

BOLETIN MINERO

DE LA

Sociedad Nacional de Minería

SANTIAGO DE CHILE

SUMARIO

	PÁjs.
La crisis del carbon.—Sus causas, sus consecuencias.....	369
Revista quincenal.....	401
Química Analítica.....	405
Tratamiento hidroeléctrico de minerales de cobre.....	428
Indice Jeneral del Boletín de la Sociedad Nacional de Minería desde el 15 de Diciembre de 1883 al 31 de Diciembre de 1919.....	437

La crisis del carbon (1)

Sus causas, sus consecuencias

PROPOSICIONES PARA ATENUARLA

En este artículo trataré de mostrar las causas de la crisis del carbon i la influencia del costo de los combustibles en el precio de fabricacion de los principales productos manufacturados. Recordaré las medidas tomadas por nuestros dirigentes para remediar este formidable peligro. Terminaré esponiendo los principales métodos a los cuales se ha recurrido para obtener la mejor utilizacion de la hulla que disponemos.

LA CRISIS DEL CARBON

Mr. Hoover dice que el déficit mundial de la produccion hullera llegará este año a 200 millones de toneladas. ¿Es pues posible que aun la Francia sufra mas que todas las otras naciones?

Entremos, por otra parte, al estudio de las estadísticas:

(1) Traducido de la Revista *Chimie et Industrie*.— Enero i Febrero de 1920, por Eduardo Nef. Aguirre.

SITUACION FRANCESA EN 1913

Podemos resumirla como sigue:

Importaciones directas.....	19.796,720	} 60.640,729 tons.
Produccion.....	40.844,000	
Disminucion del stock.....	1.167,000	
Esportacion.....	1.304,377	
Consumos.....	59.503,552	(de las cuales
5.427,000 tons. trasformadas en coke i 3.375,000 en aglomerados).		

Las importaciones se reparten así:

Gran Bretaña.....	11.432,289 tons.	o sea 57.5% de las importaciones
Alemania.....	3.678,410	18.4%
Bélgica.....	4.310,907	21.6%

Para el futuro el cuadro siguiente nos muestra esta situacion:

Produccion

Produccion ántes de la guerra.....	41.000,000 tons.
Produccion de Lorena libre.....	3.800,000 »
Total.....	44.800,000 tons.

Consumo

Consumo ántes de la guerra.....	64.000,000 tons.
Consumo de Lorena libre.....	11.000,000 »
Total.....	75.000,000 tons.

Se puede, pues, tener un déficit de 30 millones de toneladas por año, cuando todas las explotaciones carboníferas del Norte i del «Pas-de-Calais» hayan sido reconstruidas, i debemos satisfacerlo con las importaciones.

Como actualmente nuestra produccion hullera se ha reducido mas o ménos en 20 millones de toneladas a causa de la destruccion de las carboneras del Norte, nuestro déficit llegará a 50 millones si no disponemos de: 8 millones de toneladas de carbones de la Sarre, i 27 millones de toneladas de los carbones alemanes.

En definitiva, teniendo en cuenta la reduccion de las importaciones inglesas i el menor rendimiento de la mano de obra, se puede fijar un déficit mínimo de 20 millones de toneladas, i no tendremos con qué satisfacerlo i quizás aumente durante varios años consecutivos.

¿Es esta grave situacion culpa de nuestros directores carboníferos? No, está mui léjos de eso. Demostrémoslo.

En primer lugar es preciso recordar que nuestras minas destruidas no podrán quedar reconstruidas ántes de cuatro años. Igualmente de las nuevas concesiones que se den no se podrá obtener resultados inmediatos, pues para poner en estado de explotacion un pozo de mina son necesario por lo ménos cinco años i aun mas tiempo donde haya necesidad de «*foncer par congélation*». Por fin, es imposible avaluar, siquiera aproximadamente, lo que producirian las nuevas instalaciones que se iniciaren.

Sobre todo no olvidemos el salvajismo con que fueron arruinadas nuestras instalaciones del Norte.

Allí el enemigo dió tres zarpazos:

Después de la ofensiva franco-inglesa de Setiembre de 1915, el comando alemán ordenó la inundacion de las labores de las minas de Lens i de Liévin, para lo cual destruyó los enmaderámenes. Las minas de Drocourt i de Carvin sufrieron tambien graves perjuicios. Al mismo tiempo, en estas concesiones fueron demolidas sistemáticamente todas las instalaciones de la superficie.

La segunda vez, cuando la conquista de las cimas de Vimy por los ingleses, Dourges i Courrieres fueron saqueadas por los alemanes llevados por su rabia destructora.

Por fin, a partir del 1.º de Octubre de 1918, las concesiones d'Aniche, de L'Escarpelle, Carvin, Douchy Anzin i de Crespin sufrieron la suerte de sus precedentes.

La segunda causa de la crisis se deriva de la reduccion de las importaciones de carbones extranjeros.

A fin de que cada uno pueda juzgar con exactitud la gravedad de la situacion i hacer las deducciones consiguientes, voi a resumir la memoria de M. Rice, ingeniero-jefe del «Bureau» de Minas del Ministerio de lo Interior en Washington, que apareció en el núm. 81 (Agosto 1919) del *Bulletin de la Chambre de Commerce américaine de Paris*, i que el *Journal des Usines a gaz* reproduce, en su número del 20 de Octubre último. Este excelente documento, que sobresale por su personalidad, ha sido redactado a continuacion de una encuesta hecha en Europa.

CAUSAS DE LA CRISIS CARBONÍFERA

La espantosa destruccion de las carboníferas francesas, de las cuales los dos tercios a lo ménos han sido hechas por los alemanes de ex-profeso, i sin ninguna necesidad militar, ha causado un déficit de 20 millones de toneladas. Si esta pérdida representa para Francia cerca del 50% de su extraccion, corresponde sólo al 3% de la produccion total de Europa, que en 1913 llegó a 730 millones de toneladas.

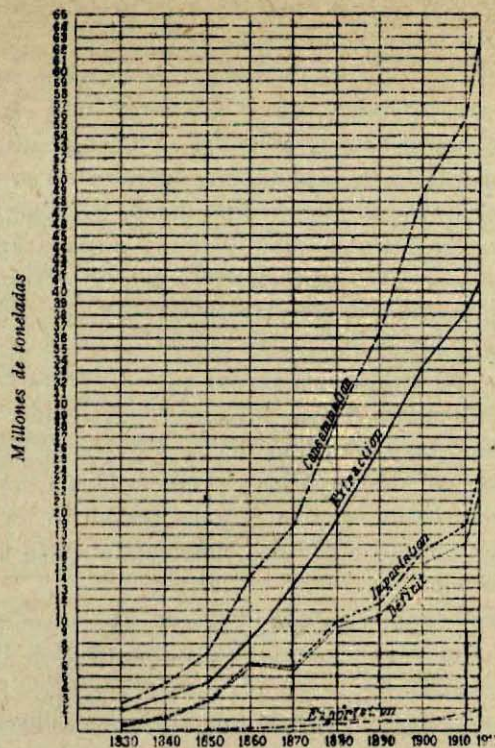


Fig. 1.—Situación de la Francia desde el punto de vista de la hulla: extracción, consumo, importación, exportación, déficit.

No ha habido destrucción en las hulleras belgas porque los alemanes esperaban guardarlas en su poder, pero sí en los distritos mineros de la Silesia, Polonia i Bohemia, que han sido i continúan siendo afectados por las operaciones militares. Por consiguiente, su producción de carbon sufrirá extraordinariamente.

Ante todo, lo que provoca en Europa el déficit de extracción de hulla, es la ajitación jeneral de la mano de obra i los cambios introducidos en la reglamentación del trabajo de las minas.

Debe notarse como causa secundaria que el costo de producción en los diferentes países es de 75 a 150% mas elevado que en 1913, alza motivada por el enorme aumento de los salarios i del valor de los materiales.

¡Quien no ve que estas variaciones ejercen una repercusión profunda sobre las condiciones de concurrencia entre las naciones!

LA SITUACION DEL CARBON EN FRANCIA

En 1913 la importacion total de combustibles llegó a 20 millones de toneladas (1).

Las minas, actualmente destruidas, de la cuenca del Norte i del Paso de Calais, producian 20 millones de toneladas; hai pues, actualmente, un déficit de 41 millones de toneladas (2). La liberacion de la Alsacia-Lorena i la ocupacion del distrito del Sarre no atenúan esta falta, pues esas regiones deben satisfacer sus propias necesidades. De otra parte la situacion de la mano de obra en el Sarre ha reducido la extraccion de 17.500,000 toneladas en 1913 a 12 millones mas o ménos en 1919 (3).

EN INGLATERRA

En 1913, en el Reino Unido, se extraian 287 millones de toneladas de carbon i se esportaban 77, de los cuales 63 millones eran para el continente europeo.

Ahora como la produccion del año industrial que ha empezado el 16 de Julio de 1919, presenta un déficit de 70 millones de toneladas respecto a la de 1913, a causa de haberse reducido la duracion de la jornada de trabajo, se ve inmediatamente la gravedad de la situacion (4).

A qué se debe esta situacion?

Es el resultado de lo que se llama la sentencia arbitral de Sankey, que es una memoria del Comité parlamentario designado «The Coal Industry Commission», presidido por el juez Mr. Sankey. El veredicto de

(1) Léase con atencion «L'industrie Métallurgique de la Loire» (Echo des Mines et de la Métallurgie, 11 de Enero de 1920) que muestra claramente la gravedad de la situacion actual.

(2) En 1919, la produccion de las hulleras francesas sólo llegaba a 19½ millones de toneladas contra 26.322,000 tons. en 1918. La razon de esto está en las siguientes cuatro causas:

- 1.º Reduccion del número de obreros ocupados en las minas.
 - 2.º Disminucion del rendimiento individual (el rendimiento por número i por dia habia ya bajado de 975 Kg. que era en 1913 a 775 Kg. en 1918).
 - 3.º La huelga del mes de Junio.
 - 4.º La crisis de trasportes.
- (3) Segun el «Echo des Mines et de la Métallurgie» (4 Enero de 1920, páj. 4), el rendimiento de los mineros que era ántes de la guerra de 726 Kg. por obrero en la superficie i de 1,500 Kg. por obrero en el fondo cayó hoi dia a 525 i 850 Kg. respectivamente. Ahora se trata de llevar dentro de pocos años la extraccion anual de 10 a 20 millones, reorganizando la administracion dejada por los alemanes.

(4) El 15 de Enero, se estimaba que el déficit mínimo seria de 60 millones de toneladas por año, siendo 1.130,000 hombres el número de mineros que trabajaban en vez de 1.127,891 que fué en 1913.

este Comité, como así también su anuncio, debió ser puesto en ejecución por el Gobierno desde el 16 de Julio de 1919.

Lo que caracteriza principalmente la memoria Sankey, es la resolución de disminuir de 8 a 7 horas la duración del trabajo subterráneo, i «si la situación económica de la industria es satisfactoria al finalizar el año 1920, las horas de trabajo en las minas serán reducidas a 6». Ahora si bien es cierto que en estas horas no se toma en cuenta el tiempo medio que dura la bajada i subida del minero en la mina, encierra, en cambio, el que se necesita para hacerlo llegar i volver de su puesto, de tal manera que el trabajo efectuado no pasa de seis horas.

La aplicación de esta medida tendrá muy graves consecuencias: En 1920 sólo habían 7 millones de toneladas de hulla, para la exportación, en vez de 77 como en 1913.

También el precio del carbón puesto a bordo en Cardiff ha aumentado considerablemente, como lo muestra el cuadro que sigue:

	Enero 1.º 1914	Aliados	29 de mayo 1912	
			España o América	Otros países
Carbon para producción de vapor.....	Fr. 26.25	Fr. 50.00	Fr. 62.50	Fr. 93.75
Carbon para destilación (bituminosos).....	» 19.65	» 33.75	» 56.25	» 87.50
Coke metalúrgico.....	» 35.00	» 68.10	» 81.25	» 81.25

Una comprobación muy sensible es que paralelamente con la disminución del rendimiento del minero se ha producido un mayor absentismo como puede verse en el siguiente cuadro:

AÑOS	RENDIMIENTO		ABSENTEISMO
	DIARIO POR MINERO		
1913.....	1.000 Kg.		10.7%
1915.....	1.020 »		»
1917.....	» »		8.9%
1919.....	890 »		13.0%

Por otra parte, los propietarios de las minas se hallan frente a una situación llena de incertidumbres; la Comisión ha pedido que sus beneficios sean limitados a fr. 1.45 por tonelada, lo que corresponde a una reducción de 40 a 50% sobre las cifras de antes de la guerra (1).

(1) El resultado más claro de esta medida será el paro de numerosas minas de Lancashire, Derbyshire i Midlands que registran beneficios insignificantes. A causa de este estado de cosas, la Horden Collieries Ltd. ha resuelto suspender todos los gastos proyectados para valorizar el yacimiento de Castle Eden que debía aumentar la producción en 700,000 tons.

EN BÉLGICA

Si bien es cierto que las minas belgas no han sido destruidas, no están por esto libres de esta situación crítica, pues les afecta la disminución de la mano de obra i el menor rendimiento de ésta misma. Esto se debe atribuir a los grandes sufrimientos físicos soportados por este valiente pueblo durante la ocupación alemana.

Es también interesante ver la reducción de la producción anual por hombre después de 1913.

Años	N.º de mineros	Producción	Producción anual por hombre
1913.....	145,337	22.841,590 tons.	157 tons.
1914.....	129,157	16.714,050 »	130 »
1915.....	123,806	14.177,500 »	114 »
1916.....	126,092	16.862,870 »	134 »
1917.....	111,695	14.999,700 »	133 »
1918.....	110,110	13.821,930 »	125 »

Como antes de la guerra, la Bélgica debía importar 4 millones de toneladas de carbón para cubrir sus necesidades i como hoy extrae 9 millones de toneladas menos que en 1914, se encuentra frente a un déficit total en 13 millones de toneladas.

EN ITALIA

De todas las naciones aliadas es Italia la que sufre más con la crisis del carbón. En 1913 ella producía 773,000 toneladas de hulla i de coque en briquetas. Durante la guerra, ella ha extraído, con grandes gastos, varios millones de toneladas de antracita de calidades inferiores i lignitas.

EN LOS PAISES NEUTRALES DE EUROPA

El siguiente cuadro resume la situación de 1913:

	PRODUCCION	IMPORTACION
España.....	4.000,000 tons.	3.649,000 tons.
Holanda.....	2.065,000 »	12.000,000 »
Noruega.....	3.298,000 »
Suecia.....	4.563,000 »
Dinamarca.....	3.034,000 »

Holanda i Suiza recibían en su mayor parte carbón alemán.

EN ALEMANIA

En 1913, el antiguo Imperio alemán estaba, desde el punto de vista de la producción de carbón, en iguales condiciones que Inglaterra, habiéndose extraído 190.109,000 toneladas de carbón i 87.233,000 toneladas de lignitas. La mayor parte—114.487,000 toneladas—provenían de las cuencas de Westfalia i del Ruhr. En cuanto a la Silesia Alta, hoy segregada del Reino, reunía 49 millones de toneladas. En adelante la nueva Alemania podrá producir 124 millones de toneladas de carbón i 90 millones de toneladas de lignitas.

Se estima, que entre todos los países europeos, desde el punto de vista del carbón, Alemania es el que está colocado en las mejores condiciones (1).

Las hulleras están maravillosamente equipadas, i la lignita que forma mantos que llegan hasta 100 metros de potencia pueden transformarse en briquetas, sin aglutinantes, cuando están secas (2).

Es probable que las exportaciones de carbón a Francia las sigan haciendo en vista de la necesidad que ellos tienen de obtener en retorno el mineral de hierro «minette» para los altos hornos del Ruhr.

El consumo de este mineral en 1913 era el siguiente:

Mineral alemán.....	7.472,000 tons.
» lorenés.....	21.000,000 »
» luxemburgés.....	7.000,000 »
» francés.....	3.311,000 »
» sueco i español.....	8.217,000 »
Total.....	47.000,000 tons.

(1) A juzgar por el desarrollo de su producción, las perspectivas no son muy sombrías. En Alemania sobre todo, se puede decir: «Cuando el carbón marcha todo va bien.» Ahora, a juzgar por las estadísticas recientes el carbón marcha mejor.

Número de obreros ocupados en las hulleras del Ruhr.—En Julio de 1914: 427,400; en Octubre de 1919: 452,400.

Producción media de hulla en la cuenca del Ruhr por día de trabajo.—Durante los ocho primeros meses de 1918: 332,000 tons. Durante el período correspondiente de 1919: 222,800 tons. Actualmente 260,000.

Producción mensual, en conjunto, de Alemania.—En los nueve primeros meses de 1918: 8.490,000 tons. Durante el período correspondiente de 1919: 7.453,000 tons. En Octubre de 1919: 8.548,060 tons.

Variación del Stock de hulla en las minas de la cuenca del Ruhr.—En la segunda mitad de Octubre de 1919: 786,000 tons. Después de la supresión temporal de los trenes de pasajeros 740,080 tons. El 6 de Diciembre 718,700 tons.

(2) Uno de los mejores ejemplos de la utilización de la lignita en Alemania es la que hace la central eléctrica de Zschornowitz (cerca de Golpa) de una potencia de 128,000 Kw. La lignita se emplea directamente sobre las parrillas de seis generadores de vapor de 1,000 m. cuadrados de superficie de calentamiento cada uno. Una parte de la corriente se envía a Berlín, la otra a la gran usina de abonos azoados de Piesteritz.

Como Alemania consumia cerca de 25 millones de toneladas de mineral frances i lorenos, no hará sino servir sus propios intereses al practicar con nosotros amplia política de intercambio de mineral por combustible.

EN EL ESTE DE LA EUROPA

¿Qué se puede conjeturar de esta rejion que se halla en estado de continua convulsion? Allí la situacion puede esponerse como sigue: El centro hullero mas importante es la Alta Silesia que se encuentra en el presente, en su mayor parte, comprendida en la Polonia; la parte Sur, que perteneció en otro tiempo a Austria, está en controversia. La parte Este que anteriormente poseia la Polonia Rusa, hoi está en poder de Polonia.

La Rusia posee centros mineros de importancia, pero no produce lo bastante para sus propios consumos. Inglaterra ha proporcionado, siempre, cada año, 6 millones de toneladas a la Rusia del Norte.

SUMARIO DE LA SITUACION CARBONÍFERA EUROPEA

Es claro que si Inglaterra no puede esportar mas que 7 millones de toneladas de carbon, como se prevee, no habrá nacion alguna del continente que no se encuentre frente a dificultades formidables.

LA AYUDA AMERICANA

En la *New York Tribune* se escribia el 30 de Junio de 1919: «Las estadísticas hechas por el Gobierno permiten prever, para el invierno próximo, el déficit mas grande que se ha visto en nuestras hulleras. Para evitarlo será preciso que en todos los países la estraccion sea aumentada en un 25%. Ahora, la huelga de mineros ha estallado.

Es preciso que de todos modos evitemos de dejarnos llevar de un gran optimismo. Lo que actualmente se pide a Estados Unidos es que esporte a Europa 80 millones de toneladas de hulla, o sea cuatro veces mas que ántes de la guerra. Ahora bien, la crisis fletera es tal que este trasporte es imposible.

