23.329
Noviembre.	6.263	6.242	24.801	20.851	24.827	21.351
Diciembre.	6.349	..	26.609	..	26.615	..
Anual.	6.027	..	25.284	..	25.256	..

Cotización de St. Louis, centavos por lb.—Londres £ por ton. de 2,240 lbs.

Producción mensual de cobre crudo: Tons. cortas.

	1928		1929			
	Total	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.
Alaska.....	22,724	1,801	1,793	1,514	893	3,282
Calumet & Arizona.....	65,182	6,731	5,286	4,986	5,262	4,926
Magma.....	18,251	2,022	1,664	1,616	1,585	1,729
Miami.....	24,129	2,416	2,416	1,763	2,317	2,186
Nevada Con.....	134,231	..	36,309	..	..	30,095
Old Dominion.....	11,069	1,022	782	898	954	932
Phelps Dodge.....	102,137	9,857	8,901	9,274	9,144	9,126
United Verde Extensión	22,073	2,792	2,510	2,235	2,296	2,570
Utah Copper.....	136,920	..	42,310	..	..	..
Tennessee Copper.....	6,792	676	638	677	659	660

EXTRANJERO

Boleo, Méjico.....	12,782	..	3,637	..	..	3,017
Furukawa, Japón.....	17,865	1,600	1,506	1,260	1,425	..
Granby Cons., Canadá..	28,767	2,591	2,518	2,467	2,510	2,718
Union Minière, Africa..	123,880	12,224	12,673	13,216	13,444	14,106
Howe Sound.....	21,099	..	5,452	..	..	5,301
Mount Lyell, Aust.....	6,582	525	548	600	800	815
Sumitomo, Japón.....	17,898	1, 18	..	..	1,532	1,352
Bwana M'Kubwa.....	6,696	317	536	561	593	541
Braden Copper Co.....	109,137	7,630	7,630	7,620	7,628	7,656
Chile Exploration Co..	132,932	14,852	12,060	11,044	11,042	11,021
Andes Copper Mining Co.	52,029	7,393	6,871	7,445	6,625	6,538

Producción comparada de las minas de los Estados Unidos: Tons. cortas

	1927		1928		1929	
	Mensual	Diaria	Mensual	Diaria	Mensual	Diaria
Enero.....	76,198	2,458	68,469	2,209	86,325	2,785
Febrero.....	69,202	2,772	67,423	2,325	84,735	3,026
Marzo.....	69,314	2,236	70,327	2,269	93,698	3,023
Abril.....	71,122	2,371	69,230	2,308	94,902	3,163
Mayo.....	71,613	2,310	73,229	2,378	93,392	3,013
Junio.....	69,539	2,318	73,224	2,441	82,354	2,745
Julio.....	65,545	2,114	73,426	2,369	79,229	2,556
Agosto.....	67,248	2,169	76,952	2,482	78,885	2,545
Septiembre.....	65,936	2,198	78,341	2,611	79,402	2,647
Octubre.....	68,595	2,225	86,480	2,790	82,575	2,664
Noviembre.....	68,080	2,269	85,382	2,846	..	..
Diciembre.....	67,877	2,173	85,673	2,764	..	..
Total.....	929,978	..	909,147	..	855,497	..
Promedio mensual.....	69,165	..	75,754	..	85,550	..
Promedio diario.....	..	2,274	..	2,484	..	2,814

MINERALES METÁLICOS

MERCADO DE MINERALES Y METALES

Estas cotizaciones que han sido tomadas del Engineering and Mining Journal-Press de Nueva York, Diciembre 29 de 1929, se refieren a ventas en grandes lotes al por mayor libre a bordo (f. o. b.) New York, salvo que se especifica de otra manera. Los precios de Londres están dados de acuerdo con los últimos avisos. El signo \$ significa dólares U. S. Cy.

METALES

Aluminio.—98 y 99% a \$ 0.24 la libra.—Mercado inactivo.—Londres, 98% £ 95 tonelada de 2,240 libras.

Antimonio.—Standard en polvo a 200 mallas, óxido blanco de la China de 99% Sb₂O₃ a 10 centavos la libra (nominal).

Bismuto.—En lotes de toneladas, precio \$ 1.70 por libra.—En pequeñas partidas \$ 1.85 por libra.—Londres, 7 sh 6d.

Cadmio.—Por libra a \$ 0.90.—En Londres a 3 sh. 10d. para metal australiano. Excelente demanda.

Cobalto.—De 97 a 98% de \$ 2.50 la libra, para el óxido negro de 70% a \$ 2.10.—Londres 10 sh. por libra para el cobalto metálico.