LA CRISIS DEL COKE

La crisis del coke es talvez peor que la del carbon. Nadie ignora, en efecto, que en Francia como tambien en Béljica numerosos altos hornos no pueden ser reencendidos i aun otros han debido ser apagados, por falta de coke.

Esta grave situacion se deriva de la falta del carbon i sobre todo de

la destruccion de mas o ménos 2,000 hornos para coke en el Norte, o sea cerca del 50% de los que teníamos en 1913.

Por el momento las cifras de produccion de fundicion para la Meurthe-et-Moselle son las siguientes:

Julio de 1919.....	44,250 tons.
Agosto.....	51,307 »
Setiembre.....	55,000 »

No se prospera sino mui lentamente porque solo se reciben mensualmente 100 toneladas de coke o sea casi el tercio de lo que es necesario.

De 34 hornos en estado de funcionar, sólo 14 tienen encendidos sus fuegos.

Dos fábricas de aceros están en actividad (Neuves-Maisons et Pompey). Se espera que las de Longwy, Rehon, Senelle-Maubeuge i Joeuf funcionen a principios de 1920.

En 1913, la Francia contaba en total con 38 asientos de fábricas, de las cuales 9 en el Paso-de-Calais, 7 en el Norte i 6 en La Loire.

El número de hornos para coke era 4,265, de los cuales 2,340 tenían recuperacion de los subproductos de la destilacion de la hulla i 1,545 sin recuperacion, todos encendidos, mas 380 apagados. De esta cifra total habian en el Paso de Calais 1,329 hornos con recuperacion i 291 sin ella.

La produccion se repartia como sigue:

Departamentos	Produccion	Porcentaje
Pas de Calais.....	1,821,611 tons.	45,24%
Nord.....	1,256,717 »	31,24 »
Loire.....	179,989 »	4,46 »
Loire Inferieur.....	137,357 »	3,41 »
Tarn.....	125,984 »	3,12 »
Saone-et-Loire.....	115,732 »	2,87 »
Aveyron.....	98,463 »	2,44 »
Landes.....	91,039 »	2,26 »
Gard.....	87,787 »	2,17 »
Isere.....	60,010 »	1,49 »
Rhone.....	22,500 »	0,56 »
Haute-Saone.....	17,664 »	0,44 »
Cantal.....	11,230 »	0,28 »
Haute Loire.....	1,341 »	0,03 »
Total.....	4.027,424 tons.	100,00%

Las importaciones de coke se elevaban en 1913 a 3.070,000 toneladas i las esportaciones a 205,000 toneladas. De aquí resulta un consumo de 6.892,000 toneladas.

Las importaciones se repartían, en 1913, de la manera siguiente.

Alemania.....	2.393,000	o sea 78,0%
Bélgica.....	547,000	17,8%
Varios.....	130,000	4,2%

Hemos importado, pues, el 45% del coque de que teníamos necesidad.

Las instalaciones nuevas, creadas de 1914, han permitido obtener en 1918 un rendimiento de 45,750 toneladas por mes, o sea 561,000 en el año; pero la producción normal de estos hornos es 100,000 toneladas por año. La producción de las fábricas de coque lorenesas es alrededor de 100,000 toneladas.

Por otra parte, las instalaciones en construcción o en proyecto, permitirán producir 124,600 toneladas de coque por año.

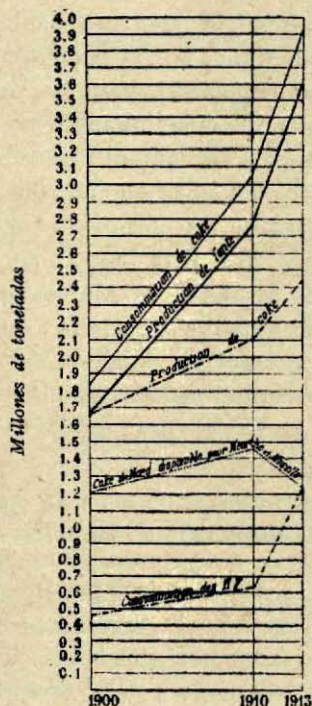


Fig. 2.—Producción de fundición i consumo de coque en Francia.

PRODUCCION ANUAL DE COKE

La producción de coque durante los tres últimos años ha sido la siguiente:

1916.....	1.679,000 tons.
1917.....	2.195,000 »
1918.....	1.966,000 »

A pesar de la reduccion de nuestra produccion de fundicion, ha llegado durante los últimos años a los valores siguientes:

1913.....	5.207,000 tons.
1916.....	1.149,700 »
1917.....	1.684,000 »
1918.....	1.289,000 »

El déficit anual de la produccion de coke se elevó, en la primavera de 1916, a 800,000 toneladas.

CÓMO SE HA REMEDIADO EL DÉFICIT DE PRODUCCION DE COKE DURANTE LA GUERRA

Como lo espuso M. Rouland, administrador delegado de la Sociedad de Gas de Paris, en su discurso de apertura del Congreso que se llevó a cabo en Metz; a principios de Julio, por la Sociedad técnica de la industria del Gas en Francia, se han empezado, bajo los auspicios del Comité del Coke, ensayos de fabricacion de coke metalúrgico en las usinas de Gas. Se ha comprobado que los hornos de cámara i las retortas verticales podrán, mediante mezclas de carbon convenientemente dosadas, producir un coke de cualidades mui próximas al de los hornos de coke. I se le designó con el nombre «Coke metalúrgico B.» Esta fabricacion fué adoptada por la Sociedad de Gas de Paris, la Sociedad de Alumbrado, Calefaccion i Fuerza motriz, las usinas de gas de Versailles, Nancy, Cannes, Beziers. Otros ensayos, hechos en hornos de retortas horizontales de 6 metros de largo, cargadas mecánicamente, permitieron fabricar el «coke especial» de calidad «semi-duro» en las usinas de Lyon, Besançon, Clermont-Ferrand, Angers, Angoulême, Montpellier.

SITUACION FUTURA DE LA FRANCIA EN CUANTO AL COKE METALÚRGICO

Se estima que gracias a las instalaciones previstas i la reinstalacion de las fábricas de coke de las rejiones invadidas, la produccion del Este, en Francia, podrá llegar a 6.250,000 toneladas. Esto no será, fijémonos bien en ello, sino la mitad del tonelaje que necesitamos, para los 11 millones de toneladas de mineral tratado en el sitio de su estraccion, en Lorena i para nuestra propia industria siderúrgica.

En cifras las nuevas necesidades son las siguientes:

Para el consumo de produccion de las usinas francesas..	750,000 tons.
Para el consumo de la Lorena i comprendidas las fundiciones de segunda fusion.....	3.900,000 »
Total.....	<u>5.650,000 tons.</u>

Se llega así a un consumo alrededor de 12 millones de toneladas, de manera que nuestro déficit pasará de 2.850,000 toneladas a 6.300,000 toneladas, a pesar del esfuerzo ya realizado. Para remediarlo será preciso construir alrededor de 4,200 hornos, que produzcan cada uno 4 toneladas de coke por día.

Por otra parte, si ahora la Francia quiere tratar los 43 millones de toneladas de mineral que ella puede producir, deberá para esto consumir alrededor de 18 millones de toneladas de coke.

Todavía se debe notar que en 1913, en la Sarre, se habían carbonizado 3.172,589 toneladas de carbon que dieron 1.992,000 toneladas de coke. I en fin, la producción de coke de la hoya rhenana, en la ribera izquierda, ha pasado durante la guerra de 597,000 a 1.245,000 toneladas.

LA PRODUCCION DEL COKE EN LOS PRINCIPALES PAISES

Es interesante, según el cuadro de mas abajo, comparar la producción mundial de coke metalúrgico.

ESTADOS	1911	1912	1913
	millones de toneladas		
Estados Unidos.....	32.3	32.9	42.0
Alemania.....	25.4	29.1	32.1
Gran Bretaña.....	19.3	18.6	20.9
Francia.....	3.5	3.7	4.0
Bélgica.....	3.2	3.2	3.5
Austria.....	2.2	2.3	2.7
Rusia.....	2.8	2.9	3.0

Según *The Iron Age* (2 Enero de 1919), en 1918 se han producido en los Estados Unidos 60 millones de toneladas de coke metalúrgico, de las cuales sólo el 45% lo fué en hornos de recuperación, pero según M. Mallet, en 1921 la totalidad del coke obtenido lo será en hornos de recuperación.

CONSECUENCIA DE LA CRISIS DEL CARBON

Todos los documentos que hemos venido citando muestran de una manera indiscutible que la crisis del carbon es mundial. Si nosotros sufrimos más que otros pueblos, es porque nuestras hulleras mas florecientes fueron devastadas por los alemanes i tambien porque la extracción de nuestras minas es mas difícil, mas costosa que en el extranjero.

Se sabe, en efecto, que Bélgica, a pesar de ser tan pequeño su territorio, tiene en él tantas reservas hulleras como nosotros.

El Austria Hungría i Alemania, países de una estension sensiblemente igual a la de nosotros, encierran, la primera cerca de tres veces tanta hulla como la Francia, la otra, como treinta veces la misma cantidad.

De otra parte, segun M. de Nanteuil, tomando en cuenta el espesor de los terrenos inútiles i las honduras actuales de explotacion, la extraccion de un año corresponde a un profundizamiento medio anual de 0.40 metros en los Estados Unidos; de 0.70 m. en Alemania; de 2 m. en Inglaterra; de 3 m. en Bélgica i de 4 m. en Francia. Estas cifras muestran de una manera palpable que la Francia debe, para un mismo tonelaje, hacer muchos mas trabajos nuevos i preparatorios que los Estados Unidos, la Alemania, la Inglaterra i la Bélgica. Ella tiene que soportar entónces la desventaja de los gastos i las dificultades de una explotacion mas cara (1).

Las consecuencias de esta situacion son infinitas. Para que cada uno pueda juzgarlas, vamos a mostrar la influencia del costo de los combustibles en el precio de produccion de los principales productos manufacturados; mostraremos, también, la perturbacion arrojada en las industrias del transporte i del gas por la falta de carbon.

Haremos para esto frecuentes referencias al «*Rapport Général sur l'Industrie française*», publicado, en 1919, de una manera tan clara i comprensible, bajo la sabia direccion de M. Leon Guillet, Director de los servicios técnicos del Ministerio de Comercio.

En posesion de todos estos preciosos datos metódicamente clasificados, mucho será lo que en ellos podemos ver para obrar en consecuencia.

EL PRECIO DEL CARBON I SU INFLUENCIA SOBRE EL PRECIO DE PRODUCCION DE LAS PRINCIPALES MANUFACTURAS

LOS PRECIOS DEL CARBON EN FRANCIA I EN EL ESTRANJERO

En Francia el precio medio de venta del carbon, en las canchas de las minas, ha ido creciendo durante los años que precedieron a la guerra segun se ve en el cuadro siguiente:

1911.....	15.24 francos.
1912.....	15.63 »
1913.....	15.55 »

Para 1912, la comparacion del valor medio de la tonelada de carbon en Francia i en los países vecinos da los resultados siguientes:

(1) Ver «Le Comité des Forges de France au Service de la Nation» de M. Pinot que todo especialista en esta cuestion, leerá con gran provecho.

Paises	Valor medio de la tonelada de carbon en 1912, en el sitio de la produccion
Inglaterra.....	11.25 francos.
Alemania.....	13.25 »
Francia.....	15.63 »
Bélgica.....	16.55 »

Se puede decir que ántes de la guerra, *el carbon en Francia costaba por término medio 40% mas que en Inglaterra, i 20% mas que en Alemania*, si se comparan los precios de venta en cancha de las minas. Pero el precio de la hulla consumida se eleva de manera apreciable, porque debemos importar la tercera parte del carbon total de que tenemos necesidad.

En 1912, el precio de importacion, en una estacion fronteriza, era de 24.50 francos, al cual se agregaban los derechos de aduana, o sea 1.20 fr. El precio total era pues 25.70 fr. En definitiva, *el precio medio verdadero de la tonelada de carbon en Francia para 1912 fué 19 francos.*

Por consiguiente, la tonelada de carbon, en Francia, costaba ántes de la guerra (1):

2 francos mas que en Bélgica	o sea 12% mas
5 » » » en Alemania	» 36% »
7 » » » en Inglaterra	» 60% »

LOS PRECIOS DEL COKE EN FRANCIA I EN EL ESTRANJERO

Antes de la guerra, Alemania satisfacía el 78% de nuestras importaciones de coke, o sea el 35% de nuestro consumo.

Esto era una condicion crítica, pues la Alemania pudo hacer variar, en gran escala, el precio de esportacion del coke, a fin de favorecer su industria siderúrgica. I esto era tan fácil que los metalurjistas alemanes habian renunciado a adquirir la direccion del Sindicato de Carbones. (Ver *Chimie et Industrie*: «Dónde debemos construir nuestros hornos de coke», Abril de 1919).

Se puede, pues, decir que sin la prevision de nuestros fundidores, prevision hácia la cual llamaremos siempre la atencion, nos habríamos encontrado frente a una situacion desastrosa.

PRECIO DEL COKE EN FRANCIA

El cuadro siguiente da el movimiento del precio del coke en Francia, precio en la fábrica, para los años que precedieron a la guerra:

(1) «La Industria del acero en Francia».—Editor «Vuibert».

1911.....	22.00 francos.
1912.....	22.60 »
1913.....	27.00 »

El mercado del coke estaba rejido por un mercado de escala, respecto del cual ya hemos dado algunas indicaciones en nuestro estudio «¿Dónde debemos construir nuestros hornos de coke?» (*Chimie et Industrie*, Abril de 1919).

Conviene agregar a estos precios los gastos de transporte hasta el lugar de consumo, o sea de 7 a 8 francos por tonelada hasta la Meurthe-et-Moselle.

El precio de la tonelada de coke frances, puesto en la Meurthe-et-Moselle, resulta, pues, a las siguientes cifras:

1911.....	29 francos.
1912.....	30 »
1913.....	34 »

PRECIO DEL COKE EN EL ESTRANJERO

El cuadro siguiente da el movimiento del coke en el extranjero:

	1911	1912	1913
Inglaterra (1).....	16.50 francos.	16.50 francos.	16.50 francos.
Bélgica.....	..	24.00 »	..
Alemania.....	17.80 »	17.80 »	19.00 »

PRECIO DEL COKE ESTRANJERO EN FRANCIA

En 1913, según las estadísticas de las aduanas francesas, el valor del coke era de 31 francos en estación fronteriza, al cual es preciso agregar el derecho de internación 1.20 fr. i el transporte. Se llega así al precio de 34 fr. idéntico con el precio del coke frances.

El cuadro siguiente, que es un extracto del *Rapport général sur l'Industrie française* (1919), pág. 54, muestra de una manera evidente cómo, desde 1913, los precios del carbon nos colocaban en condiciones desventajosas vis-a-vis de nuestros competidores.

El metalurjista frances pagaba por su coke:

13 francos mas que el metalurjista ingles.	
12 » » » » »	aleman.
6 » » » » »	belga.

(1) Precio en el sitio de producción, i 20 francos f. o. b.

Por otra parte, como los fundidores alemanes poseen, en general, los yacimientos de carbon i seis fábricas de coke, se encuentran, pues, en una situacion de independencia incomparable.

INFLUENCIA DEL PRECIO DE LOS COMBUSTIBLES SOBRE EL PRECIO DE PRODUCCION DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS MANUFACTURADOS EN FRANCIA I EN EL ESTRANJERO.

Admitiendo los siguientes precios para 1912 en el carbon i en el coke:

Pais	Carbon	Coke
Francia.....	19.00 fr.	30.00 ff.
Inglaterra.....	11.25 »	17.00 »
Alemania.....	13.25 »	18.00 »
Bélgica.....	15.65 »	24.00 »

Se llega, para los diversos productos, a los siguientes precios medios, la tonelada suponiendo todos los factores constantes a escepcion de la hulla:

Designacion	Francia	Inglaterra	Alemania	Bélgica
Fundicion.....	68.00 frs.	52.00 frs.	54.00 frs.	61.00 frs.
Acero en lingotes.....	96.50 »	76.40 »	79.00 »	87.50 »
Fierro corriente.....	171.81 »	146.95 »	149.35 »	160.70 »
Palastros medianos.....	170.10 »	142.30 »	145.10 »	157.80 »
Zinc.....	700.00 »	662.00 »	672.00 »	689.00 »
Productos cerámicos.....	60.00 »	57.00 »	56.00 »	59.00 »
Tejas.....	62.00 »	60.50 »	61.00 »	61.50 »
Argamasas.....	25.00 »	21.50 »	22.50 »	14.00 »
Vidrio de botellas.....	157.50 »	128.00 »	130.00 »	134.50 »
Vidrio para ventanas....	296.00 »	268.00 »	276.00 »	288.00 »
Azúcar.....	327.00 »	319.09 »	321.00 »	324.00 »
Papel.....	207.00 »	189.00 »	194.50 »	..

PRECIO DEL COKE EN LOS DIFERENTES PAISES EN 1912

El precio del coke se puede establecer como sigue:

Pais	Precio del coke puesto en la usina
Inglaterra.....	17 francos
Alemania.....	18 »
Bélgica.....	24 »
Francia.....	30 »

INFLUENCIA DEL PRECIO DEL COMBUSTIBLE SOBRE LOS GASTOS DE FABRICACION DE DIVERSAS MERCADERÍAS (EN FRANCIA)

He aquí los precios medios de producción (en Francia) de diversas mercaderías; admitiendo que se pague por la tonelada de carbon 19 frs. i 30 frs. por la de coke.

Designacion	Precio de produccion	Porcentaje de combustible	Combustible necesario por tonelada
Fundicion.....	68.00	52.9	1,200 Kg.
Acero en lingotes.....	96.50	48.5	1,380 280 Kg.
Fierro corriente.....	171.85	35.3	1,590 720 (1)
Palastros medianos.....	170.10	39.4	1,760 760 (2)
Zinc.....	700.00	15.0	5,500 (3)
Productos cerámicos.....	60.00	25.0	500
Tejas.....	62.00	9.7	200
Argamasas.....	25.00	50.0	1,500
Vidrio de botellas (1,250 botellas).	157.50	25.4	1,150
Vidrio de ventanas.....	296.00	40.5	4,000
Azúcar.....	327.00	7.6	1,000
Papel (4).....	207.00	31.2	2,600

LA CRÍISIS DE LOS TRASPORTES EN RELACION CON LA DEL CARBON

El Comité de la Explotacion Técnica de los Ferrocarriles, a continuacion de su encuesta relativa a las mejoras por realizar en los ferrocarriles en la sesion del 25 de Setiembre de 1919, ha emitido las siguientes opiniones:

A) Realizar lo mas pronto posible las siguientes mejoras:

1.º Mejorar el régimen de suministro de combustibles para los ferrocarriles. Este mejoramiento es indispensable si se quiere restablecer la regularidad en el funcionamiento de los ferrocarriles, lo que es una cuestion de vital importancia para la industria francesa i para el pais entero.