Magnesio.—Precio por libra y en lotes de toneladas, de \$ 0.85 a \$ 1.05.—Londres 3 sh. a 3 sh. 6d. de 99%.—Mercado firme.

Molibdeno.—Por libra y en lotes de una a tres libras, de 99% a \$ 18.—Generalmente se vende como molibdato de calcio a razón de 95 centavos por lb. de Mo., o bien como aleación de ferromolibdeno de 50 a 60% de Mo., a \$ 1.20 f. o. b. por lb. de Mo. contenido.

Mercurio.—\$ 123 a \$ 124 por frasco de 76 libras.—Londres a £ 22.—Mercado muy flojo.

Níquel.—Electrolítico \$ 0.35, la libra con 99.9% de ley.—Londres £ 172 a £ 175 por tonelada de 2,240 libras, según la cantidad. Las demandas continúan bastante buenas.

Paladio.—Por onza, se cotiza de \$ 35 a 36.—En pequeñas partidas a \$ 55 por onza.—Londres £ 6 a £ 7 la tonelada (nominal).

Platino.—Precio oficial de metal refinado, \$ 65 la onza. Los negociantes y refinadores cotizan la onza de metal refinado a varios dólares más bajo.—Precio nominal. Londres £ 11 a £ 11.—15sh por onza refinado.

Radio.—\$ 70 por mgr. de radio contenido.

Selenio.—Negro en polvo, amorfo, 99.5%, puro de \$ 2.20 a \$ 2.25 por libra en lotes mayores de una tonelada, Londres 7 sh. 8 d. por libra.

Tungsteno.—En polvo, de 97 a 98%, de ley, \$ 1.35 a \$ 1.50 por libra de tungsteno contenido.

MINERALES METALICOS

Mineral de Antimonio.—Mineral boliviano con 60% de antimonio metálico a \$ 1.30 por unidad y tonelada corta, e. i. f. Nueva York. Mercado tranquilo pero firme.

Minerales de Hierro.—Por tonelada métrica puestos puertos del Lago.—Minerales de Lago Superior: Mesabi.—no—bessemer de 51,5% de hierro a \$ 4.50.—Old Range.—no—bessemer a \$ 4.50.

Mesabi.—bessemer de 51,5% de hierro a \$ 4.65.—Old Range.—bessemer de 51,5% de hierro a \$ 4.65.

Minerales del Este, en centavos por unidad, puestos en los hornos: Fundición y básico de 56 a 63%, a ocho centavos.

Para minerales del extranjero f. o. b. carros en puertos del Atlántico, en centavos por unidad: Del norte de Africa, con bajo contenido de fósforo de 10 a 10½ centavos.

De España y del norte de Africa minerales básicos de 50 a 60% de hierro, de 10 a 10½ centavos.

Fundición o minerales básicos suecos, de 66 a 68% de hierro, de 9 a 10½ centavos.

Fundición de Newfoundland, con 55% de hierro de 8,5 a 9 centavos.

Mineral de cromo.—Por toneladas, f. o. b. en puertos del Atlántico, a \$ 22 para minerales de 47 a 50% de Cr₂O₃. Precio firmes y buenas demandas.

Mineral de Manganeso.—De \$ 0.31 a \$ 0.34 por unidad en la tonelada de 2,240 libras en los puertos, más el derecho de importación. Mínimo 47% de Mn. Productos del Cáucaso lavado de 53 a 55% se cotiza de \$ 0.36 a \$ 0.38 por unidad en la tonelada. Para productos químicos, polvo grueso o fino de 82% a 87% de MnO₂, Brasilero o Cubano \$ 70 a \$ 80 por tonelada, en carros Del país de 70 a 72% a un precio entre \$ 40 y \$ 50 por tonelada.

Mineral de Plomo (Galena).—Precio medio sobre la base de 80% de plomo, a \$ 75,00 por tonelada de 2,000 libras.

Mineral de Zinc (Blenda).—Precio medio sobre la base de 60% de Zinc, a \$ 36,00 por tonelada de 2,000 libras.

Mineral de Tungsteno.—Por unidad, en Nueva York, wolframita, de alta ley, \$ 15.75; Shelita, de \$ 16.00 a \$ 17.00.—Mercado muestra signos de activarse.

MINERALES NO METALICOS

Los precios de los minerales no metálicos varían mucho y dependen de las propiedades físicas y químicas del artículo. Por lo tanto, los precios que siguen, sólo pueden considerarse como una base para el vendedor, en diferentes partes de los Estados Unidos.