Para obtener este mejoramiento es preciso:

(1) De los cuales 160 Kg. para el calentamiento de los lingotes, 200 Kg. para la enerjia mecánica i 360 Kg. para la laminacion.

(2) De los cuales 360 Kg. para calentamiento de los lingotes, 200 Kg. para la enerjia mecánica i 400 para el laminado.

(3) 4,200 Kg. para calentamiento i 1,300 Kg. para la reduccion.

(4) Correspondiente a 6,66 «astres» de madera. Se necesita por cada tonelada de pasta, 600 Kg. de carbon para la fuerza motriz i alumbrado, 2,000 Kg. para lixiviacion i secamiento.

a) Aumentar las cantidades entregadas a las redes férreas, de modo de llevar, en el plazo de un mes, sus stocks a 820,000 toneladas, cantidad que representa el consumo de 30 días, lo que exigirá la entrega de 400,000 toneladas mas de las que actualmente están previstas.

b) Mejorar lo mas rápidamente posible la calidad del carbon tanto como por una extraccion de la mina misma como por una preparacion mecánica conveniente; exigir que esta calidad pueda ser verificada en la mina por un control tal como el que los ferrocarriles ejercian ántes de la guerra: establecer para obtenerla un sistema conveniente de primas i penalidades.

No entregar por consiguiente a las redes férreas sino carbones apropiados para la combustion en los hogares de las locomotoras, escluyendo en consecuencia, aquellos que provengan de hulleras que no producen carbones de esta cualidad i de las cuales se establecerá una lista por el Ministro teniendo en cuenta las indicaciones suministradas por los ferrocarriles.

LA CRÍSIS DEL CARBON EN RELACION CON LA DE LA INDUSTRIA DEL GAS

No hai, probablemente, persona que no haya sufrido con la crisis de la industria del gas a la cual debemos tanto de nuestro confort moderno. Como lo espuso M. Rouland en su discurso, ya citado, en el Congreso de la *Sociedad Técnica de la Industria del Gas de Francia*, las usinas francesas de gas han invertido un capital de 1,700 millones de francos i sirven 1,504 ciudades o comunas que representan 16,500,000 almas. Por la falta del carbon, cerca de 150 usinas de gas debieron apagar sus hornos de las cuales 38 proveian a ciudades de 5,000 a 25,000 habitantes. A este defecto de cantidad vino a agregarse el de calidad, pues sobrevinieron las dificultades causadas por el crecimiento de la demanda de gas, el sobre-desgaste del material, rarefaccion de las materias primas, aumento del precio de la mano de obra. Se esplican, pues, fácilmente las dificultades financieras que la industria del gas empezó a soportar desde las primeras semanas que siguieron a la declaracion de la guerra.

Sin duda, como la equidad lo ordenaba, el precio del gas se elevó, pero a pesar de esto no hai ninguna de las faenas de esta industria donde el déficit cada dia no se haya acentuado mas. En la Sociedad del Gas de Paris este déficit se elevaba entre el 1.º de Agosto de 1914 i 31 de Diciembre de 1918 a 92.602,939 francos.

Es conveniente comparar esta cifra con otras dos: ésta de las cargas suplementarias del personal (pago integral de ayudas a las familias de los movilizados, indemnizaciones por carestía de la vida, manutencion de la familia, etc.), que se elevó, para la misma época, a 92.720,000 francos

i esta otra: por el ejercicio financiero de 1912, durante el cual los beneficios llegaron a 23.460,815.32 fr., sin tomar en cuenta lo necesario para las amortizaciones.

Veremos a continuacion las proposiciones sugeridas por M. Rouland para remediar esta situacion tan deprimente para todos.

MEDIDAS ADOPTADAS PARA ATENUAR LA CRISIS DE COMBUSTIBLES

Nosotros llamaremos aquí la atencion hácia las medidas tomadas por el Gobierno, las Compañías mineras i fundidores.

LA ACCION DEL GOBIERNO

Tomando en cuenta las indicaciones del Comité de Hulleras i del Comité de Fundidores de Francia, que habian demostrado irrefutablemente (ver sobre el particular el *Génie Civil*, 21 de Setiembre de 1917) que sin la ocupacion de la cuenca del Sarre, nuestro déficit anual de hulla seria acrecentado en 8 millones de toneladas, con motivo de la liberacion de la Alsacia i Lorena, el Gobierno (1) obtuvo la insercion en el Tratado de Paz de Versalles del 28 de Junio de 1919, de dos importantes cláusulas, a saber:

«CARBONES I DERIVADOS.—La Alemania se compromete a hacer las entregas siguientes: a la Francia, una cantidad fija de 7 millones de toneladas por año durante un período de diez años, mas una cantidad decreciente (variable de 80 a 8 millones de toneladas por año, durante 10 años) correspondiente a la disminucion en su produccion de las hulleras francesas devastadas.

«El carbon destinado a reemplazar el de las minas destruidas será entregado a *priori*.

«Finalmente, la Alemania entregará a Francia, a peticion de ésta, cada año, durante tres años:

50,000	toneladas	de alquitrán	de hulla
35,000	»	de benzol	
30,000	»	de sulfato de amoniaco.	

«El total o parte del alquitrán puede ser reemplazado por cantidades equivalentes en productos de la destilacion.

(1) De toda nuestra esposicion i de los acontecimientos se deduce una idea que vale poner en claro. Mui léjos de estrechar la comunidad económica de las naciones, las reivindicaciones obreras tienden a condenarlas a política de egoismo comercial e industrial. En una situacion como la que acaba de ser descrita, qué recursos nos proporcionarian los catorce artículos? Si hubiésemos concluido por rechazar los carbones del Sarre, dónde estaríamos?

«La Comision de Reparaciones determinará los precios en los cuales se avaluarán todas estos suministros; el valor equivalente será imputado al crédito de la cuenta de Reparaciones.

«La cuenta de Reparaciones será igualmente satisfecha, en ciertas ocasiones, por las liquidaciones de los bienes alemanes en el extranjero (véase las cláusulas financieras), Capítulo Gastos, § 2.

CUENCA DEL SARRE

(Seccion IV, artículo 45)

«Para compensar la destrucción de las minas de carbon en el norte de Francia, i al valor ascendente de los perjuicios de guerra debidos por Alemania, ésta cede a la Francia, la propiedad entera i absoluta, franca i libre de toda deuda o carga, con el derecho exclusivo de su explotación las minas de carbon situadas en la cuenca del Sarre, delimitada como se indica en el artículo 48.»

Veamos todo el alcance de esta cláusula.

Los límites de la cuenca del Sarre fijados por el artículo 48 del Tratado de Paz de Versalles le dan una superficie de 192,779 hectáreas con una poblacion de 649,507 habitantes, quienes retendrán su actual nacionalidad

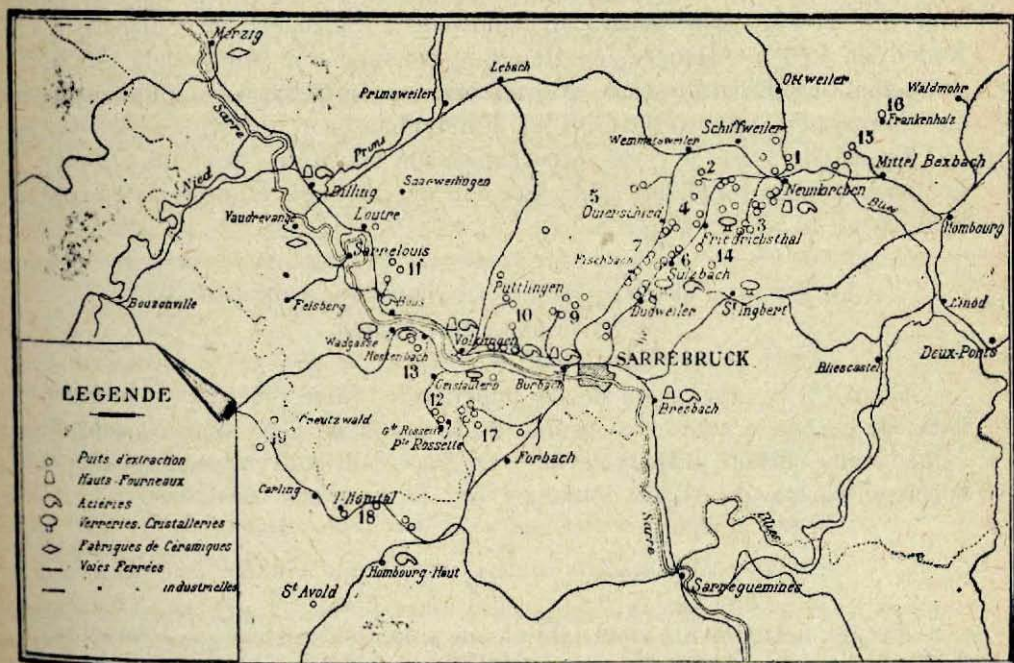


Fig. 3.—La cuenca hullera del Sarre

alemana, i podrán elejir asambleas locales, pero no estarán representados en el Reichstag.

Allí se computaron en 1913 (minas prusianas i bávaras) 56,000 mineros i 45,000 obreros industriales.

El gobierno de la cuenca del Sarre será confiado a una comision representante de la Sociedad de las Naciones. Esta comision será compuesta de cinco miembros: un frances, un habitante orijinario del territorio de la cuenca, los otros tres pertenecerán a paises diferentes de Francia i Alemania. El presidente de la Comision será nombrado por un año i será su agente ejecutivo.

ORGANIZACION DEL SERVICIO DE LAS MINAS EN EL SARRE

Todas las minas del Sarre, ménos una, pertenecen al Estado i son explotadas por él. Se les denomina minas fiscales. Es lo mismo para la pequeña parte de la cuenca que fué dada a Baviera (Palatinado). Todas las minas bávaras, a escepcion de una, son del Estado.

Francia no ha modificado la organizacion de estas minas fiscales, que comprende una direccion jeneral en Sarrebruck i doce inspecciones. Se ha designado hasta el presente tres ingenieros en jefe que cada uno tiene cuatro inspecciones i doce ingenieros principales para cada una de las inspecciones existentes, las denominaciones i direcciones de las cuales son las siguientes: Kronprinz, en Eusdorf.—Gerland, en Louisenthal.—Von der Heydt, en Von der Heydt.—Dudweiler, en Dudweiler.—Sulzbach, en Sulzbach.—Reden, en Reden.—Heinitz, en Heinitz.—Koenig, en Neukirchen.—Friedrichsthal, en Friedrichsthal.—Gottelborn, en Gottelborn.—Camphausen, en Camphausen.—Furstenhausen, en Furstenhausen.

La mayor parte de estas inspecciones son asiento de dos explotaciones de 400 a 500,000 toneladas, cada una con un ingeniero «divisionario» i uno «ordinario»

ESTRACCION ANUAL I SOBRENTE DISPONIBLE DE CARBON EN LA CUENCA DEL SARRE

En 1913, la explotacion de las hulleras del Sarre dió 13,217,000 toneladas de carbon, i como el consumo de la rejion no llega sino a 5,400,000 i queda un sobrante disponible de 7,777,000, cantidad casi equivalente al déficit en carbon de Alsacia i Lorena, que es 7,313,000 toneladas.

LA FABRICACION DEL COKE EN EL SARRE

Existen actualmente siete fábricas de coke, dos pertenecen a las minas fiscales i las otras a dos firmas metalúrgicas, a saber:

Sturn, en Neukirchen, 377 hornos, de los cuales 277 con recuperacion;
 Roechling, en Altenwald i Volklingen, 282 hornos con recuperacion;
 De Wendel, en Dudweiler, hornos destruidos;
 Sociedad Burbach, Eich i Dudelange, en Burbach, 400 hornos con recuperacion;

Halberger.—Hutte, en Brebach, 176 hornos con recuperacion.

La produccion de coke, en 1913, llegó a 1.900,255 toneladas (1).

LA ACCION DE LAS SOCIEDADES MINERAS I METALÚRGICAS

Nuestro déficit de extraccion de carbon en 1890, no era sino de 10 millones de toneladas i en 1913, llegaba a mas de 20 millones.

Este aumento del déficit se deriva del desarrollo de nuestra industria, especialmente de nuestra industria metalúrgica en Meurthe-et-Moselle. En 1890, se producian 1.084,000 toneladas de fundicion i en 1913 3.589,000.

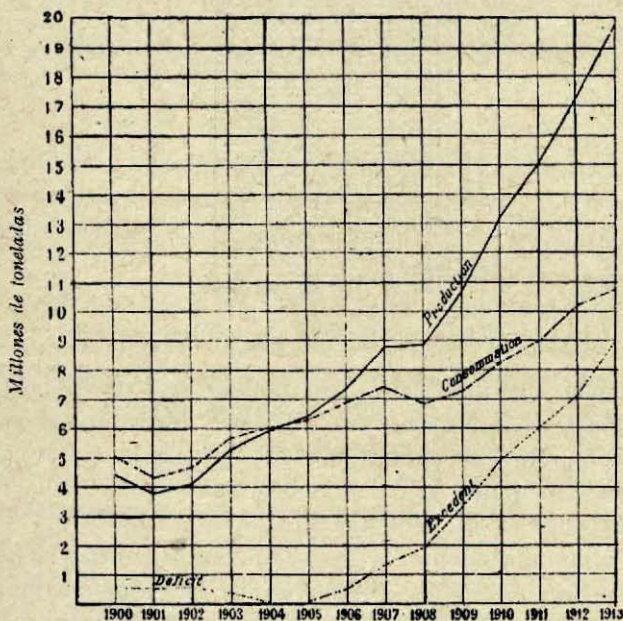


Fig. 4.—Produccion i consumo de mineral en Francia

(1) He aquí la situación actual de las usinas siderúrgicas del Sarre:

USINAS	ALTOS HORNOS		PRODUCCION DIARIA en toneladas
	existentes	encendidos	
Burbach.....	8	4	1,140
Voelklingen.....	7	5	900
Neunkirchen.....	6	3	960
Dillingen.....	4	3	720
Brebach.....	5	2	500

Por otra parte el precio del coke ha variado como sigue:

Años	Coke del norte i del Pas-de Calais	Coke de Westfalia
1896.....	15.85 Fr.	7.50 Fr.
1900.....	32.40 »	21.25 »
1905.....	19.05 »	11.75 »
1910.....	22.60 »	18.55 »
1913.....	26.95 »	22.75 »

Este enorme crecimiento del precio del coke habia motivado hacer a nuestros fundidores, grandes i continuos esfuerzos para libertarse por lo ménos en parte de este pesado fardo que gravitaba sobre ellos. ¿Cómo han obrado?

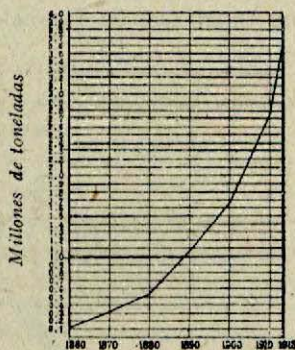


Fig. 5.—Produccion de fundicion en Meurthe-et-Moselle

Perfeccionando sus materiales han podido realizar importantes economías de combustible, i por contratos de larga duracion, se garantizaron durante algun tiempo la seguridad de sus aprovisionamientos de combustible.

Interesáronse, mediante grandes gastos, tanto en Francia como en el extranjero en el progreso de las hulleras; se aseguraron la posesion de una gran parte en el descubrimiento de los yacimientos mineros al sur de Pas-de-Calais (Gouy-Servins, Vimy-Fresnoy) i de la Campine, despues en la cuenca de Pont-à-Mousson. Tomaron participacion en las carboníferas inglesas, belgas, alemanas para procurarse una parte de esos combustibles.

Crearon las fábricas de coke de Auby, Sluiskill i de Pont-à-Mousson, facilitándose así el aprovisionamiento en coke (1).

(1) Se consultará fructiferamente el estudio «La Lutte pour le coke» publicado en el «ECHO des Mines et de la Metallurgie» (pájs. 2, 3 i 4, Enero 1920). Allí se muestra el valor del esfuerzo enorme desarrollado metódicamente desde hace veinte años por las Fábricas de Acero de Longwy, bajo el impulso i direccion del presidente M. Dreux, para asegurarse el aprovisionamiento de coke i utilizar los gases de los altos hornos en condiciones de rendimiento máximo.

Establecieron comunidad de intereses con los carboneros franceses, para garantizarse una vez mas contra la falta de combustibles (1).

Tal es en grandes líneas—para este solo departamento—la obra de nuestros metalurjistas.

Ciertos polemistas nos han dicho con insistencia que para remediar esta crisis de combustible, es preciso practicar una política mas completa de intercambio de mineral de fierro por carbon.

Se les puede contestar, como lo han hecho los señores Tribot-Laspiere i Pinot, que de los 50 millones de toneladas de mineral que Alemania consumia no recibia de Francia sino 4 millones, i miéntras que nuestras importaciones de hulla representaban, en 1913, un valor de 336 millones de francos, nuestras esportaciones no corresponden sino a una entrada de 46 millones, o sea la décima parte de la salida de numerario por combustible. En fin, como los alemanes practicaban el «dumping» tanto con el carbon como con el coke i los derivados de su fabricacion, i para colmo la obstruccion de los socialistas que hizo aplazar la entrega de las concesiones nuevas; nuestra industria se encontró fatalmente precipitada a la crítica situacion actual. Sin embargo, saldremos de ella!

CÓMO DEBEMOS ATENUAR LA CRISIS DE LOS COMBUSTIBLES

Se pueden distinguir dos clases de medios: los primeros, que se podria calificar como morales, corresponden a las opiniones de la primera seccion del Comité consultor de Artes i Manufacturas; los otros conciernen a las mejoras que se deben realizar en el empleo de los combustibles.

OPINIONES DE LA PRIMERA SECCION DEL COMITÉ CONSULTOR DE ARTES I MANUFACTURAS

El programa de accion para llegar a reducir nuestro déficit de hulla, es el siguiente:

a) Llevar, por medio de conferencias (2) en los centros industriales, i reparto de libritos claros i simples, tanto a la pequeña como a la gran industria, una clara comprension del deber nacional en lo que se refiere al consumo de los combustibles.

Indicarles todos los medios utilizables para reducir los gastos de combustible.

(1) En este órden de ideas, la Sociedad de Minas de la Loire acaba de tomar interes en un negocio de metalurjia del Luxemburgo.

(2) Sobre este punto debemos felicitar a la Oficina Central de calefaccion racional, de la cual hemos ya hablado, por haber inaugurado una serie de conferencias de gran interes sobre todo lo relacionado con la organizacion de la calefaccion.

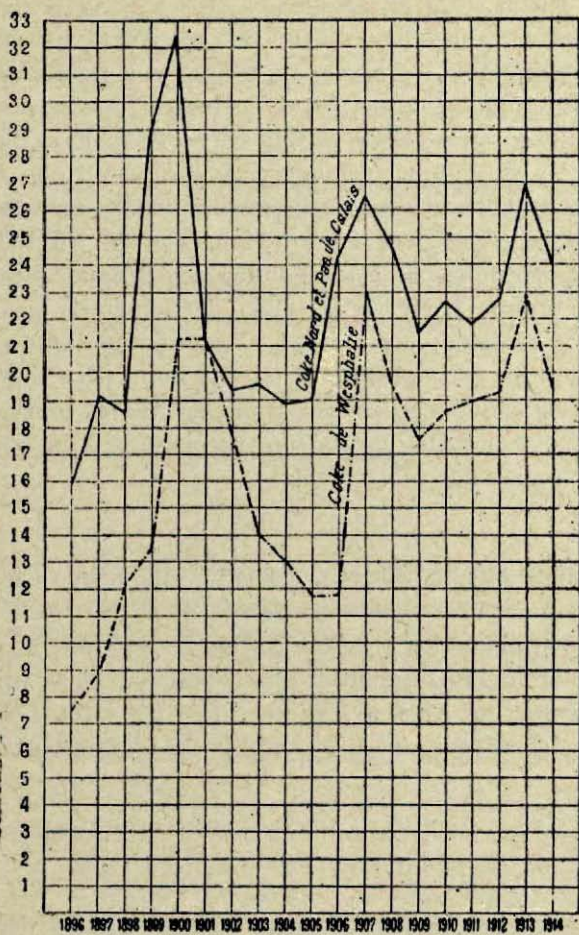


Fig. 6.—Precio del coke .

b) Pedir a la Union Metalúrgica i Minera que obtenga, lo mas pronto posible, la creacion de una gran estacion central de ensayo para toda clase de combustibles.

Rogar al Gobierno ayude con todos sus medios la creacion de este Instituto llamado a prestar los mayores servicios al pais.

De esta manera nuestro déficit hullero disminuirá en el 10% o quizás hasta en el 20%, es decir, que en vez de 40 millones de toneladas de hulla, sólo nos faltarán de 20 a 25 (1)

PROGRESOS TÉCNICOS QUE SE DEBEN REALIZAR EN EL EMPLEO DE LOS COMBUSTIBLES

- 1.º Desarrollo de nuestra fuerza hidráulica;
- 2.º Estension del empleo de combustibles líquidos;
- 3.º Utilizacion mas racional de los gases de los altos hornos i de los de coke;
- 4.º Clasificacion metódica de los combustibles por tamaño;
- 5.º Enriquecimiento de los combustibles por el lavado;
- 6.º Utilizacion de los combustibles pobres; i
- 7.º El mejor empleo de carbon corriente.

Estos son los puntos i el orden en que se indican por el «Rapport général sur l'industrie française», de acuerdo con la memoria de M. Gruner, vicepresidente de las Hulleras, en el Comité Consultor de Artes i Manufacturas.

ESTUDIO DE LAS OPINIONES DEL COMITÉ CONSULTOR DE ARTES I MANUFACTURAS

La creacion de un Instituto de combustibles provisto de todas las instalaciones convenientes i de los medios de accion necesarios, deberia haberse llevado a cabo ya mucho tiempo ántes en un pais tan pobre en combustible como el nuestro.

Es necesario que se sepa bien, como lo mostraremos en una publicacion próxima, que en los Estados Unidos i en Inglaterra se han hecho en los últimos tiempos estudios de una considerable estension sobre combustibles, hornos, etc. (2). Citemos los trabajos del Instituto Mellon, en

(1) Como lo espuso M. Loiret, ingeniero jefe de minas, en la «Revue Parlementaire», se debe, ante todo, buscar cómo utilizar el carbon de una manera mejor que en el pasado, pues no se puede aumentar mas la produccion.

(2) «La evolucion de la Industria del coke metalúrgico» que aparecerá en «Chimie et Industrie».

Pittsburg, i las comunicaciones hechas al «Iron and Steel Institute» (1) en su última reunion del otoño. Es necesario que un organismo especial, tal como el de un Instituto de Combustible dé importancia a todos estos trabajos para que nuestros industriales, constructores, etc., puedan inspirarse en ellos.

En espera de esto, la iniciativa privada ha hecho ya dos ensayos:

A) *Establecimiento de una vijilancia científica del empleo de los combustibles en las usinas.*

La *Compañía de Fábricas de Acero de la Marina* ha creado un departamento especial para economizar los combustibles en sus usinas, i está bajo la direccion de M. Damour. Para apreciar ampliamente el interes de este nuevo servicio, es conveniente leer el interesante artículo que M. Laurent le ha consagrado en los números de Marzo-Abril 1918 de la Revista de Metalurgia. He aquí, por otra parte, los resultados obtenidos.

Economía de 35 Kg. de coke por tonelada de fundicion producida.

Economía de 100 Kg. de coke por tonelada de acero producida.

Toda usina importante debe, pues, poseer un servicio científico especial encargado de la vijilancia del empleo de los combustibles que consume.

B) *Formacion racional del personal de calderas.*

Se sabe que la Asociacion de Propietarios de aparatos de vapor del Norte establecia cada año un concurso entre los mejores obreros de calderas que se le designaban. Los resultados han sido aflictivos, pues de un individuo a otro, se ha comprobado, a veces, diferencias de 25 a 40% en el consumo de combustible relacionado con la produccion de vapor. Tambien debemos felicitarnos de la reciente creacion de la Oficina central de

(1) Haremos mencion de esta nota:

«Economía i consumo de combustible en la fabricacion del fierro i del acero» presentada por los señores Bone, Hadfield i Hutchinson en la reunion del otoño de 1919 al «Iron and Steel Institute». Esta memoria espresa que un consumo de 1,750 Kg. de coke por tonelada de acero concluido es un ideal tanjible para una instalacion que reuna en un mismo sitio: hornos para coke, altos hornos, hornos para acero i laminadores, todo bajo una vijilancia i direccion únicas.

Para llegar a tales resultados, la memoria sujere las condiciones siguientes:

- 1.º La fusion precitada de los diversos departamentos;
- 2.º Empleo de hornos de coke modernos con rejeneradores de calor;
- 3.º Dotar a los altos hornos de conos de cierre, a fin de hacer lo mas pequeña posible la pérdida de gases i proporcionar las dimensiones de estos conos a las dimensiones de la boca de los hornos a fin de asegurar una distribucion regular i uniforme de las materias primas en el horno.
- 4.º Depurar los gases del horno, de preferencia por el método electrostático, de manera que se reduzca a 0,1 gr. por m³ su lei de carbón en polvo;

Practicar una depuracion de segundo grado para los gases destinados a la alimentacion de motores;

5.º Hacer funcionar los laminadores por motores eléctricos en lugar de máquinas a vapor;

6.º Disponer de un control científico serio dirigido por técnicos reconocidos.

calefaccion racional (5, calle Miguel Anjel, en Auteuil) que se compone de tres servicios:

El centro de estudios, órganos de documentacion e investigacion,

La escuela de calderas, para formar i perfeccionar los jefes de mantenimiento i contra maestres, en todo lo que se relaciona con la conduccion mas económica posible de los aparatos de jeneracion de vapor.

Su fin es elevado i eficaz. Allí no se trata de indicar a los alumnos reglas inmutables en el manejo de la pala i del rastrillo, pero se les inculcan conocimientos teóricos i prácticos esforzándose de hacer metódicamente el desarrollo de sus cualidades de observacion, reflexion i método en lo que se refiere a la marcha de los hogares industriales. Esto es una cuestion de psicología bien comprendida i mejor adaptada a nuestra raza. Nosotros, los franceses, nos plegamos de mala voluntad a las órdenes del técnico «M. Lebureau», pero nos interesamos realmente en aquellas que nos da un buen jefe intelijente que nos deja entrever la razon de estar a sus órdenes. Es esto lo que han comprendido bien los fundadores de la Oficina central de calefaccion.

Ademas comprende por fin:

El servicio de visita a las usinas para indicar a los abonados las economías de combustibles que ellos pueden realizar en sus hogares industriales.

Pasemos ahora una revista a los principales progresos técnicos susceptibles de atenuar la crisis del carbon.

LAS FUERZAS HIDRÁULICAS

Las fuerzas hidráulicas que posee la Francia representan 8 millones de caballos en aguas medianas, de los cuales mas de 750 mil, o sea el 10%, eran utilizados en 1913, mientras que en 1921 esta cifra será llevada a 1.600,000 caballos o sea el 20% de la potencia disponible. Esto corresponderá a una inversion de 1,460 millones de francos i a una economía de 9 millones de toneladas de carbon.

Se sabe que las Compañías de ferrocarriles de Paris-Orleans, Paris-Lyon-Mediterráneo i del Mediodia han pedido al Ministro de Trabajos Públicos la electrificacion de 10,000 kilómetros mas o ménos de sus redes.

LOS COMBUSTIBLES LÍQUIDOS

Hace poco mas de un año que, en una majistral conferencia en la Sociedad de Ingenieros Civiles, M. Guiselin nos ha mostrado todo el interes que hai en el empleo de combustibles líquidos, a causa de su elevado rendi-

miento en los motores i en el calentamiento de los hornos metalúrgicos. M. Guiselin ha sido oportuno, se han seguido sus juiciosos consejos: Los derechos de aduana del «mazout» han sido considerablemente reducidos i en numerosas usinas se están usando quemadores de aceite. Esto es excelente, pero con sus reservas. ¿No nos faltarán mas tarde los combustibles líquidos? Sin duda que la América es mui rica en ellos, pero valdria mas producirlos nosotros mismos desarrollando convenientemente nuestra industria de la carbonizacion de la hulla, de la lignita, de los esquistos, de la madera, de huesos de aceitunas.

UTILIZACION MAS RACIONAL DEL GAS DE LOS ALTOS HORNOS I DEL DE LOS HORNOS DE COKE

En el estado actual de la metalurgia del fierro para la fabricacion de una tonelada de fundicion se necesita 1,000 a 1,100 Kg. de coke, produciéndose 4,500 a 5,000 m³. de gas que posee un poder calorífico de 950 calorías por m³. Este gas se utiliza de la manera siguiente:

40-45% para el calentamiento de los «Cowper».

40-45% para producir la fuerza motriz necesaria para insuflar el aire dentro del alto horno, si se queman estos gases debajo de calderas, i 15% solamente, si, para producir este mismo trabajo, se utilizan directamente (los gases) en los motores.

De aquí se sigue que, estando en marcha el alto horno, queda una cierta cantidad de energía disponible, que corresponde a los valores siguientes:

10% del gas producido, cuando el compresor de aire es movido por una máquina a vapor;

40% del gas producido, cuando el compresor de aire se mueve por un motor de gas.

En este último caso se dispone entónces de 20 Kw-h. por tonelada de fundicion producida en 24 horas. De manera que un alto horno de 300 toneladas de produccion diaria representa, a la vez, una estacion de fuerza motriz de 6,000 Kw-h.

UTILIZACION DEL GAS DE LOS HORNOS DE COKE

Como lo habíamos mostrado en nuestro estudio: «Donde debemos construir nuestros hornos de coke», el modo de utilizar el gas disponible es, en cada circunstancia, un caso especial: Si la fábrica de coke está anexa de una usina siderúrgica, vale mas calentar los hornos de coke con gas pobre i reservar el gas rico, de 4,000 calorías, para usos importantes, es decir, alimentacion de hornos que necesitan un régimen de temperaturas elevadas. Si la fábrica de coke forma parte de una carbonera, es preferible destinar

el gas, siempre que sea posible, a usos domésticos, o bien emplearlo en la producción de fuerza motriz. Se dispone entonces efectivamente de 8 a 10 Kw-h. por tonelada de coque fabricado por 24 horas.

Por ejemplo, una fábrica de coque que produce 300 toneladas cada 24 horas (instalación de 75 hornos) puede distribuir de 2,400 a 3,000 Kw-h. utilizando motores de gas.

CLASIFICACION METÓDICA DE LOS COMBUSTIBLES SEGUN SU TAMAÑO

Dice M. Gruner, en su memoria al Comité Consultor de Artes i Manufacturas, que es una condición esencial para la buena utilización de los combustibles en las parrillas de los generadores, de estar clasificados metódicamente según su tamaño. El eminente vice-presidente del Comité de Hulleras de Francia, agrega: «Estas clasificaciones han sido, después de varios años, llevadas muy lejos en los Estados Unidos. Así, gracias a la adopción de parrillas especialmente adaptadas a la combustión metódica de una antracita muy menuda, pero muy bien clasificada, los inmensos desechos anteriormente constituidos en las minas de Pensylvania, han podido ser, durante algunos años, recojidos, lavados, clasificados i vendidos con gran beneficio.»

Se llega así a una utilización posible de carbones *cuarto graso* (1) i antracitosos de las lignitas menudas, botadas durante largo tiempo en los desmontes.

ENRIQUECIMIENTO DE LOS COMBUSTIBLES SUCIOS POR EL LAVADO

Esta cuestión ofrece un interés triple, a saber:

- A) Economía de los gastos en transporte.
- B) Disminución de los carboncillos (2).
- C) Reducción de los fogoneros.

¿Qué es lo que se dice a este respecto en la Memoria de M. Gruner?

Con el aumento considerable de las tarifas ferroviarias, la ventaja de no transportar sino combustibles desembarazados del 8 al 12% de piedras se traduce inmediatamente en una economía del 10% del precio de los transportes.

Estos combustibles queman más regularmente. También es evidente que se hace posible reducir el número de fogoneros i que, el abrir menos frecuentemente de las puertas del hogar, i la limpieza más espaciada de

(1) Sabemos que en la clasificación de hullas se distinguen: hullas magras, hullas grasas, semi-grasas i cuarto-grasas.—N. del T.

(2) NOTA DEL TRADUCTOR: He empleado el jiro «carboncillo» por ser de uso corriente en el país para designar aquel carbon no quemado que por su tamaño pasa a través de las parrillas i queda mezclado con las cenizas. E. N. A.

las parrillas tienen por consecuencia una economía inmediata de combustible.

En general, las industrias que no están próximas a una hullera economizarían del 15 al 20% no usando sino carbones lavados.

Así se pone en evidencia, una vez más, todo el interés que hay en el lavado del carbón.

Creemos que luego se llevarán a cabo progresos considerables en el lavado del carbón. Existen en Francia varios lavaderos anticuados. Se trata de lavaderos de pistón, se podía lavar solamente a partir de 3-4 mm., pero también por debajo de 1 mm. i para esto había que quitar el polvo al carbón bruto con un clasificado-aéreo. Empleando un rheolavador Fives-Lille o Trottier, no hay necesidad de efectuar esta última operación. Es preciso también tomar en cuenta a favor de estos últimos sistemas la simplicidad, la economía de mano de obra, de fuerza motriz, que no presentan los antiguos «jigs» de pistones. Como documentación al respecto conviene consultar el estudio de M. Dinoire sobre los resultados obtenidos en las minas de Lens con rheolavadores Fives-Lille (*Bulletin de l'Industrie Minié-rale*, Octubre-Diciembre 1915).

Nosotros resumiremos brevemente esta importante publicación.

Cuando la Sociedad de Minas de Lens empezó el ensayo de los rheolavadores, se proponía utilizar un aparato que le permitiera aumentar la producción de uno de sus lavadores de capas de feldespato. Este lavador, construido para tratar 100 toneladas de carbón por hora, de 74% de 0-10 (del cual 15% de 0-1), se había preparado para tratar carbones de 82-90% de 0-10 (del cual 25% de 0-1).

El cuadro de más abajo muestra los resultados obtenidos según se empleara un rheolavador o las cajas de feldespato, permaneciendo las demás condiciones constantes:

	Cajas de feldespato	Rheolavador
Lei en cenizas finas brutas.....	14.52 %	14.95 %
Lei en cenizas finas lavadas.....	8.41 %	8.36 %
Lei en cenizas de esquistos.....	65.01 %
Rendimiento en esquistos.....	10.027%	8.728%

El rheolavador asegura, pues, un beneficio suplementario de 1 tonelada, 3 de lavados finos por 100 toneladas de finos tratados en bruto. Por otra parte, la capacidad del lavador se aumenta en 15%.

Según M. Dinoire, los rheolavadores dan siempre, principalmente con productos finos, rendimientos superiores a los obtenidos con las cajas lavadoras. Varias causas explican lo anterior:

1.º Las cajas lavadoras presentan, invariablemente en la succión al

retorno del piston arrastre de carbon en los esquistos, tanto mas acentuados cuanto mas finos son los productos en separacion.

La curva de lavabilidad indica en jeneral que los esquistos evacuados por los rheolavadores no contienen sino de 2 a 3% de carbon puro, mientras que en las cajas se halla de 10 a 15%.

2.º Se necesita una excelente clasificacion segun el volúmen de los productos ántes del lavado.

3.º Aumentan la cantidad de los productos finos en razon del principio mismo del lavado.

4.º Cuando hai en los carbones en tratamiento una gran cantidad de productos mui finos, 0-1 por ejemplo, se comprueba que estos productos se lavan parcialmente en los rheolavadores, mientras que no lo son en las cajas. En fin si no se quita el polvo la corriente de agua del colador, arrastra a los depósitos de decantacion el 0- $\frac{1}{2}$, entónces ellos son evacuados en cantidades notables con los esquistos cuando se emplean las cajas de lavado. Agreguemos ademas las siguientes observaciones:

En el curso de un ensayo, la descomposicion de lavados finos indicó la presencia de 13% de 0-1 a 21.4% de cenizas sirviendo de «bacs» de piston, en vez de 10% de 0-1 i 12.7% de cenizas empleando rheolavadores.

CH. BERTHELOT,
Injenero Civil.

(Continuará.)

Revista quincenal

Valparaiso, 29 de Julio de 1920.

COBRE EN BARRAS

La situacion del mercado de cobre Standard no ha tenido gran variacion durante la pasada quincena, i los precios despues de mejorar de £ 93.10.0 el dia 16, a £ 94.5.0 hasta el dia 27, ha vuelto a bajar a £ 92.10.0.

Ha habido mui poco negocio en el mercado de Lóndres, i no se espera un gran movimiento de compras hasta que los cambios en el Continente hayan mejorado considerablemente.

El mercado en Norte América se dice que está tranquilo i solamente se han efectuado algunas pequeñas ventas para esportacion, a pesar de haberse facilitado el negocio de esportacion por el arreglo de créditos.

Los principales productores mantienen firme su precio de 19 cents. a 19.25 cents. la libra.

Las cotizaciones recibidas de Lóndres al contado i para tres meses han sido las siguientes:

El dia 16 del presente	£ 90. 0.0	al contado i	£ 92.10.0	para tres meses
» 19 » »	90. 5.0	»	92.15.0	» » »
» 20 » »	91. 5.0	»	93.15.0	» » »
» 21 » »	90.15.0	»	93. 5.0	» » »
» 22 » »	91. 0.0	»	93. 5.0	» » »
» 23 » »	91. 5.0	»	91.15.0	» » »
» 26 » »	92. 0.0	»	94. 5.0	» » »
» 27 » »	92. 0.0	»	94. 5.0	» » »
» 28 » »	91. 0.0	»	92.10.0	» » »

Cerrando hoi 29 del presente a £ 90.15.0 al contado i £ 93.5.0 para tres meses.

No se han efectuado ventas en la costa durante la pasada quincena.

Las esportaciones de Chile hasta el 15 de Julio de 1920 ascienden a 59,148 toneladas, o sea un aumento de mas o ménos 33,725 toneladas comparado con lo esportado el año anterior en esta misma fecha.