El precio final de estos artículos sólo puede arreglarse por medio de un convenio directo entre el vendedor y el comprador.

Asbesto.—Crudo N.º 1, \$ 550 a 750. Crudo N.º 2 \$ 515; en fibras \$ 225 a \$ 277. Stock para techos, \$ 55 a \$ 115. Stock para papel \$ 45 a \$ 50. Stock para cemento \$ 25. Desperdicios \$ 10 a \$ 20. Fino, \$ 15. Todos estos precios son por tonelada de 2,000 libras f. o. b. Quebec; el impuesto y los

sacos están incluidos. Existe un mercado muy activo y firme. Las minas trabajan a su total capacidad.

Azufre.—A \$ 18 por tonelada f. o. b., para azufre de Texas para la exportación \$ 22 f. a. s. en puertos del Atlántico.

Barita.—Mineral crudo, \$ 7,00 por tonelada f. o. b.; minas de Georgia. Excelente demanda. Blanca, descolorada, a 325 mallas \$ 18 la ton.—Mineral crudo de 93% SO₃. Ba con un contenido no superior de 1% de hierro \$ 6.50 f. o. b. minas.

Bauxita.—N.º 1 mineral puro, sobre 55% a 58% de Al₂O₃ y con menos de 5% de SiO₂ y menos de 3% de Fe₂O₃. \$ 8.—por ton. de 2,240 libras f. o. b.; minas Georgia.—En polvo y seca a \$ 14; calcinada a \$ 18 a \$ 20.

Bórax.—Granulado en polvo \$ 0.04 por libra f. o. b. en plantas de Pensylvania. En cristales por libras 2¾ ctv. en sacos y en lotes mayores a una tonelada sobre carros.

Cal para flujo.—Depende de su origen; f. o. b. puertos de embarque, por tonelada, chancada a media pulgada y a menos, de \$ 0.50 a \$ 3. Para usos agrícolas, \$ 0.75 hasta \$ 5 según su pureza y grado de finura.

Cuarzo en cristales.—Sin color y claro en pedazos de ¼ a ½ libra de peso \$ 0.20 por libra, en lotes de más de 1 tonelada. Para usos ópticos y con las mismas condiciones, \$ 0.80 por libra.

Feldespatos.—Por tonelada de 2,240 libras f. o. b. en carro de Nueva York, N.º 1 crudo \$ 9; N.º 1 para porcelanas, a 140 mallas, \$ 18.—por ton. Para esmalte, 140 mallas, \$ 13.75. Para vidrios a 200 mallas, \$ 14.75. Buena demanda.

Fluospato.—En colpa, con no menos de 85% de CaF₂ y no más de 5% de SiO₂, a \$ 18.—por tonelada de 2,000 libras.

Grafito.—De Ceylán de primera calidad, por libra, en colpa, \$ 0.08 a \$ 0.09. En polvo de \$ 0.03 a \$ 0.05. Amorfo crudo, \$ 15 a \$ 35 por tonelada según la ley.

Kaolina.—Precios f. o. b. Virginia, por tonelada corta, cruda N.º 1, \$ 7. Cruda N.º 2, \$ 5.50. Lavada, \$ 8. Pulverizada, \$ 10 a \$ 18. Inglesa importada f. o. b. en los puertos americanos, en colpa de \$ 13 a \$ 21.—Pulverizada, \$ 40 a \$ 45.

Magnesita.—Por tonelada de 2,000 libras f. o. b. California, calcinada en colpa, 80% MgO, Grado «A» a 200 mallas, \$ 43. Grado «B» \$ 40.—Cruda \$ 11. Calcinada a muerte \$ 29.

Mica.—Precios f. o. b. en Nueva York por libra impuestos pagados, clase especial, libre de hierro, \$ 3.75; N.º A 1, \$ 2.50.—N.º 1 a \$ 2.—; N.º 2, \$ 1.65; N.º 3 a \$ 1.15; N.º 4 a \$ 0.60; N.º 5 a \$ 0.45. Las clases se refieren al tamaño de las hojas.

Monacita.—Mínimo 6% ThO₂ a \$ 80 por tonelada.

Potasa.—Cloruro de potasa de 80 a 85% sobre la base de 80% en sacos, \$ 36.75; a granel \$ 35.15. Sulfato de potasa de 90 a 95% sobre la base de 90%, en sacos \$ 47.75; a granel \$ 46.15. Sulfato de potasa y magnesia, 48 a 53%, sobre la base de 48%, en sacos \$ 27.50; a granel \$ 25.90. Para abono de 30% \$ 21.95 y de 20% \$ 15.50 en sacos.