EJES DE COBRE

Las ventas efectuadas han sido basadas sobre precios privados.

MINERALES DE COBRE

Las ventas efectuadas han sido basadas sobre nuestras cotizaciones.

COTIZACIONES EL 29 DE JULIO DE 1920 A LAS 5 P. M.

COBRE EN BARRAS:

Puesto a bordo con flete de 150/-..... Por quintal métrico
Moneda corriente \$ 156.70

EJES DE COBRE:

50% puesto a bordo con escala de 156 ctvs..... 70.99

MINERALES DE COBRE:

10% puesto a bordo con escala de 93 ctvs..... 8.30½
Standard £ 93.5.0 Cambio 11-13/32 d.

SALITRE

El mercado ha continuado en calma durante la pasada quincena i las transacciones efectuadas han sido mui limitadas.

Las huelgas en todos los puertos salitreros se han arreglado, pero los esportadores se encuentran con grandes dificultades en algunos puertos, debido a la aglomeracion de trabajo i la falta de salitre en puerto, especialmente en Iquique donde el ferrocarril, por falta de combustible i material rodante, no pueden cumplir con la demanda de equipo solicitado por los productores, quienes tienen grandes existencias listas en oficinas las que no pueden bajar a los puertos para ser embarcadas.

La única venta de salitre efectuada por la Asociacion ha sido un lote de 95% entrega Agosto 5 a 15/11. Fuera de la Asociacion entrega pronto 95% se ha colocado a 15/8 o sean 2 peniques mas que el límite fijado por la Asociacion, quien suspendió las ventas para Julio, debido a las actuales dificultades de embarque. Se ha vendido entrega Agosto a 15/9.

No hemos oido de venta de refinado durante la pasada quincena.

La Asociacion ha vendido recientemente salitre potásico en lotes mensuales comprendido desde Julio 1920 a Marzo 1921 a precios basados sobre los precios de salitre ordinario.

Lo esportado durante la primera quincena de Julio fué de 453,800 quintales comparado con 163,300 quintales que fué lo esportado durante el mismo período el año anterior.

ORO

El premio diario (compradores) de la Bolsa durante la pasada quincena fué como sigue:

El dia 16 del presente	79.70%	Cambio 21-3/8 d.
» 17 »	» 79.50%	» 21-1/8 d.
» 19 »	» 80%	» 21-33/16 d.
» 20 »	» 80%	» 21-1/2 d.
» 21 »	» 85%	» 21 d.
» 22 »	» 87.70%	» 21 d.
» 23 »	» 88%	» 20-5/8 d.
» 24 »	» 86%	» 21-1/8 d.
» 26 »	» 86%	» 20-13/16 d.
» 27 »	» 87%	» 20-7/8 d.
» 28 »	» 90.50%	» 21-1/8 d.

Cerrando hoi 30 del presente a las 5 P. M. a 94%. Cambio 21-1/2 d

CAMBIO

El cambio abrió el día 16 del presente a 11-23/32 d. quedando a este tipo hasta el 19 del presente. El día 20 del presente bajó a 11-32 d. nuevamente habiendo alcanzado el día anterior a 11-3/4 d. El día 21 abrió a 11-7/32d. para bajar al día siguiente a 10-29/32d., pero el día 23 reaccionó a 11d. subiendo a 11-3/16 d. el día 24 quedando mas o menos a este tipo hasta el 29.

El cambio cierra finalmente hoy 29 del presente a las 5 P. M. a 11-13/32d. para letras de primera clase sobre Lóndres a 90 días vista. Letras pagaderas en oro a 21-1/2 d.

El Banco de Chile jira a 11-1/16 d.

CARBON

Segun noticias recién recibidas de Estados Unidos el Gobierno de ese país ha declarado un embargo parcial de la esportacion de carbon; por consiguiente, la cantidad que se permitirá esportar va a ser mui reducida.

El mercado ha continuado mui firme habiéndose hecho varios negocios de carbon americano salida desde Agosto a Noviembre a precios que varian entre 140/- i 145/-, un cargamento en viaje fué colocado a 175/- para Arica i otro a 185/- para Valparaíso i varios lotes llegados entre 170/- i 200/-.

En carbon Australiano varios cargamentos se han colocado salidas de Julio a Febrero próximo entre 147/- i 155/-, i por lotes llegados se ha pagado hasta 175/-.

Cotizamos Americano de 180/- a 145/-, Australiano de 150/- a 175-, i nacional nominal segun puertos, marcas i fechas de entregas.

PLATA EN BARRAS

Las cotizaciones recibidas de Lóndres han sido de 56 d.

Cotizamos la plata agría a \$ 35.90 por marco o \$ 156.09 por kilogramo fino puesto a bordo con cambio de 11-13/32 d.



Química analítica

(Continuacion)

En 1906, en el Perú se encontró una capa gruesa de un mineral constituido por sulfuro de vanadio en mezcla con azufre i betun.

Los demas minerales de vanadio como la vanadinita (vanadiato de plomo i cloruro de plomo) son bastante escasos. En cantidades mui pequeñas existe el vanadio en diferentes minerales de fierro, arcillas, etc.

El anhídrido vanádico se ha encontrado en cenizas de ciertas hullas sudamericanas i a veces hasta en cantidades notables (38%).

Los minerales de vanadio son mui buscados a causa de su gran empleo en la metalurgia del fierro, por cuanto le comunican a éste mayor ductibilidad i tenacidad.

Vanadiatos alcalinos son empleados en tintorería por la gran facilidad del ácido vanádico de desoxidarse i volver oxidarse en seguida.

Los compuestos del vanadio tienen por su composicion química gran semejanza con los compuestos del fósforo, arsénico i antimonio. Hai diferentes óxidos de vanadio de los cuales el anhídrido vanádico es el mas importante i el mas estable (V_2O_5). Así todos los óxidos inferiores como el VO, V_2O_4 , calcinados al aire o sometidos a la accion de reactivos oxidantes orijinan anhídrido vanádico. Por esta razon para caracterizar analíticamente los compuestos del vanadio se hace referencia a este anhídrido que es un polvo amarillo o amarillo rojizo poco soluble en agua, pero soluble en ácidos concentrados i calientes. Tambien es soluble en lejías alcalinas orijinando entónces los vanadiatos correspondientes. De los vanadiatos alcalinos los mas estables son los metavanadiatos ($M'VO_3$) en que M' representa al metal alcalino, que se obtienen tambien por fusion de vanadiatos insolubles con soda o potasa.

Todos los vanadiatos alcalinos son solubles en agua, mientras los vanadiatos de metales pesados son casi todos insolubles en este líquido, pero solubles en HNO_3 i corresponden por su composicion al ácido ortovanádico H_3VO_4 .

Caractéres analíticos de las disoluciones ácidas de anhídrido vanádico.—

La solucion sulfúrica toma color azul en presencia de granallas de zinc; añadiendo en seguida potasa a la disolucion se forma un precipitado rojo pardusco. La coloracion azul es debida a la reduccion del anhídrido vanádico.

Con hidrógeno sulfurado la solución toma color azul i se precipita azufre, pero no sulfuro de vanadio.

Con sulfuro amarillo de amonio, despues de haber agregado previamente amoniaco hasta reaccion alcalina se produce un líquido rojizo pardo debido a la formacion de una sulfosal de vanadio (sulfovanadiato de amonio). Neutralizando este líquido por un ácido se forma un precipitado pardo de pentasulfuro de vanadio, soluble en agua rejia.

Cuando a la disolucion de un vanadiato alcalino en ácido nítrico diluido se agrega agua oxigenada toma ésta un color rojo intenso debido a la formacion de un peróxido de vanadio.

Las disoluciones neutras de vanadiatos alcalinos dan con tanino un precipitado negro.

Los diversos óxidos de vanadio comunican a las perlas de bórax o de sal de fósforo un color amarillo mas o ménos intenso en la llama de oxidacion, mientras que en la llama de reduccion dan coloracion verde.

Como el hidrógeno sulfurado i el sulfuro amarillo de amonio $S_n(NH_4)_2$ no precipitan las soluciones de vanadiatos o de ácido vanádico, es preciso emplear métodos especiales para conseguir la separacion del vanadio. Los métodos usados para efectuar esta separacion varian segun los cuerpos que acompañan a los compuestos del vanadio.

Tungsteno o Wolfram.—W.

P. a. = 184

Los minerales de wolfram son:

La *scheelita*, que es un wolframato cálcico: WO_4Ca .

El *wolfram*, wolframato doble de fierro i manganeso de la fórmula $WO_4(Fe, Mn)$; en que el fierro i el manganeso pueden reemplazarse mutuamente.

Estos minerales son escasos, el wolfram jeneralmente acompaña a la casiterita.

El wolfram se emplea en la fabricacion del fierro-tungsteno, pues adicionado al acero le comunica gran dureza.

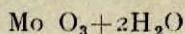
El tungsteno tiene una valencia que varia de 2 a 6.

Se conocen varios óxidos i sulfuros: el mas importante de los primeros es el anhídrido tungstico WO_3 (hexavalente); polvo amarillo insoluble en agua i en ácidos, fácilmente soluble en las bases alcalinas, orijinando los tungstatos correspondientes.

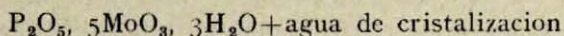
Acidulando con ácido clorhídrico la disolucion de estos tungstatos i calentando en seguida hasta la ebullicion se separa un polvo amorfo amarillento que corresponde al hidrato de tungsteno $WO_3 \cdot H_2O$. Por calcinacion pierde agua i vuelve al estado de anhídrido.

polvo que al calor rojo se funde i vaporiza se produce en la tuesta de los sulfuros de molibdeno.

El anhídrido molíbdico se disuelve poco en agua; pero es fácilmente soluble en ácidos i principalmente en los álcalis (amoníaco). Su solución en estos últimos contiene los molibdatos correspondientes. Estas soluciones se pueden precipitar mediante los ácidos separándose entónces un hidrato blanco, jelatinoso, soluble en ácido clorhídrico i ácido nítrico. Cuando se conserva por algun tiempo la solución nítrica de este hidrato o del anhídrido molíbdico, se separa una masa amarilla, cristalina e insoluble en ácido nítrico. Su composición corresponde a la fórmula:



El ácido molíbdico se combina fácilmente con algunos otros ácidos tales como los ácidos: *fosfórico*, *arsénico* i *silísico* orijinando ácidos complejos. Así por ejemplo se disuelve en el ácido fosfórico dando las siguientes combinaciones:



o bien. $\text{P}_2\text{O}_5, 24\text{MoO}_3, 3\text{H}_2\text{O} + \text{agua de cristalización}$.

Estos ácidos complejos orijinan fosfomolibdatos, de los cuales los de amonio son insolubles en ácido nítrico.

CARACTÉRES ANALÍTICOS DE LOS COMPUESTOS MOLÍBDICOS

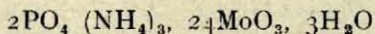
El hidrógeno sulfurado.—Cuando se trata alguna solución ácida de compuestos molíbdicos con hidrógeno sulfurado se obtiene una coloración azulada o verdosa que despues se pone parda. En seguida se precipita el sulfuro de molibdeno que es de color pardo i soluble en sulfuro amarillo de amonio. La solución también tiene la misma coloración.

La precipitación completa del sulfuro de molibdeno demora mucho tiempo cuando se hace en frio; por eso conviene hacerla en caliente, para apurarla. El líquido conserva la coloración verde o azul despues de la precipitación del sulfuro de molibdeno.

El sulfuro amarillo de amonio.—El sulfuro amarillo de amonio produce en soluciones alcalinas o amoniacaes, una coloración amarilla en frio i de color rojo intenso en caliente, debido a la formación de una sulfosal soluble. Acidulando despues se forma el trisulfuro de molibdeno MoS_3 , que se precipita. El calor favorece la descomposición de la sulfosal por el ácido.

Los ácidos clorhídrico, nítrico i sulfúrico precipitan las soluciones alcalinas o neutras orijinando un precipitado blanco jelatinoso, soluble en un exceso de ácido.

El fosfato sódico ($PO_4 Na_2H$) *i ácido fosfórico*.—Si se agrega amoníaco a la disolución de un molibdato se produce un precipitado blanco que vuelve a desaparecer cuando se añade un exceso de ácido nítrico. Si en seguida se añade a esta disolución pequeñas cantidades de ácido fosfórico o de un fosfato alcalino se obtiene una coloración amarillenta i al calentar se separa un precipitado amarillo cristalino de fosfo-molibdato de amonio. Este precipitado obtenido a 40° i en seguida secado a 100° corresponde a la fórmula:



Este precipitado es muy soluble en amoníaco i también en el ácido fosfórico. La composición de él no es fija i varía según las condiciones en que se consigue su formación. Por este motivo el ácido fosfórico no sirve para la determinación cuantitativa directa del ácido molibdico.

Si en vez del ácido fosfórico o de un fosfato alcalino se usan los compuestos correspondientes del arsénico, se obtiene también un precipitado amarillo de arseno-molibdato de amonio.

Al agregar a una solución clorhídrica de un molibdato o del ácido molibdico un poco de zinc o de estaño se producen óxidos inferiores. La solución toma color azul, después verde i por fin se pone parda. Si a la solución parda se agrega sulfocianuro potásico la coloración de ésta cambia a rojo.

Este color rojo también se obtiene cuando se agrega sulfocianuro potásico a la solución clorhídrica de un compuesto de molibdeno i se sumerge en ella una lámina de zinc. Cuando se ajita éter sulfúrico con una parte de la solución roja, toma éste un color amarillo que pronto vuelve al rojo por la acción del aire (esta reacción es muy sensible).

Los óxidos i sulfuros de molibdeno calentados sobre el carbón dan en la llama oxidante una pegadura blanca en frío i amarilla en caliente. En la llama de reducción dan un grano gris de molibdeno.

Los compuestos de molibdeno comunican a la perla de bórax una coloración parda en la llama de reducción. Esta coloración desaparece completamente o sólo conserva un tinte amarillo en la llama de oxidación. La perla de sal de fósforo toma en iguales condiciones una coloración verde en la llama de reducción que casi desaparece en la llama de oxidación.

Selenio = Se

P. a. = 79.2

En pequeñas cantidades se encuentra este elemento en pirritas i galeñas. El empleo de tales pirritas en la fabricación del ácido sulfúrico explica la existencia del selenio i de sus compuestos en el tango de las cámaras de plomo.

El mineral mas rico del selenio i que mui raras veces se ha encontrado se llama *sorgita* i corresponde a un seleniuro doble de plomo i cobre.

CARACTÉRES ANALÍTICOS

Para obtener el selenio se atacan por agua rejia los minerales que contienen sus compuestos; la solucion se evapora a sequedad, en seguida se hace hervir el residuo seco con ácido clorhídrico mezclado con disolucion de cloruro sódico. Así se obtiene selenito sódico cuya disolucion se diluye en agua, para hacer pasar por ella una corriente de hidrójeno sulfurado. Se obtiene entónces un sulfuro de selenio, SeS_2 , de color amarillo i soluble en sulfuro amarillo de amonio; es poco estable i fácilmente se descompone orijinando una mezcla de selenio i azufre que tiene color rojo.

En lugar del hidrójeno sulfurado puede emplearse anhídrido sulfuroso, i entónces se obtiene selenio de color rojo oscuro. Cuando se calienta el selenio o sus compuestos sobre el carbono i se emplea la llama reductora prodúcese una pegadura roja i un humo que huele a rábano podrido; la llama de oxidacion toma coloracion azul.

Urano = U

P. a. = 238.5

Se encuentra en algunos minerales mui escasos, por ejemplo, en la *pechblend*a que se compone principalmente del óxido de urano U_3O_8 .

Los minerales de urano contienen jeneralmente indicios de radio i por este motivo tienen gran valor. Los compuestos del urano son usados en fotografía, en la fabricacion de vidrios de color i esmaltes, en química analítica (p. ej. en la determinacion del fósforo).

El urano forma un gran número de óxidos, tales como: UO , U_2O_3 , U_3O_4 , U_3O_8 , etc. En las sales uranosas el urano es tetravalente, i en las sales uránicas debe existir el radical uranilo UO_2 , que es bivalente. Las sales uránicas son las más estables i se orijinan fácilmente por la oxidacion de las sales uranosas. Mayor interes analítico tienen por esta razon las reacciones de las sales uránicas. Estas reacciones son las siguientes:

El hidrójeno sulfurado.—No las precipita en disolucion neutra ni en disolucion ácida.

El sulfuro amarillo de amonio.—Los compuestos del urano dan con este reactivo, pero mui lentamente, un precipitado pardo negruzco. La presencia de cloruro amónico favorece la formacion de dicho precipitado que se disuelve con facilidad en ácidos.

El fosfato de sodio.—Orija un precipitado amarillento de fosfato de uranilo. El ortofosfato de uranilo de la fórmula $(\text{UO}_2)''\text{HPO}_4$ es so-

luble en ácidos fuertes e insoluble en ácido acético. El calor favorece la formación del precipitado amarillento.

La potasa cáustica o tambien amoníaco.—Dan un precipitado anaranjado o amarillo, que es insoluble en un exceso de reactivo.

El agua oxijenada.—Orijina un precipitado blanco amarillento soluble en carbonato de amonio dando en este caso una solución de color amarillo vivo. El precipitado es soluble en ácido clorhídrico.

Las perlas.—De sal de fósforo i bórax dan las mismas coloraciones:

llama oxidante.....	verde amarillento
llama reductora.....	verde

La presencia de fierro impide el reconocimiento del urano mediante las perlas.

3.—Reactivos empleados en forma de disoluciones.

Estas se preparan en las siguientes proporciones: El disolvente es agua sino hay otra indicación.