Piritas.—Españolas de Tharsis de 48% de azufre, por tonelada de 2,240 libras c. i. f. en los puertos de los Estados Unidos, tamaño para los hornos, (2½" de diámetro) a 13 centavos la unidad.

Sílice.—Molida en agua y flotada, por tonelada, en sacos f. o. b. Illinois, a 400 mallas, \$ 31; a 350 mallas, \$ 26; a 250 mallas, a \$ 18.

Cuarcita.—99% de SiO₂; Arena para fabricar vidrios, \$ 0.75 a \$ 5, por tonelada; para ladrillo y moldear, \$ 0.65 a \$ 3.50.

Talco.—Por tonelada, de 99% en lotes sobre carro, molido a 200 mallas, extra blanco, \$ 9.—De 96% a 200 mallas, medio blanco, de \$ 8.50 Incluido envase, sacos de papel de 50 libras.

Tiza.—Precio por tonelada f. o. b. Nueva York, cruda y a granel, \$ 4.75 a 5 dollar.

Yeso.—Por tonelada, según su origen, chancado, \$ 2.75 a \$ 3; molido, de \$ 4 a \$ 8; para abono, de \$ 6 a \$ 10, calcinado, de \$ 8 a \$ 10.

Zirconio.—De 90%, \$ 0.04 por libra, f. o. b. minas, en lotes sobre carros; descontando fletes para puntos al Este del Mississippi.

OTROS PRODUCTOS

Nitrato de soda.—Crudo a \$ 2.00 a \$ 2.10 por cada 100 libras. En los puertos del Atlántico.

Molibdato de Calcio.—A \$ 0.95 a \$ 1.— por cada libra de Molibdeno contenido.

Oxido de Arsénico.—(Arsénico blanco) \$ 0.04 por libra. En Londres, a £ 16 por tonelada de 2,250 libras de 99%.

Oxido de Zinc.—Precio por libra, ensacados y en lotes sobre carro y libre de plomo; 0.06½. Francés, sello rojo, a \$ 0.09 ¼.

Sulfato de Cobre.—Ya sea en grandes o pequeños cristales de 6.00 centavos por libra.

Sulfato de Sodio.—Por tonelada en sacos f. o. b. Nueva York, \$ 18 a \$ 20. De 9% en barriles 22 dólares.

LADRILLOS REFRACTARIOS

Ladrillos de cromo.—\$ 45 por tonelada neta f. o. b. puertos de embarque.

Ladrillos de Magnesita.—De 9 pulgadas, derechos \$ 65 por tonelada neta f. o. b. Nueva York.

Ladrillos de Sílice.—A \$ 43 por M. en Pennsylvania y Ohio; \$ 51 Alabama; en Illinois a \$ 52.—

Ladrillos de Fuego.—De arcilla: primera calidad \$ 43 a \$ 46; de segunda clase, de \$ 35 a \$ 38.

PRODUCCION MINERA

CUADRO I

Producción de carbón.—Diciembre de 1929

ZONAS	Departamentos	Compañías Carboneras	Minas	PRODUCCIÓN EN TONELADAS		Personal ocupado. Obreros y Empleados
				Bruta	Neta	
1.° Departamento de Concepción.....	Concepción Concepción	Lirquén Cosmito	Lirquén Cosmito	6,276	6,206	539
				1,376	1,089	209
					7,652	7,295	748
2.° Bahía de Arauco.....	Coronel	Minera e Industrial de Chile Fund. Schwager.	Chiflón Grande, Pique Grande y Pique Alberto. Chiflones Puchoco 1, 2 y 3	68,646	66,146	6,121
	Coronel			40,866	37,272	3,853
				109,512	103,418	9,974
3.° Resto provincia de Concepción.....	Arauco Coronel	Lebu Curanilahue	Fortuna y Constancia Curanilahue y Plezarias	759	276	275
				130	130	197
				889	406	472
4.° Provincia de Valdivia.....	Valdivia Valdivia	Máfil Sucesión Arrau	Máfil Arrau	715	697	43
				1,617	1,592	86
				2,332	2,289	129
5.° Territorio de Magallanes.....	Magallanes Río Verde	Menéndez Behety Río Verde	Loreto Elena	2,585	2,423	79
			
				2,585	2,423	79
Total.....				122,970	115,831	11,402

CUADRO II

Producción de cobre en barras.—Diciembre de 1929

COMPAÑÍAS	Establecimientos	MINERALES BENEFICIADOS		COBRE FINO (Barras)		PERSONAL			
		Toneladas	Ley	Toneladas	Ley	Obreros		Empleados	
						Chilenos	Extranjeros	Chilenos	Extranjeros
Chile Exploration C.°.....	Chuquicamata	582,983	1,65	7,934	99,96%	5,220	434	839	360
Andes Copper Mining C.°.....	Potrerillos	486,351	1,42	2,835	99,33%	5,258	75	690	170
Cía. Minas y Fundación de Chagres.....	Chagres	3,011	10,90	2,278	99,96%	1,338	—	110	4
Société des Mines de Cuivre de Naltagua.....	Naltagua	4,610	12,78	319	99,00%	637	6	24	20
Braden Copper C.°.....	El Teniente	282,106	2,49	543	99,30%	7,359	8	818	142
Cía. Minas de Gatico.....	Gatico	4,471	8,58	6,140	99,83%	1,160	15	89	11
Total.....		1.363.532		20,330		20,962	538	2,570	107

CUADRO III

Producción de oro, plata, plomo, cobre y carbón de las compañías mineras

COMPANÍAS	Producto	Uni- dad	Total 1927	Total 1928	Año 1929			
					Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Beneficiadora de Taltal, Cía. Minas.....	Plata fina.....	Kgs.	7,341	7,126	..	430	425	518
Condoríaco, Soc. Benef. de plata de.....	{ Plata..... Oro.....	{ > >	{ 2,142 40	{ 2,691 42	{ 207 1,84	{ 224 2,16	{ 161 1,51	{
Disputada de las Condes, Cía. Minera.....	Concent. 23% cobre	Tons.	16,336	21,162	2,151	2,250	2,310	..
Gatico, Cía. Minas de...	Cobre fino.....	>	1,956	3,204	..	364	338	..
Guanaco, Cía. Minera del Nacional de Plomo, Soc. Fundición.....	Minerales 21% cobr. Concent. 65% plomo	{ > >	{ 298 2,396	{ 366 1,784	{ .. 137	{ .. 310	{ .. 217	{
Poderosa, Mining Com- pany.....	Concent. cobre..... Minerales 15% co- bre.....	{ > >	{ 9,380 ..	{ 12,575 24,720	{ 1,020 2,090	{ 1,392 2,118	{ 1,410 ..	{ 1,815 1,625
Tocopilla, Cía. Minera de.	Concent. 28% co- bre.....	>	..	6,960	610	610	..	690
Minera e Industrial de Chile, Cía.....	Carbón.....	>	840,085	779,139	75,399	..	..	70,600
Schwager, Cía. Carboní- fera y de Fundición...	Carbón.....	>	434,938	418,530	42,257	42,908	42,908	40,866

CUADRO IV

Producción de las principales compañías estañíferas de Bolivia

COMPANÍAS	Producto	Uni- dad	Total 1927	Total 1928	Año 1929			
					Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Araca, Emp. de Estaño de Cerro Grande, Cía. Esta- ñífera de.....	Barrilla estaño....	Tons.	2,306	2,656	291	300	300	..
Colquirí, Cía. Minas de..	{ > >	{ Q. esp. >	{ 18,506 9,856	{ 13,820 11,786	{ 1,001 1,055	{ 1,170 905	{ 1,519 800	{ 1,910 1,000
Morococala, Cía. Estañí- fera.....	{ > Cuarta barrilla....	{ > >	{ 30,646 ..	{ 39,803 ..	{ 3,195 630	{ 3,946 673	{ 3,587 586	{ 4,478 608
Oploca, Cía. Minera y Agrícola.....	{ > >	{ > >	{ 85,800 11,543	{ 103,510 11,000	{ 9,900 920	{ 9,460 970	{ 9,130 900	{ 8,800 970
Ocuri, Cía. Estañífera de	{ > Barrilla estaño....	{ > Tons.	{ .. 1,375	{ .. 1,600	{ .. 125	{ .. 145	{ .. 125	{ .. 145
Oruro, Cía. Minera de...	{ Plata..... 1.ª Quinc. Sn. fino.	{ Kgs. Tons.	{ 12,553 12,301	{ 13,630 17,361	{ 1228 856	{ 1,359 915	{ 1,261 740	{ 1,355 ..
Patiño, Mines & Enter- prises Cons.....	{ 2.ª Quinc. Sn. fino. Barrilla estaño... Media barrilla...}	{ > Q. esp. >	{ .. 24,046 8,899	{ .. 22,392 9,168	{ .. 920 693	{ .. 861 804	{ .. 1,030 315	{
Porvenir de Huanuni, Cía. Minera.....	{ Plata..... Cobre..... Cuarta, barrilla... Concentrados....}	{ Onzas Kgs. Q. esp. Tons.	{ 756,259 47,100 8,385	{ 56,470 5,000 9,549	{	{	{	{