- | | |
|----------------------------------|--|
| 1.—Acetato de plomo..... | 1 : 9 (una parte de sal mas nueve partes de agua). |
| 2.—Acetato sódico..... | 1 : 4. |
| 3.—Acido clorhídrico diluido.... | 1 volúmen de HCl. conc. mas 3 volúmenes de agua. |
| 4.—Acido nítrico diluido..... | 1 volúmen de HNO ³ conc. mas 2 volúmenes de agua. |
| 5.—Acido sulfúrico diluido..... | 1 volúmen de H ² SO ⁴ conc. mas 5 volúmenes de agua. |
| 6.—Agua de barita..... | Disolución saturada de hidróxido bórico. |
| 7.—Agua de bromo..... | Disolución acuosa saturada. |
| 8.—Agua de cal..... | Disolución acuosa saturada de Ca (OH) ² |
| 9.—Agua de cloro..... | Disolución acuosa saturada. |
| 10.—Amoníaco diluido..... | 1 volúmen de NH ³ Conc. mas 1 volúmen de agua. |
| 11.—Carbonato de amonio..... | Se disuelve una parte de sal en una mezcla de tres partes de agua mas una parte de amoníaco diluido. |
| 12.—Carbonato potásico..... | 1 : 4. |
| 13.—Carbonato de sodio..... | 1 : 4. |
| 14.—Cianuro potásico..... | 1 : 4 (se prepara en corta cantidad porque se altera fácilmente). |
| 15.—Cloruro de amonio..... | 1 : 9. |
| 16.—Cloruro de bario..... | 1 : 19. |

- 17.—Cloruro de calcio..... Una parte de sal cristalizada mas nueve partes de agua.
- 18.—Cloruro estañoso..... Se funde estaño metálico en una cápsula de porcelana i se deja enfriar ajitándola continuamente; de esta manera se óbtiene un polvo que se ataca con HCl conc. en caliente i durante un largo tiempo. En seguida se deja enfriar i se diluye con cuatro partes de agua i un poco de HCl, se filtra. La disolucion se conserva en un frasco en cuyo fondo haya estaño metálico a fin de impedir la formacion de cloruro estánico.
- 19.—Cloruro férrico..... 1 : 19.
- 20.—Cloruro platínico..... 1 : 19.
- 21.—Cloruro mercúrico..... 1 : 19.
- 22.—Cromato potásico..... 1 : 19.
- 23.—Disolucion de añil..... Una parte de añil se disuelve por pequeñas porciones en seis partes de ácido sulfúrico fumante evitando la elevacion de temperatura. Despues de dos dias se diluye esta disolucion en 150 partes de agua, ajitándola continuamente, se deja enfriar i se filtra.
- 24.—Disolucion nítrica de molibdato de amonio..... Se disuelven 30 gramos de molibdato de amonio en 200 cc. de agua tibia, se filtra i se añade al líquido 200 cc. de ácido nítrico de densidad 1,20; se deja depositar algunos dias i en seguida se decanta el líquido claro.
- 25.—Ferricianuro de potasio..... 1 : 19 (se altera con el tiempo).
- 26.—Ferrocianuro de potasio..... 1 : 19.
- 27.—Fosfato sódico..... 1 : 9.
- 28.—Hidrato sódico..... 1 : 6.
- 29.—Nitroprusiato sódico..... 1 : 50 (se altera fácilmente).
- 30.—Nitrato de plata..... 1 : 19.
- 31.—Nitrato de bario..... 1 : 19.
- 32.—Nitrato de cobalto..... 1 : 19.
- 33.—Nitrato mercurioso..... Se disuelve una parte de sal cristalizada en una mezcla de ocho partes de agua i una parte de ácido nítrico concen-

- trado. La disolucion se conserva en un frasco en cuyo fondo se mantiene algo de mercurio metálico.
- 34.—Nitrito potásico..... I : 2 se altera.
- 35.—Oxalato de amonio..... I : 19.
- 36.—Papel tornasol..... Se disuelve en frio una parte de tornasol en seis de agua i se filtra. El líquido azul se divide en dos partes: con ácido sulfúrico diluido se enrojece una de las partes i se mezcla con la otra. En este líquido de color azul violado se introducen tiras de papel de filtro que se dejan secar al aire.
Para preparar el papel de tornasol rojo, se enrojece una parte de la tintura anterior con ácido sulfúrico i con ella se tiñe el papel de filtro.
- 37.—Agua de yeso..... Disolucion saturada de Ca SO^4 .
- 38.—Sulfato cúprico..... I : 9.
- 39.—Sulfato magnésico..... I : 9.
- 40.—Sulfocianuro potásico..... I : 19.
- 41.—Súlfuro amarillo de amonio.. (Véase marcha sistemática para el reconocimiento de los metales mas comunes).
El súlfuro incoloro de amonio se prepara saturando tres partes en volúmen de amoníaco con hidrójeno sulfurado i agregando en seguida dos partes mas de amoníaco.
Este líquido se conserva en frascos bien tapados. Recien preparado es incoloro volviéndose amarillo por la accion del aire.
- 42.—Yoduro potásico..... I : 9.

Se puede indicar como obra de consulta sobre reactivos químicos la del Dr. Krauch «*Exámen de la pureza de los reactivos químicos*» traducida por Mascareñas.

Fórmula importante.—Para preparar con disoluciones de densidad conocida otras mas diluidas se emplea la siguiente fórmula:

$$x = \frac{d' - 1}{d - 1} \cdot v$$

que permite determinar el volúmen x . que se debe tomar de una mezcla líquida de densidad d . si se desea preparar un volúmen v . de la misma mezcla, pero de densidad inferior d' .

Ejemplo.—Se tiene ácido nítrico de densidad $d=1.3$ de éste se quiere obtener un volúmen $v=300$ cc. pero de densidad $d'=1.2$. Aplicando la fórmula anterior se tiene:

$$x = 300. \frac{1.2-1}{1.3-1} = 200 \text{ cc.}$$

de aquí se deduce que debemos tomar 200 cc. de ácido nítrico i agregar agua hasta obtener los 300 cc. que se necesitan.

4.—Disgregacion.

Se designa con este nombre a la operacion que consiste en hacer soluble una sustancia tanto cuando ella se presenta insoluble en agua como en los ácidos.

Por ejemplo, si el cuerpo por ensayar corresponde a un cloruro, bromuro o yoduro de plata, se puede tratar con ácido sulfúrico diluido i granallas de zinc, entónces, el hidrógeno al estado naciente que se desprende, descompone los compuestos arjentíferos con separacion de plata metálica i formacion de ácido clorhídrico, bromhídrico o yodhídrico. Después de filtrar, los ácidos se evidencian en la disolucion, i la plata en el residuo.

DISGREGACION DE CIANUROS, FERROCIANUROS I FERRICIANUROS

Se tratan estas sales mediante una disolucion acuosa de hidróxido sódico. Primeramente en frio, después se decanta la disolucion clara i el residuo se hace hervir con una nueva porcion de lejía. De esta manera se obtienen dos clases de disoluciones: una preparada en frio i la otra en caliente. En la primera pueden existir los ácidos ferro i ferricianhídricos i en la segunda solo el ácido ferrocianhídrico. Los cianuros son descompuestos por trasformacion del ácido cianhídrico i por esta razon éste no puede existir en las disoluciones.

Cuando el cianuro contiene un metal cuyo hidróxido es soluble en la lejía, entónces puede existir éste en las disoluciones i debe ser separado

mediante el carbonato de amonio, ántes de someter tales disoluciones al análisis. Como ejemplo podemos citar los hidróxidos de aluminio i de zinc.

La parte insoluble en las lejías contiene las bases que estaban combinadas dentro de los cianuros. Para analizarlas se disuelve esta parte en ácido nítrico.

DISGREGACION MEDIANTE EL CARBONATO SÓDICO

Consiste en la fusion de la sustancia con carbonato sódico. Jeneralmente se mezclan cinco partes en peso de este reactivo con una parte de la sustancia por disgregar. Mejor que el carbonato sódico es una mezcla en volúmenes iguales de carbonato sódico i carbonato potásico; tres a cuatro partes de esta mezcla bastan para disgregar una parte de la sustancia. La sustancia por disgregar debe hallarse en forma de polvo finísimo.

No se deben emplear crisoles de platino para efectuar esta operación cuando de la sustancia se separa fácilmente plomo, estaño, bismuto, arsénico, antimonio, fósforo o fosfuros, mercurio i plata. Tampoco se debe fundir en tales crisoles cianuro potásico, hidróxidos alcalinos i sustancias que desarrollan cloro, bromo o iodo. Además, estos crisoles deben calentarse sólo en la llama incolora del mechero de Bunsen.

Esta clase de disgregacion sirve para ciertos sulfatos como el de bario, el de estroncio; se puede agregar el sulfato de calcio que es algo soluble en bastante cantidad de agua. Cuando se trata del sulfato de plomo hai que usar crisol de porcelana. Sirve tambien este método para descomponer cloruros, bromuros, yoduros, fosfatos i algunos otros compuestos insolubles. Al fundir estos compuestos con soda se producen los carbonatos u óxidos de los metales existentes en la sustancia. A veces se forman tambien los metales mismos. Los ácidos existentes en la sustancia se trasforman en las sales sódicas correspondientes, i como éstas son solubles, se encuentran en la disolucion acuosa, mientras que el residuo contiene los compuestos metálicos mencionados. Siendo la sustancia el cloruro de plata, por ejemplo, se produce cloruro sódico que se disuelve, i plata que queda en el residuo. Tratando este residuo con ácido nítrico caliente se produce su disolucion.

En la disgregacion de silicatos el ácido silícico se transforma en un silicato alcalino, es decir, en un vidrio soluble. Los metales existentes en los silicatos se convierten en óxidos, carbonatos i a veces quedan tambien como metales libres.

En este caso conviene tratar la masa fundida i fria con agua caliente a la cual se agrega poco a poco ácido clorhídrico. El vidrio soluble es descompuesto entónces con formacion de ácido silícico i de cloruro alcalino. En cloruros se trasforman tambien los compuestos metálicos. La di

solucion clorhídrica se evapora despues i cuando queda un residuo completamente seco, se humedece con ácido clorhídrico concentrado.

Conviene evaporar a sequedad por segunda vez i repetir el tratamiento con ácido clorhídrico. En seguida se evapora a sequedad i se mantiene la cápsula con el residuo seco sobre el baño-maria por espacio de algunas horas. Esta desecacion tiene por objeto la deshidratacion completa del ácido silícico que de esta manera se trasforma en anhídrido silícico, insoluble. El mismo resultado se obtiene calentando la cápsula con el residuo seco a 120° durante media hora. Despues se trata el residuo en caliente con ácido clorhídrico, se agrega agua i se filtra. Sobre el filtro queda entónces la sílice i en la disolucion pasan los metales en forma de cloruros.

En caso que la sustancia contenga metales cuyos cloruros son insolubles, es preciso usar el ácido nítrico en vez del ácido clorhídrico para disolver la masa fundida.

En la disgregacion del bióxido de estaño se emplea una mezcla de cuatro partes de soda i una parte de hidróxido sódico. Esta mezcla se funde bien con el bióxido de estaño i la masa fundida se trata en seguida con agua en la cual se disuelve todo el estaño en forma de estanato sódico. La fusion se efectua en crisol de porcelana.

DISGREGACION MEDIANTE EL BISULFATO POTÁSICO

Consiste este procedimiento en la fusion de la sustancia por disgregar con seis a siete veces su peso de bisulfato de potasio. La fusion se efectúa como la fusion con soda; pero la sustancia debe hallarse en partículas mas finas aun que en el caso anterior. Al principio no se emplea una temperatura demasiado alta; pero cuando la masa fundida queda bien tranquila dentro del crisol, se aumenta la temperatura al rojo i se mantiene ésta durante unos diez minutos, despues se deja enfriar i se trata la masa con agua.

Esta clase de disgregacion se emplea principalmente para el cromito de fierro (hierro cromado) i para aluminatos. El bisulfato se descompone a la temperatura del rojo con formacion de anhídrido sulfúrico que trasforma los metales en sulfatos. Al tratar la masa fundida con agua, quedan en el residuo los sulfatos insolubles, como los alcalino-térreos, los que finalmente deben disgregarse con soda o potasa.

DISGREGACION MEDIANTE EL ÁCIDO FLUORHÍDRICO

Se emplea principalmente para la disgregacion de silicatos, cuando se quiere determinar los metales alcalinos existentes en ellos. La disgregacion se efectúa en una cápsula de platino, i se vierte sobre el mineral finamente molido unos 5 cc. de ácido fluorhídrico, se calienta algo al aire libre i se remueve de vez en cuando con un alambre de platino. Despues

se añade poco a poco 5 a 10 cc. de ácido sulfúrico diluido 1 : 2. Se evapora primero al baño-maría i por fin, cuando el líquido esté algo espeso, se evapora al baño de arena. Esta evaporacion debe efectuarse al aire libre por ser mui nocivos los vapores de ácido fluorhídrico. Se evapora a sequedad i el residuo seco se trata en caliente con ácido clorhídrico diluido. En la disolucion se encuentran entónces los metales en forma de cloruros, miéntras en el residuo se hallan los metales cuyos sulfatos son insolubles.

La sílice ha sido eliminada en forma de tetrafluoruro de silicio.

DISGREGACION MEDIANTE UNA CORRIENTE DE CLORO COMPLETAMENTE SECO

El cobre gris i algunos otros sulfuros semejantes son disgregados calentándolos en una corriente de cloro. El mineral debe hallarse bien pulverizado i la operacion se efectúa en un tubo de vidrio fusible que tiene en su parte central una esfera.

En esta esfera se coloca el mineral i uno de los extremos del tubo se pone en comunicacion con un aparato productor de cloro. Es necesario intercalar previamente entre estos dos aparatos un dispositivo que permita secar completamente al cloro; conseguido esto, se le conduce por el tubo, calentando al mismo tiempo la esfera al rojo.

Los sulfuros se trasforman en cloruros i como entre éstos hai varios fácilmente volátiles, es posible recojerlos en un tubo en forma de «U» con agua o con ácido clorhídrico i que se halle en comunicacion con el extremo libre del tubo con esfera. Los cloruros que se recojen de esta manera son por ejemplo, los de arsénico, antimonio i mercurio. En la esfera se quedan como no volátiles los cloruros de plata, plomo, cobre i zinc. El fierro produce cloruros parcialmente volátiles i por esta razon este metal se encuentra en parte en la esfera i en parte en el tubo en «U».

5.—Reconocimiento de los ácidos.

I.—RECONOCIMIENTO DE UN SOLO ÁCIDO EXISTENTE EN UNA SUSTANCIA SOLUBLE EN AGUA

Algunos ácidos se evidencian ya en la investigacion de los metales. (Véase «Marcha Sistemática», tercer grupo).*

La investigacion se hace mediante dos reactivos: el *cloruro de bario* i el *nitrate de plata*.

Se pueden clasificar los ácidos mas importantes en cuatro grupos. Es necesario que ellos i sus sales se encuentren en disolucion neutra. Algo de la disolucion primitiva se guarda i el resto se neutraliza en caso que sea

necesario, usando para esta operacion o una lejía alcalina, amoníaco o un ácido mineral. Como este último no se puede investigar en la disolucion neutralizada por él, conviene dividir la disolucion primitiva en dos porciones i neutralizar una por el ácido clorhídrico (DISOLUCION «A»), i la otra porcion, por el ácido nítrico (DISOLUCION «B»). La primera se emplea para el reconocimiento del ácido nítrico i la segunda para el reconocimiento de los demas ácidos.

Conviene ademas trasformar las sales metálicas en alcalinas mediante el carbonato sódico. Con este fin se toma una pequeña porcion de disolucion «A» o «B» i se agrega soda. En caso que se forme precipitado se trata el resto de las dos disoluciones como la pequeña porcion. Se filtra i se somete el líquido a la investigacion despues de haberlo neutralizado de nuevo.

Como en la disolucion a la cual se ha agregado soda no se puede evidenciar el óxido carbónico, se efectúa esta determinacion en la disolucion primitiva. Basta la adicion de ácido nítrico o ácido clorhídrico para ver el desprendimiento de anhídrido carbónico, fácil de reconocer por sus propiedades, i tambien por el enturbiamiento del agua de cal o de barita.

Cuando el carbonato sódico no produce precipitado, se emplean directamente las soluciones «A» o «B» en las investigaciones.

A una pequeña porcion de disolucion «B» se añade cloruro de bario i a otra porcion se agrega nitrato de plata, i se observa si se forma precipitado i qué carácter tiene, i ahora segun el fenómeno que se produce, podemos clasificar o separar los ácidos en cuatro grupos:

Primer grupo

Pertencen a este grupo los ácidos cuyas sales solubles son precipitadas por el *cloruro de bario*; pero no por el nitrato de plata.

Tenemos en ese grupo los siguientes ácidos:

Acido sulfúrico; H_2SO_4

Acido fluorhídrico; HF

Acido hidrofluosilícico. H_2SiF_6

Segundo grupo

Los ácidos cuyas sales solubles son precipitadas por los dos reactivos. Tenemos en este grupo los siguientes ácidos:

Acido ortofosfórico H_3PO_4

Acido pirofosfórico $H_4P_2O_7$

Acido metafosfórico HPO_3

Acido nitroso: HNO^2

Acido ortosilícico: H^4SiO^4

Acido carbónico: H^2CO^3

Acido bórico	H^3BO^3	Acido oxálico	$H^2C^2O^4$
Acido arsenioso	H^3AsO^3	Acido sulfuroso:	H^2SO^3
Acido arsénico	H^3AsO^4	Acido hiposulfuroso:	$H^2S^2O^3$
Acido yódico	HIO^3		

Tercer grupo

Los ácidos cuyas sales son precipitadas por el *nitrate de plata* solamente. Se clasifican en este grupo los siguientes ácidos:

Acido sulfhídrico	H^2S .
Acido cianhídrico	HCN .
Acido clorhídrico	HCl .
Acido bromhídrico	HBr .
Acido yodhídrico	HI .

Cuarto grupo

Pertenece a este grupo los ácidos cuyas sales no son precipitadas por ninguno de los dos reactivos.

Estos son:

Acido clórico:	$HClO^3$
Acido perclórico:	$HClO^4$
Acido nítrico:	HNO^3

RECONOCIMIENTO DEL ÁCIDO NÍTRICO EN DISOLUCIONES QUE NO CONTIENEN ÁCIDO NITROSO O NITRITOS

1.º Una porción de la disolución «A» se evapora a sequedad i se agrega ácido sulfúrico i virutas de cobre, en seguida se calienta. El desprendimiento de vapores rutilantes indica la presencia del ácido nítrico.

2.º Otra porción de la Disolución «A» se evapora a sequedad, se disuelve el residuo en corta cantidad de agua, se añade ácido sulfúrico concentrado se deja enfriar i con cuidado se agrega algo de una disolución acuosa i saturada de sulfato ferroso. Un anillo de color rojo hasta pardo debe formarse en caso que se encuentre el ácido nítrico en la disolución.

No habiendo preparado la disolución «A» se toma la primitiva.

RECONOCIMIENTOS ESPECIALES

Primer grupo.—De los precipitados debido al cloruro de bario, el sulfato de bario es de color blanco i es insoluble en ácido clorhídrico. El fluoruro de bario tambien es blanco, pero es soluble en ácido clorhídrico. En este ácido se disuelve algo el fluosilicato bárico de color blanco. Ademas se pueden someter estos precipitados a los reconocimientos preliminares.

Segundo grupo.—Los precipitados debidos al cloruro de bario son blancos.

Blancos son tambien los precipitados debidos al nitrato de plata correspondientes a los siguientes ácidos: *yódico, bórico, nitroso, carbónico, oxálico, sulfuroso, hiposulfuroso, pirofosfórico, i metafosfórico.*

Amarillos son los precipitados debidos a los ácidos: arsenioso, silícico i ortofosfórico.

Rojo oscuro es el precipitado debido al ácido arsénico.

Acido yódico.—Agregando a una corta cantidad de la disolucion «A» yoduro de potasio i ácido acético, debe separarse yodo.

Acido bórico.—A una porcion de la Disolucion «A» se agrega una pequeña cantidad de ácido clorhídrico i en seguida se sumerje una cinta de papel de cúrcuma. Al secarse el papel toma color rojo i humedeciéndolo despues con una disolucion de hidróxido sódico debe tomar color azul o azul verdoso que desaparece cuando se sumerje de nuevo el papel en ácido clorhídrico diluido.

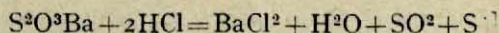
El ácido bórico se conoce tambien a la llama del mechero de Bunsen.