INDICE GENERAL DEL "BOLETIN MINERO" DE 1929

A			
Acido Túngstico puro; Instalación para la fabricación del	34	Combustibles. La economía en los	504
Actividades de la Caja de Crédito Minero..	449	Comunicación preliminar sobre glaciaciones en la Patagonia Austral y Tierra del Fuego	25
Administración Científica de las Minas, La 339,	397	Colombia, Las minas de Hierro en	444
Agassiz, R. L.	556	Cortés Juan Luis, Ingeniero Regional de la Caja de Crédito Minero 377.	590
Algunas observaciones al Proyecto de Código Minería 455	507	Cotizaciones 47, 91, 144, 190, 257, 320, 362, 414, 475, 521, 574.	620
Algarra, Luis María	465	Cotización Semanal 94, 147, 193, 260, 323, 365, 418, 478, 524, 577.	623
Albrecht, E. J.	470	Clasificación de los carbones Norteamericanos	307
Allen, A. W. Editor del Engineering and Mining Journal	355	Crawford A. L.	294
Algunos métodos eléctricos de prospección geofísica 219,	277	Crédito Minero, El	427
Altos Hornos, Las Enseñanzas de las últimas explosiones.	34	Crédito Minero, Actividades de la Caja.	449
Andes Copper Mining Co., Potrerillos, Chile, El desarrollo de las minas y obras subterráneas de la	105	D	
Andes Copper Mining Co., Prospecto de organización emitido en Octubre de 1926, por la	119	Desarrollo de la lixiviación de minerales de cobre de Arizona	347
Aplicación del método de coordenadas polares con determinación óptica de distancias en la nueva medición de la ciudad de Berna	470	Desarrollo de un procedimiento de extracción para el cobre	494
Arellano C., Moisés, Ing. Químico Industrial	504	Dispositivo útil para mensura de minas, Un Donnay, J. D. H. Ingeniero Civil y de Minas A I. Ing.	64
Atacama, La Minería en	337	Dupuy de Home, E., Ingeniero de Minas. .	377
			76
B		E	
Bain, H. Fóster	390	Economía de los combustibles, La	504
Benítez Fernando, Ingeniero Jefe del Laboratorio Metalúrgico de la Caja de Crédito Minero, 29, 295	589	Economía de combustible en la tracción ferroviaria, Estado actual de la situación, La 558.	611
Bourbon A., Ingeniero de Minas	243	El desarrollo de las minas y obras subterráneas de la Andes Copper Mining Co.	105
Brown, O. M., Ingeniero de Minas (A. R. S. M.)	64	El ennoblecimiento del carbón y su licuación	135
		El Petróleo en Polonia.	250
C		El uso del níquel. Su desarrollo durante los últimos años.	395
Carbón y su licuación, El ennoblecimiento del Carbonización a baja temperatura, Una afortunada planta de	135	El Crédito Minero.	427
Carbones Chilenos, Informe sobre los	176	El níquel.	518
Carbón pulverizado en la Central Eléctrica de Puerto		El Futuro del Cobre	534
Casiterita secundaria en las vetas de estaño de Bolivia, El problema de la	590	El cobre en las industrias	556
Casos importantes en la ventilación de las minas.	72	El problema de la Casiterita secundaria en las vetas de estaño de Bolivia.	590
Cobre en Chile durante el año 1928 y sus perspectivas para 1929, La Minería del. .	5	Enseñanza de la Geología y de la Topografía en los Estados Unidos, Un aspecto de la Esquistos bituminosos suecos en relación con los chilenos, Los	533
Cobre en el Estado de Arizona, Métodos empleados en la Explotación del.	14	Estadística de minerales y metales 53, 95, 148, 262, 324, 367, 420, 480, 526.	625
Cobre en Chile, La Fundición del.	59	Eve, A. S. del Bureau of Mines de los EE. UU. 219	277
Cobre en el mundo, La Industria del.	487	Ewing, Alfredo, Encargado de Negocios de Chile en Holanda	353
Cobre, Desarrollo de un procedimiento de extracción para el Cobre,	494	Exploraciones Petrolíferas en Magallanes, Las.	333
Cobre, El Futuro del	534	F	
Cobre en las industrias, El	556	Fabricación del ácido Túngstico puro, La Instalación para la	34
Código de Minería, Mensaje del Proyecto de Código de Minería, Proyecto. 206,	201	Formación Profesional, Real Decreto del Gobierno español que aprueba el texto refundido del Estatuto de, 35	122
Código de Minería, Algunas observaciones al Proyecto de. 255,	507	Formación técnica de Ingenieros industriales y de investigación	159

Futuro del cobre, El.....	534	La Minería en Atacama.....	337
Fundición del cobre en Chile, La, 28, . . .	59	Las minas de hierro en Colombia.....	444
Flotación y sus fundamentos físico-químicos, La, 235,.....	438	La Minería del plomo en Chile.....	157
Flotación de minerales oxidados de cobre sin sulfatación previa.....	29	La minería del cobre en Chile durante el año 1928 y sus perspectivas para 1929.....	5
G			
Gahl, Rodolf.....	347	La producción mundial de amianto o asbesto	46
Gandarillas Matta, Javier.....	462	La primera industria minera en Sudamérica	355
Geiger, Per.....	65	La producción de petróleo crudo en la América Española en los últimos cuatro años..	465
Geología de los minerales de hierro, La.....	65	La producción Minera en Méjico durante 1928.....	469
Geólogo petrolero, Lo que debe ser un.....	155	La producción minera en el Perú en el año 1928.....	492
Glaciaciones en la Patagonia Austral y Tierra del Fuego, comunicación preliminar sobre	25	La situación de la industria del petróleo....	462
Gray, Antonio.....	541	Ley Comercial mínima de los minerales....	156
H			
Harnecker, Don Otto.....	375	Lixiviación de minerales de cobre de Arizona, La.....	347
Head, R. E.....	294	Lixiviación y flotación de minerales mixtos de cobre, Tratamiento combinado por.....	335
Heberlein, C. A.....	335	Lo que debe ser un geólogo petrolero.....	155
Hierro Suecos, La Geología de los minerales de.....	65	Los recursos minerales y el poderío nacional.....	390
Hierro, Nuevo régimen tributario sobre el..	70	Los resultados de los últimos años y las tendencias en la producción y utilización de los combustibles y del calor.....	601
Holanda carbonífera, La.....	353	Lundberg, Sven.....	60
I			
Ide, Luis R. 558.....	611	Lleras Codazzi, Ricardo, Ingeniero de Minas.	444
Identificación de los minerales, Métodos colorantes en la.....	294	M	
Índice General del Boletín Minero de 1929.	632	Marín Vicuña, Carlos, 455.....	507
Informe sobre los ensayos de carbón chileno	176	Mensaje del Proyecto del Código de Minería	201
Industria del cobre en el mundo, La.....	487	Mensuras de Minas, Un dispositivo útil para	64
Instalación para la fabricación del ácido túngstico puro.....	34	Mercado de minerales y metales, 55, 98, 265, 327, 370, 423, 483, 529, 582.....	628
K			
Keys, D. A. del Bureau of Mines de los EE. UU. 219,.....	277	Métodos eléctricos de prospección Observaciones sobre los.....	60
Keyes, Harnon E.....	494	Métodos colorantes en la identificación de los minerales.....	294
L			
La administración científica de las minas	339	Métodos eléctricos de prospección geofísica, Algunos..219.....	277
La economía de combustible en la tracción ferroviaria. Estado actual de la situación 558.....	397	Métodos empleados en la explotación del cobre en el Estado de Arizona.....	14
Las enseñanzas de las últimas explosiones de los Hornos Altos.....	34	Minería del cobre en Chile durante el año 1928 y sus perspectivas para 1929.....	5
Las exploraciones petrolíferas de Magallanes	333	Minerales oxidados de cobre sin sulfatación previa, La flotación de.....	29
La clasificación de los carbones norteamericanos.....	307	Minerales de hierros suecos, La geología de los	65
La determinación de la concentración iónica del hidrógeno por el método colorimétrico	295	Minerales de cobre beneficiados por flotación, Valor de los.....	103
La fundición del cobre en Chile, 28.....	59	Minerales mezclados de cobre, Nuevo procedimiento para el tratamiento de.....	589
La flotación de minerales oxidados de cobre sin sulfatación previa.....	29	Muñoz Cristi, Jorge, Ingeniero de la Superintendencia de Salitre y Minas, 333, 533.....	585
La flotación y sus fundamentos físico-químicos, 235, 488.....	549	Minería del cobre en Chile, La.....	157
La geología de los minerales de hierros suecos	65	Minerales de cobre de Arizona, Desarrollo de la lixiviación de.....	347
La Holanda carbonífera.....	353	Minas de hierro en Colombia, Las.....	444
La importancia del superfosfato en el mercado mundial.....	585	Minera en Méjico durante 1928, La producción.....	469
La industria del cobre en el mundo.....	487	Minera del Perú en el año 1928, La producción	492
La instalación de cintas transportadoras del centro minero "Colonial" en Pittsburgh, EE. UU.....	76	N	
N			
		Níquel, El uso del.....	395
		Níquel, El.....	518
		Nuevo régimen tributario sobre el fierro (Ley N.º 4581).....	70
		Nuevo procedimiento para el tratamiento de minerales mezclados de cobre.....	589