Acido nitroso.—Tratando los precipitados debidos a la accion de los dos reactivos, con ácido sulfúrico frio, se desprenden vapores rutilantes.

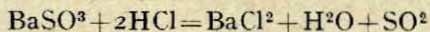
Acido carbónico i ácido oxálico.—Los precipitados que orijinan estos ácidos son solubles en ácido nítrico diluido; se observa desprendimiento de anhídrido carbónico.

Los oxalatos producen al descomponerse a alta temperatura o mediante la accion del ácido sulfúrico concentrado i caliente, anhídrido carbónico i óxido de carbono.

Acidos sulfuroso e hiposulfuroso.—Calentando los precipitados debido al cloruro de bario con ácido clorhídrico diluido se desprende anhídrido sulfuroso i se disuelve el hiposulfito de bario con separacion de azufre. La reaccion es la siguiente:



En la descomposicion de los sulfitos por el HCl no se produce azufre.



Acidos metafosfórico i pirofosfórico.—El residuo de la disolucion, o bien la sustancia mineral primitiva calentada con magnesia en un tubito cerrado por un extremo produce fosfuro de magnesio i la disolucion nítrica caliente produce con molibdato de amonio un precipitado amarillo.

El ácido metafosfórico coagula la albúmina.

Acido arsenioso.—En disolucion clorhídrica es precipitado por el hidrógeno sulfurado, en forma de sulfuro de arsénico de color amarillo.

Acido silícico.—El residuo de la disolucion obtenido por evaporacion a sequedad de ésta, o bien la sustancia mineral misma, finamente pulverizada, se puede ensayar mediante la perla de sal de fósforo (debe formarse el esqueleto de sílice).

Acido ortofosfórico.—Reconocimiento igual al de los ácidos meta i pirofosfórico. No coagula la albúmina.

Tercer grupo.—Los precipitados orijinados por el nitrato de plata son los siguientes:

- a.—Sulfuro de plata de color negro;
- b.—Cloruro i cianuro de plata de color blancos;
- c.—Bromuro de plata de color amarillento;
- d.—Yoduro de plata de color amarillo.

De estos cuatro precipitados, el último es insoluble en amoniaco; el bromuro se disuelve con cierta dificultad i los otros son fácilmente solubles.

Acido cianhídrico.—Cuando existe este ácido, la disolucion primitiva orijina un precipitado azul de Prusia con sulfato ferroso, sulfato férrico (o cloruro férrico), hidróxido de potasio i ácido clorhídrico.

Acido bromhídrico.—De la disolucion primitiva se separa bromo al agregar agua de cloro.

Acido yodhídrico.—Igual a la reaccion anterior con separacion de yodo. La solucion de bromo en sulfuro de carbono tiene color amarillo rojizo hasta amarillo; miéntras que la del yodo en este disolvente tiene color amatista. Ademas el yodo produce con el engrudo de almidon, yoduro de almidon, de color azul.

Cuarto grupo.—*Acido clórico i perclórico.*—El residuo de la evaporacion de la disolucion primitiva produce al calcinarlo sobre un trozo de carbon, oxígeno i un cloruro; esto mismo sucede si se calcina sobre el carbon la sustancia sólida primitiva.

Los cloratos i los azetatos calentados con ácido sulfúrico orijinan la descoloracion de la tintura de añil. Los percloratos no tienen esta propiedad.

II. PROCEDIMIENTO PARA RECONOCER LOS ÁCIDOS EXISTENTES EN SUSTANCIAS MINERALES, EN AUSENCIA DE COMPUESTOS ORGÁNICOS CON ESCEPCION DEL ÁCIDO OXÁLICO.

Consideraremos los principales ácidos minerales que existen en forma de compuestos en el *Reino Mineral*. De mucha importancia en esta investigacion es la disolucion de la sustancia i la separacion de los metales. Esta última operacion es necesaria para evitar equivocaciones al obtener los precipitados.

A.—*La sustancia mineral es soluble o parcialmente soluble en agua.*—En este caso la sustancia se trata en caliente con agua i la disolucion precipitada con soda se somete a la investigacion de los ácidos.

B.—*La sustancia mineral es insoluble en agua.*— En este caso se la hace hervir durante algun tiempo con una solucion concentrada de carbonato sódico; se filtra, i el filtrado se somete a la investigacion de los ácidos. En caso de que aun quede un residuo, puede éste contener ademas de los carbonatos metálicos, los sulfatos de bario, estroncio o calcio, sales arjentíferas insolubles tales como el cianuro de plata, sulfuros metálicos i cuerpos absolutamente insolubles en el agua i en los ácidos. Este residuo, lavado bien, se trata en caliente con ácido nítrico.

Si a pesar de este tratamiento todavía no se ha disuelto completamente, entónces es necesario someterlo a la disgregacion fundiéndolo con soda.

La masa fundida que resulta de la disgregacion se trata con agua caliente, se filtra i el líquido filtrado se somete a la investigacion.

La disolucion nítrica arriba obtenida se neutraliza con amoníaco, se filtra en caso que sea necesario, i se la somete a la investigacion de los ácidos.

C.—Cuando se sospecha la presencia de compuestos del cianógeno en la sustancia, conviene mas calentarla con una disolucion concentrada de hidróxido sódico a la cual se agrega enseguida carbonato sódico. Se filtra i el líquido es sometido a la investigacion, miéntras que el residuo se somete a un tratamiento análogo al seguido cuando se trató el residuo obtenido por la ebullicion de la sustancia mineral con disolucion de carbonato sódico.

De la disolucion obtenida por uno u otro método, se toma una pequeña porcion para acidularla con ácido acético. En caso que se forme un precipitado (por ejemplo, de ácido túngstico, ácido titánico, sulfuros metáli-

cos, azufre, etc.) se filtra i se conduce por el filtrado hidrógeno sulfurado. Si éste no origina precipitado, se añade en el acto al líquido, amoníaco i sulfuro amarillo de amonio.

Si tampoco estos reactivos producen precipitado alguno, se divide la disolucion en dos porciones. Una de ellas, la que se acidula con ácido clorhídrico la llamaremos *Disolucion N.º 1*, i la otra, acidulada con ácido sulfúrico se designará por *Disolucion N.º 2*.

Cuando los reactivos mencionados orijinan precipitados se trata la disolucion total como la pequeña porcion i el líquido que contiene sulfuro amarillo de amonio se divide en dos porciones, una de éstas se acidula con ácido clorhídrico (*Disolucion N.º 1*) i la otra con ácido sulfúrico (*Disolucion N.º 2*).

Las dos porciones se hacen hervir i se filtra.

I.—En una parte de la disolucion clorhídrica se evidencia la presencia del *ácido sulfúrico* por la formacion de un precipitado blanco pulverulento obtenido al agregarle cloruro de bario.

II.—Una porcion de la disolucion N.º 2 se hace acética por la adiccion del acetato sódico en bastante cantidad, conseguido esto, se diluye bien i se agrega cloruro cálcico. En caso que se forme un precipitado pueden existir en la sustancia los ácidos *oxálico* i *fluorhídrico*; entónces se filtra, se lava i se seca el precipitado para calcinarlo débilmente. De esta manera, el oxalato cálcico se trasforma en carbonato i si en la sustancia habia solamente ácido oxálico el precipitado debe disolverse completamente al tratarlo con ácido acético; pero si, efectuado este tratamiento, queda un residuo, se lo funde con bisulfato potásico i se hacen actuar los vapores sobre un tubo de vidrio completamente seco. Queda evidenciada la presencia del ácido fluorhídrico si el tubo se corroe por la accion de los vapores.

El líquido separado del oxalato i fluoruro de calcio puede contener *ácido fosfórico*. Para evidenciar la presencia de este ácido se agrega amoníaco hasta reaccion básica. En caso de existir, se observa la formacion de un precipitado blanco de fosfato tricálcico. Tambien se puede reconocer este ácido por la formacion de un precipitado cristalino de fosfató doble de magnesio i amonio obtenido cuando se agrega cloruro de amonio, amonio i sulfato de magnesio (mixture de magnesia) a una porcion de la *Disolucion N.º 1*.

Otro precipitado característico que evidencia la presencia del ácido fosfórico es el que corresponde al fosfo-molibdato de amonio, de color amarillo, que se consigue al calentar débilmente una porcion de la *Disolucion N.º 2* con disolucion nítrica de molibdato de amonio.

III.—Si al agregar nitrato de plata a una pequeña porcion de la *Disolucion N.º 2*, se forma un precipitado pueden hallarse en la sustancia *cloro*, *bromo*, *yodo*, *cianógeno* i los ácidos *ferro* i *ferricianhídrico*.

Una porcion de este precipitado se funde sobre el carbon en contacto de sulfuro de bismuto. Si se origina una pegadura roja, indica la presencia del *yodo*; si la pegadura es amarilla, corresponde al *bromo*; i si es blanca, al *cloro*.

Caso A.

INVESTIGACION EN AUSENCIA DE COMPUESTOS DEL CIANÓJENO.—Una porcion del precipitado debido al nitrato de plata se trata con amoníaco. La presencia del *yodo* se evidencia si despues de algun tiempo queda un residuo amarillento.

Primer ensaye. A una porcion de la *Disolucion N.º 2* se agrega engrudo de almidon i una gota de ácido nítrico fumante, o en lugar de éste, unos granitos de nitrito potásico. Una coloracion azul hasta negra indica la presencia del *yodo* (formacion de yoduro de almidon). En este caso conviene operar en frio, pues el yoduro de almidon es soluble.

Segundo ensaye.—Cuando en el caso anterior no se encuentra *yodo*, se agrega sulfuro de carbono i se ajita. Si despues de un momento el sulfuro de carbono toma un color amarillo a amarillo parduzco se deduce que hai *bromo* en la sustancia mineral.

Tercer ensaye.—Si se encuentra *yodo* en la sustancia, se añade a una pequeña porcion de la *Disolucion N.º 2* engrudo de almidon i en seguida agua de cloro en pequeñas cantidades hasta que desaparezca la coloracion azul; despues se añaden unas gotas mas de agua de cloro i sulfuro de carbono. Si al ajitarlo toma éste color amarillo debe existir *bromo* en la sustancia.

Cuarto ensaye.—Cuando en la sustancia mineral no se encuentra *yodo* ni *bromo*, entónces queda evidenciada la presencia del *cloro*.

Quinto ensaye—Para evidenciar la presencia del cloro al lado de bromo i yodo se evapora una porcion de la *Disolucion N.º 2* con carbonato sódico i bicromato de potasio. El residuo seco se funde i la masa fundida se reduce a partículas menudas las que se calientan despues en una retorta con ácido sulfúrico concentrado. En caso que se halle presente el *cloro* se producen vapores de color rojo oscuro, que al condensarse dan un líquido de igual color. Este es el anhídrido cloro-crómico.

Al agregar a este líquido amoníaco se forma cromato de amonio en el cual se puede fácilmente evidenciar la presencia del cromo, i así indirectamente la del *cloro*.

Quando la sustancia mineral contiene *fluor* se tiene que precipitar primero la porcion de *Disolucion N.º 2* con nitrato de plata. El precipitado se lava i se seca para fundirlo en un crisol de porcelana. Se deja enfriar i se agrega un poco de zinc i ácido sulfúrico diluido. Despues de algun

tiempo se filtra, i al filtrado se agrega carbonato sódico hasta que deje de formarse un precipitado, en seguida se filtra nuevamente i al filtrado se añade todavía algo de carbonato sódico i bicromato de potasio; se evapora a sequedad i se funde el residuo para desalojar el yodo.

La masa fundida se trata como en el caso de la ausencia del fluor.

Caso B.

INVESTIGACION EN PRESENCIA DE COMPUESTOS DEL CIANÓJENO.—La *Disolucion N.º 2* se precipita con nitrato de plata, se filtra, se lava bien i se trata el precipitado con amoníaco.

Seccion Alfa.—El precipitado se disuelve en amoníaco. Esto indica la ausencia del yodo i del ácido ferrocianhídrico. En este caso se hacen los siguientes reconocimientos:

1.º—Cuando el precipitado debido al nitrato de plata tiene color anaranjado, se agrega a una porcion de *Disolucion N.º 1*, sulfato ferroso; la formacion de un precipitado azul indica la presencia del ácido *ferricianhídrico*.

2.º—Cuando en el caso anterior se ha obtenido el precipitado azul, se filtra i al filtrado se añade cloruro férrico, algo mas de sulfato ferroso i disolucion de hidróxido sódico hasta obtener reaccion alcalina. Por fin se acidula con ácido clorhídrico. Si se obtiene un precipitado azul hai *ácido cianhídrico*. Cuando en el caso 1.º (anterior) no se ha producido el precipitado azul, se toma una porcion de *Disolucion N.º 2*, i se agrega a ella agua, cloruro férrico, sulfato ferroso, disolucion de hidróxido sódico i ácido clorhídrico en las mismas cantidades que se acaban de mencionar. Cuando se halla presente el *ácido cianhídrico* debe formarse el azul de Prusia.

3.º—La presencia de *bromo* se evidencia como ha sido indicada en *Caso A.* (segundo i tercer ensaye).

4.º—El *cloro* se evidencia al lado del *bromo* i *cianógeno* como ha sido mencionado bajo, *Caso A.* (quinto ensaye). Mediante la fusion del precipitado arjentífero son destruidos los compuestos del cianógeno.

Seccion Beta.—El precipitado no se disuelve en amoníaco. Esto indica entónces que pueden haber, fuera de los ácidos *clorhídrico*, *bromhídrico*, *cianhídrico* i *ferricianhídrico* tambien *yodo* i ácido *ferrocianhídrico*.

1.º—A una porcion de la *Disolucion N.º 1* se agrega cloruro férrico; la formacion de azul de Prusia indica la presencia del ácido *ferrocianhídrico*.

2.º—En ausencia del ácido *ferrocianhídrico* se reconoce el ácido *ferricianhídrico* segun el «Caso B, seccion Alfa 1.º» En presencia del ácido ferrocianhídrico se precipita algo de la *Disolucion N.º 2* con nitrato de plata. Se filtra, lava i se trata el precipitado con amoníaco. Se filtra nuevamente i el filtrado se acidula débilmente con ácido sulfúrico. El precipitado formado se recoge sobre un filtro i descompuesto ahí mismo con una disolucion

acuosa de cloruro sódico. Al filtrado se añade sulfato ferroso, la formación del azul de Turnbull evidencia la presencia del ácido ferricianhídrico.

3.º—En una porción de la *Disolución N.º 2* se eliminan los ácidos ferro i ferricianhídricos mediante la adición de una mezcla de sulfato ferroso i cloruro férrico; se filtra, i en el filtrado se reconoce el ácido cianhídrico segun «Sección Alfa, 2.º»

4.º—El *bromo* i el *yodo* se reconocen segun el *Caso A*, segundo i primer ensaye respectivamente, tercer ensaye. El *cloro* segun el *Caso B*, Sección Alfa 4.º

IV.—Se calienta en un tubo de ensaye sulfato ferroso con ácido sulfúrico concentrado; se deja enfriar i se añade una pequeña porción de *Disolución N.º 2*. La formación de un anillo de color rojo indica la presencia de los ácidos *nitroso* i *nítrico*.

— Para el reconocimiento del ácido *nitroso* se añade a una disolución acuosa de yoduro de potasio con un poco de engrudo de almidon, algo de la *Disolución N.º 1*. La formación de yoduro de almidon indica la presencia de ácido *nitroso*.

V.—5.º—En otra porción de *Disolución N.º 1* se sumerge una cinta de papel de cúrcuma. El papel se deja secar i toma un color rojo que cambia en azul verdoso o verde negruzco al humedecerlo con una lejía alcalina. Estas características indican la presencia del ácido *bórico* en la sustancia.

Una porción de la *Disolución N.º 2* se puede evaporar a sequedad i verter sobre el residuo una pequeña cantidad de alcohol. Al inflamarlo éste debe arder con llama amarilla de bordes verdes en caso de existir ácido *bórico*. También se puede evidenciar este ácido al espectroscopio.

VI.—6.º—Una parte de la sustancia primitiva se trata con ácido nítrico. En caso que se forme un gas se le conduce a un pequeño recipiente con agua de cal. Si ésta se pone lechosa, se encuentra presente el ácido *carbónico* en la sustancia.

PESOS ATÓMICOS INTERNACIONALES

REVISION DE 1915

Impreso con permiso de la American Chemical Society*

Nombre del Elemento	Símbolo	Peso Atómico	Nombre del Elemento	Símbolo	Peso Atómico
Aluminio	Al	27.1	Manganeso	Mn	54.93
Antimonio	Sb	120.2	Mercurio	Hg	200.6
Argon	A	39.88	Molibdeno	Mo	96.00
Arsénico	As	74.96	Neodimio	Nd	144.3
Azufre	S	32.07	Neon	Ne	20.2
Bario	Ba	137.37	Níquel	Ni	58.68
Bismuto	Bi	208.0	Níton	Nt	222.4
Boro	Bo	11.0	Nitrógeno	N	14.01
Bromo	Br	79.92	Oro	Au	197.2
Cadmio	Cd	112.40	Osmio	Os	190.9
Calcio	Ca	40.07	Oxígeno	O	16.00
Carbono	C	12.00	Paladio	Pd	106.7
Cerio	Ce	140.25	Plata	Ag	107.88
Cesio	Cs	132.81	Platino	Pt	195.2
Cloro	Cl	35.46	Plomo	Pb	207.10
Cobalto	Co	58.97	Potasio	K	39.10
Columbio	Cb	93.5	Praseodimio	Pr	140.6
Cobre	Cu	63.57	Radio	Ra	226.4
Cromo	Cr	52.00	Rodio	Rh	102.9
Dysprosio	Dy	162.5	Rubidio	Rb	85.45
Erbio	Er	167.7	Rutenio	Ru	101.7
Estaño	Sn	119.0	Samario	Sa	150.4
Estroncio	Sr	87.63	Scandio	Sc	44.1
Europio	Eu	152.0	Selenio	Se	79.2
Fierro	Fe	55.84	Silicio	Si	28.3
Fluor	F	19.0	Sodio	Na	23.00
Fósforo	P	31.04	Tántalo	Ta	181.5
Gadolinio	Gd	157.3	Talio	Tl	204.00
Galio	Ga	69.9	Terbio	Tb	159.2
Germanio	Ge	72.5	Teluro	Te	127.5
Glucinio	Gl	9.1	Thulio	Tm	168.5
Helio	He	3.99	Titano	Ti	48.1
Hidrógeno	H	1.008	Torio	Th	232.4
Holmio	Ho	163.5	Tungsteno	W	184.0
Indio	In	114.8	Uranio	U	238.5
Iodo	I	126.92	Vanadio	V	51.0
Iridio	Ir	193.1	Xenon	Xe	130.2
Krypton	Kr	82.92	Yterbio	Yb	172.0
Lantano	La	139.0	Ytrio	Yt	82.0
Litio	Li	6.94	Zinc	Zn	65.37
Lutecio	Lu	174.00	Zirconio	Zr	90.6
Magnesio	Mg	24.32			

Tratamiento hidroeléctrico de minerales de cobre (1)

(Conclusion)

II.—METODOS ELECTROLITICOS

La satisfactoria refinación electrolítica de cobre cementado, ha llamado la atención a la extracción del cobre de sus minerales que no han cedido a la refinación electrolítica de él, aunque estas dificultades no parecen insubsanables. En la refinación electrolítica se emplea un ánodo soluble. Teóricamente, no hái consumo de energía, ni consumo ni formación de ácidos. Usando ánodo soluble no hái dificultades serias en el procedimiento. Cuando se disuelve el cobre de sus minerales las condiciones son diferentes. El empleo de ánodo insoluble es la primera dificultad seria que se presenta. Es difícil encontrar una sustancia que además de ser un buen conductor no sea atacada durante la electrolisis. El carbon grafitado ha dado excelentes resultados con soluciones de cloruros, pero no así con las de sulfato. Para las soluciones de sulfato aun no se ha encontrado un ánodo que satisfaga completamente. De todos los peróxidos, el de plomo es el mejor para este objeto.