O	
Observaciones sobre los métodos eléctricos de prospección.....	60
Observaciones al Proyecto de Código de Minería, Algunas..	455
Oficio del Intendente de Atacama sobre la minería en aquella Provincia.....	337
P	
Palmer, Irving A.....	538
Palker, R. I.....	541
Peña y Lillo Oscar, Ingeniero 1.º de la Superintendencia de Salitre y Minas, 5, 157, 331.....	377
Perú, El oro en el.....	499
Petrolero, Lo que debe ser un geólogo.....	155
Petróleo, La situación de la industria del..	462
Petróleo crudo en la América española, en los últimos cuatro años. La producción de..	465
Petróleo crudo en los EE. UU., Una apreciación panorámica de la producción de..	510
Petróleo, La lucha por el.....	571
Petrolíferas de Magallanes, Las Exploraciones.....	333
Pflucker, Luis A.....	499
Policía Minera del Perú, Reglamento de....	433
Planta de gasolina para aminorar la pérdida del petróleo, Nueva.....	570
Plomo en Chile, La minería del.....	157
Producción mundial de amianto o asbesto, La Producción Minera, 56, 57, 100, 153, 267, 329, 372, 425, 485, 531, 584.....	630
Prospección, Observaciones sobre los métodos eléctricos de.....	60
Propaganda desleal contra el salitre chileno..	80
Prospecto de organización emitido en Octubre de 1926 por la Andes Copper Mining Cº..	119
Proyecto de Código de Minería, 206.....	269
Prospección Geofísica— Algunos métodos eléctricos, 219.....	277
Prieto, Don Manuel Antonio.....	331
Proyecto de ley de Petróleo presentado al Congreso de Colombia.....	404
Proyecto de Código de Minería, Algunas observaciones al, 455.....	507
Procedimiento de extracción para el cobre, Desarrollo de un.....	494
R	
Real Decreto que aprueba el texto refundido del Estatuto de formación profesional, dictado por el Gobierno Español, 35.....	122
Real decreto que aprueba el Estatuto sobre formación técnica de Ingenieros industriales y de investigación.....	159
Régimen tributario sobre el fierro, Nuevo..	70
Reglamento de Policía Minera del Perú....	433
Reyes B., Gustavo, Sub-Jefe del Laboratorio Metalúrgico de la Caja de Crédito Minero 72, 235, 488.....	549
Rodríguez Marín, Ing., 1.º de la Superintendencia de Salitre y Minas.....	567
Rospigliosi, C. J.....	492
Ruiz Marín, Rafael.....	337
S	
Salitre Chileno, Propaganda desleal contra el Sección Legislación, 70, 455.....	507
Sección carbonera, 72, 135, 167, 243, 307, 353, 504, 558.....	611
Sección Salitrero, 80.....	355
Sección Petrolera, 184, 250, 404, 462, 510.....	570
Sección Variedades, 469.....	518
Situación de la industria del Petróleo.....	184
Singewal, Joseph T.....	590
Smith, Roland H.....	510
Sobre la conferencia mundial de Energía, celebrada en Barcelona.....	472
Spilker, Dr. Adolfo.....	135
Sturney A. C., B. Sc. A. R. S. M.....	395
Stiévenart, A.....	601
Sundt, F. A. Ingeniero Jefe del Departamento Técnico de la Caja de Crédito Minero, 28, 59.....	103
Superfosfato en el mercado mundial, La importancia del.....	585
T	
Tratamiento combinado por lixiviación y flotación de minerales mixtos de cobre.....	335
Truscott, S. J., Presidente del American I. N. M., 339.....	397
U	
Un dispositivo útil para mensura de minas	64
Un aspecto de la enseñanza de la Geología y de la Topografía en los Estados Unidos	377
Una apreciación panorámica de la producción de petróleo crudo en los Estados Unidos	510
V	
Valor de los minerales de cobre beneficiados por flotación.....	103
Valverde, R., L. Ing. de la Sección petróleo, 184.....	250
Ventilación de las minas, Casos importantes en la.....	72
Y	
Yacimientos Cupríferos de Rhodesia del Norte, Los.....	541
Young, Jorge J.....	14