Los cátodos corrientemente son hojas delgadas de cobre puro. Al depositar cobre de soluciones impuras derivadas de lejías de minerales, ha sido difícil obtener un depósito regular, a menos que se tenga un cuidado considerable con la purificación del electrolito i con la regulación de la densidad de la corriente. Una depositación o germinación (sprouting) irregular del cobre precipitado puede exigir la eliminación del cátodo ántes de obtener el espesor necesario. Con un electrolito puro i una densidad de corriente baja no se presenta dificultad alguna, sobre todo si de vez en cuando se ajita el electrolito, o se remueve el cátodo. La densidad de la corriente i la naturaleza del electrolito tienen mucha influencia para la mayor pureza i mejor calidad del depósito.

Muchos de los procedimientos electrolíticos se fundan en la regeneración del disolvente durante la electrolisis. Esto exige que se mantenga separado el anolito del catolito. Se hace necesario un diafragma que dé paso a la corriente, para evitar que se mezclen las soluciones. Pocos son los materiales para los diafragmas que llenan las condiciones exigidas. Deben ser

(1) Véase Boletín N.º 254.—Junio 1920.

permeables para cargar los iones, evitar la difusion del electrolito i no llevar la corriente por conduccion metálica.

El mejor material es el asbesto, por cuanto no es fácilmente atacable por las soluciones ácidas o alcalinas. Se usa en forma de tela, papel o carton.

La densidad de la corriente afecta la eficacia de la operacion i la naturaleza del cobre depositado. No es posible usar una corriente de tension tan alta, como en la refinacion electrolítica, a causa de la impureza de la solucion.

Para obtener un depósito regular, se necesita operar con corriente de baja densidad. Las corrientes de alta densidad producen empobrecimiento de iones en los electrodos, lo que puede evitarse revolviendo el electrolito, o ajitándolo por un electrodo movible. Al aumentar la densidad de la corriente se hace menor la eficiencia de la energía.

Wilde fué uno de los primeros que depositó cobre en un cátodo con movimiento jiratorio. El aseguró una distribucion uniforme del cobre. La densidad de la corriente fué de 20 amperes por pié cuadrado. (2.2 por decímetro cuadrado).

Elmore usó poleas horizontales. La densidad de la corriente fué de 30 amperes por pié cuadrado. (3.3 por decímetro cuadrado). Copwer-Coles usó un cátodo cilíndrico, que jiraba a una velocidad de 150 a 200 piés lineales por minuto (450 a 600 metros) con una densidad de corriente de 200 amperes por pié cuadrado (22 por decímetro cuadrado). (U. S. Patent. 895,163 Agosto 4, 1908. Copwer-Coles; Greenawalt, pájs. 283 a 290).

DATOS TEÓRICOS

La depositacion de cobre de solucion cúprica durante un ampere-hora es = 1.1858 grs. de cobre.

La depositacion de cobre de solucion cuprosa durante un ampere-hora es = 2.3717 grs. de cobre.

Con 12,000 amperes-horas se depositan aproximadamente 32 libras de cobre de solucion cúprica.

Con 12,000 amperes-horas se depositan aproximadamente 64 libras de cobre de solucion cuprosa.

El voltaje teórico que se necesita para electrolizar con ánodo insoluble es:

Para sulfato cúprico 1.22 volts.

Para cloruro cúprico 1.35 volts.

Para cloruro cuproso 1.53 volts.

La producción de depósitos de cobre de soluciones con ánodos insolubles es:

$$\text{Sulfato cúprico} \frac{32}{12 \times 1,22} = 2.1429 \text{ libras por kw.-hora.}$$

$$\text{Cloruro cúprico} \frac{32}{12 \times 1.35} = 1.9364 \text{ libras por kw.-hora.}$$

$$\text{Cloruro cuproso} \frac{64}{12 \times 1.53} = 3.4174 \text{ libras por kw.-hora.}$$

DATOS ILUSTRATIVOS.—Usando solución de cloruro cuproso para precipitar cobre, con 400 amperes por 12 horas (4,800 amperes-horas) a 1.8 volts, se obtuvieron 18.2 libras de cobre depositado. Teóricamente, el depósito debería haber sido de:

$$\frac{4,800}{12,000} \times 64 = 25.6 \text{ libras de Cu.}$$

$$\text{EFICIENCIA DE LA CORRIENTE} \frac{18,2}{25,6} = 71.2\%.$$

(En la práctica es mas o menos 90%).

Se depositó:

$$\frac{18.2}{4.8 \times 1.8} = 2.11 \text{ libras de cobre por kw.-hora.}$$

$$\text{Eficiencia de energía} \frac{2.11}{3.417} = 61.8\%.$$

(En la práctica mas o menos 50%).

Para refinaciones electrolíticas, Addicks da un resumen general del valor relativo de la resistencia en la práctica:

Resistencia metálica.....	15%
Resistencia electrolítica.....	60%
Contactos.....	20%
Contra E. F. M.....	5%

La contra electro fuerza motriz en la refinacion del cobre, debido a la mayor concentracion en el ánodo que en el cátodo, es de 0.02 volts. La refinacion de cobre emplea de 0.2 a 0.4 volts entre los electrodos. El depósito del cobre con ánodos insolubles emplea 1.5 a 3.0 volts, lo que depende de la densidad de la corriente i de la concentracion del electrolito. (*Greenawalt, páj. 295. The Journal and Franklyn Institute. Dec. 1905, Addicks*).

Los disolventes corrientemente empleados tienen por base ácido clorhídrico o sulfúrico. El ciclo consiste en solucion, precipitacion i rejeneracion. En el procedimiento de un ciclo la solucion puede probablemente llegar a cargarse de impurezas i reducir la eficiencia de la depositacion.

Los efectos perjudiciales del electrolito impuro son:

1.º) Cuando la solucion se empobrece pueden depositarse con el cobre metales que no se necesitan;

2.º) Se gasta enerjía inútil en la reduccion i oxidacion, depositacion i disolucion inmediata.

Primero se depositan los metales cuyos compuestos tienen las menores calorías de formacion. Primero vienen el oro, la plata i el cobre i se depositan en el órden dado. Pueden depositarse varios metales a la vez, si la densidad de la corriente i, por consiguiente, el voltaje exceden de cierto valor. Cuanto mas neutro sea el electrolito tantas mas probabilidades tienen de depositarse los metales mas electro-positivos (tales como el hierro, níquel i zinc). Las corrientes de alta tension pueden depositar cobre i zinc a la vez, de electrolitos altamente ácidos.

Si se encuentra mucho ácido en presencia, el hidrójeno puede quedar en libertad, produciendo disminucion de la eficiencia. La corriente de alta tension puede depositar cobre i un metal mas electro-positivo de redisolucion no inmediata, produciendo un cobre impuro.

Los factores prácticos que determinan las clases de iones depositados en el cátodo, son:

Calorías de formacion de los componentes del electrolito; concentracion del anolito i catolito; tension de la corriente en el cátodo i temperatura del electrolito.

Si el mineral primitivo contuviera arsénico i antimonio, deben eliminarse completamente estos componentes mediante una tuesta. Si se acumularan en la solucion, pueden precipitarse por medio del hidrójeno sulfurado, lo cual, sin embargo, es bastante caro. Lo mas probable es que puede encontrarse el hierro en lixiviacion. En las soluciones de sulfato, el hierro puede acumularse por saturacion, a ménos que la solucion se purifique a intervalos. Con las soluciones de cloruro se precipita mas o ménos óxido férrico, por reaccion con la ganga. La influencia del hierro en el electrolito puede resumirse como sigue:

1.º) Llega a oxidarse en forma de sal férrica en el ánodo;

2.º) Se lleva al cátodo por difusion i circulacion;

3.º) Disuelve el cobre precipitado, que llega a reducirse al estado ferroso;

4.º) Se lleva otra vez al ánodo por difusion i circulacion, convirtiéndose otra vez en hierro férrico.

Este ciclo continúa indefinidamente, reduciendo enormemente la eficiencia de la corriente eléctrica. Para depositar cobre económicamente de un electrolito que contenga mucho fierro, debe usarse un diafragma para evitar la difusion, o debe introducirse un agente de reduccion (que obre como despolarizador).

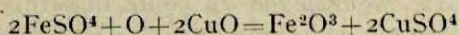
Hai dos alternativas referentes al electrolito impuro:

1) Purificacion del electrolito;

2) Pérdida de una porcion del disolvente i su reemplazo por una solucion fresca.

Ulke espresa que el mejor método es electrolizar en una vasija especial con ánodos de plomo i usar una corriente de tension suficientemente alta para depositar el arsénico i antimonio; pero no tan grande que deposite el hierro, que es necesario eliminar, cristalizando el sulfato férrico. (Greenawalt, páj. 300; «Modern Electrolytic Copper Refining».—Ulke).

Attaker Hofmann da el siguiente método para refinar soluciones de sulfato de cobre que contengan impurezas de sales de hierro, arsénico, antimonio, bismuto, etc. La solucion cruda de sulfato de cobre se hace entrar en torres forradas con plomo i dotadas de un serpentín de vapor de plomo para el calentamiento. Por el fondo, de forma de embudo, se hace entrar un tubo de plomo conectado a un compresor de aire. Cuando la solucion está caliente se agrega mate o eje de cobre calcinado i se insufla aire, produciendo la precipitacion del fierro segun:

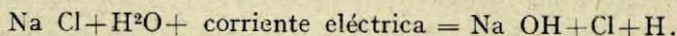


Para observar i regularizar la marcha de la operacion, de vez en cuando se ensaya por fierro la solucion. Cuando ésta está libre de fierro, no contendrá ya rastros de otras impurezas. («Mineral Industry», Vol. VIII, páj. 192, Ottaker Hofmann).

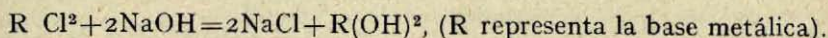
En la Fundicion de Cobre en Kalakent, Rusia, se aplicó electrolito impuro sobre mate tostado i despues sobre un monton de mineral de cobre de baja lei. La solucion neutra se hizo pasar a un estanque forrado con plomo, en donde se diluyó a 12º B. i se calentó a 50º C. Para neutralizar cualquier ácido que se forme durante la operacion, se introdujeron en el estanque virutas i recortes de cobre. Se le aplicó aire comprimido hasta que la concentracion llegó a 15º Bé. Las virutas de cobre se disolvieron rápidamente; se estrajo el líquido i se clarificó. El exceso de electrolito purificado que se acumuló gradualmente, se estrajo del sistema i se transformó en sulfato de cobre ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). El cobre producido tenia 99,9% de pureza. («Modern Electrolytic Copper Refining». páj. 145, T. Ulke).

El sulfato de cobre puede cristalizarse de soluciones impuras, volverse a disolver en agua i electrolizarse para depositar el cobre, rejenerando por ese medio el ácido, que se aplica para lixiviar el mineral. De esta manera se eliminan las impurezas.

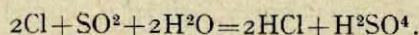
Greenawalt propone la purificación de las soluciones de cloruro por la electrolización del cloruro de sodio, obteniéndose cloruro libre i soda cáustica:



Se aplica soda cáustica a una porcion del electrolito retirado, produciendo el precipitado de las bases segun:



El cloro se convierte en ácido clorhídrico:



Así se eliminan las impurezas i se rejeneran los disolventes de ácido sulfúrico i clorhídrico. (Greenawalt. Pág. 303, i 352).

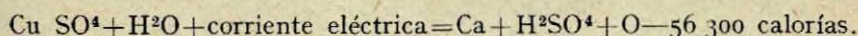
Si materialmente las impurezas en el electrolito no perjudican la eficiencia del procedimiento, es mejor trabajar con solución impura aunque se deposite cobre impuro. La eficiencia del procedimiento es mas importante que la pureza relativa del cobre.

En 1878, describió Cobly el uso del anhídrido sulfuroso para la despolarización de ánodos insolubles en la precipitación del cobre. Sus trabajo en los últimos años son conocidos i bien apreciados. Tambien se han indicado otros despolarizadores. (Greenawalt. Pájs. 283 a 309).

Se han calculado los siguientes voltajes teóricos, introduciendo en las reacciones los datos termoquímicos de Richard, que creo representan la operacion de las celdas (cells) electrolíticas.

I. DEPÓSITO DE COBRE DE SOLUCIONES DE SULFATO

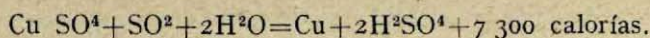
a) *Sin usar despolarizador;*



Voltaje teórico:

$$\frac{56\,300}{(96,540 \times 0,24 \times 2)} = 1.22 \text{ volts.}$$

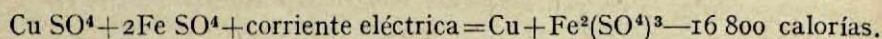
b) *Usando gas SO² como despolarizante,*



Voltaje teórico:

$$\frac{7\,300}{(96,540 \times 0.24 \times 2)} = -0.15 \text{ volts.}$$

c) *Procedimiento Siemens i Halske que usa F² SO⁴ como despolarizante.*

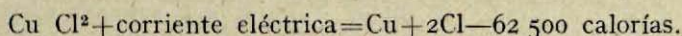


Voltaje teórico:

$$\frac{16,800}{(96,540 \times 0.24 \times 2)} = 0.36 \text{ volts.}$$

II. DEPOSITACION DE COBRE DE SOLUCION DE CLORURO CÚPRICO

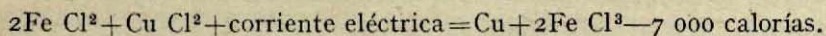
a) *Sin usar despolarizante.*



Voltaje teórico:

$$\frac{62\,500}{(96,540 \times 0.24 \times 2)} = 1.35 \text{ volts.}$$

b) *Procedimiento de Body que usa Fe Cl^o como despolarizante.*

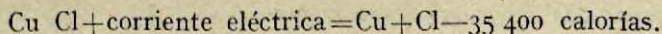


Voltaje teórico:

$$\frac{7\,000}{(96,540 \times 0.24 \times 2)} = 0.15 \text{ volts.}$$

III. DEPOSITACION DE COBRE DE SOLUCION DE CLORURO CÚPRICO

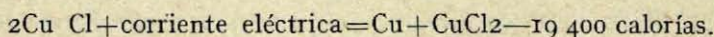
a) *Sin usar despolarizador,*



Voltaje teórico:

$$\frac{35\,400}{(96,540 \times 0,24)} = 1,53 \text{ volts.}$$

b) *Procedimiento de Hoepfner, que usa Cu Cl como despolarizante,*



Voltaje teórico:

$$\frac{19,400}{(96,540 \times 0,24)} = 0,84 \text{ volts.}$$

En las ecuaciones anteriores, donde el signo menos (—) precede a los valores numéricos de las calorías, significa que el número de calorías es absorbido en la reacción, i que su equivalente en energía eléctrica debe ser suministrada por una fuente esterna, por ejemplo, el dinamo. Así, el voltaje calculado es el necesario teóricamente, los volts impresos son menores que cuando no se usa un despolarizador.

Compárese la ecuación I (c), 0,36 volts con la ecuación I (a), 1,22 volts. Hai así una economía de energía i también de gasto al precipitar el cobre cuando se usa un despolarizador no quedando nada sin reacción. Como en proporción esta reacción es más completa, se alcanzará mejor el voltaje.

Refiriéndose a un experimento de K. Reinartz registrado por Austin, Reinartz asegura una eficiencia de ánodo de 65% cuando se usa anhídrido sulfuroso como despolarizante. Así, el 65% del oxígeno liberado en el ánodo reaccionó con el despolarizador de anhídrido sulfuroso. («Metallurgie», 1908, pájs. 202 a 205).

La ecuación I (b) funciona con signo (+) para las calorías i da (—0,15) volts. Esto indicaría que con una tensión de corriente tal que asegurase la eficiencia del ánodo de 100 por ciento, si esto pudiera realizarse, la celda electrolítica ya no necesitaría un voltaje impreso, sino que llegaría a ser una celda primaria. Por supuesto, un dinamo tendría que suministrar voltaje para producir una corriente de cierta magnitud, pero el costo de la operación si fuera ésta para asegurar la alta eficiencia del ánodo, sería tan baja como la de la refinación electrolítica. («Mines and Methods», Agosto, 1911, páj. 282, W. L. Austin, Reinartz Experiments).

PROCEDIMIENTO ELECTROLÍTICO DE SULFATO

Hai dos clases jenerales de procedimientos fundados en los disolventes de ácido sulfúrico i sulfato férrico. Ninguno de estos disolventes puede emplearse escluyendo al otro. En ciertos minerales sulfurados de cobre,

las soluciones de sulfato férrico han dado buen resultado sin calcinacion. Se ha indicado la necesidad de usar un diafragma o de introducir un gas de reduccion tal como el anhídrido sulfuroso, cuando se encuentran presentes sales de hierro.

PROCEDIMIENTO DE ÁCIDO SULFÚRICO

Con el ácido sulfúrico diluido sólo pueden tratarse, en efecto, los minerales oxidados o los previamente calcinados. Véase ecuacion I (a), en donde el voltaje teórico es igual a 1,22. El voltaje mínimo que se necesita es 1,22. En la práctica se emplea de 1,5 a 3 volts.

Hai ácido sulfúrico rejenerado en una cantidad equivalente al cobre depositado. Este ácido suministrará sólo en parte el ácido que se necesita para lixiviar el mineral, porque cierta cantidad de ácido es consumida por la accion de la ganga. Sin embargo, la precipitacion electrolítica es un adelanto sobre la precipitacion por el fierro metálico, en cuyo caso no se rejenera ningun ácido.

Teóricamente, se depositan 2,1429 libras de cobre por kilowatt-hora. Esta eficiencia de enerjía no puede obtenerse, porque necesitaria que *nilizara* la resistencia óhmica del circuito entero. Cuando se usa anhídrido sulfuroso como despolarizante, puede esperarse una eficiencia de enerjía de 50 por ciento. (Véase ecuacion I (b). Cuando el voltaje teórico es igual a $-0,1$ volts, no se necesita teóricamente ninguna fuerza para depositar el cobre, i el procedimiento se colocará al nivel de la refinacion electrolítica con un ánodo soluble.

El consumo práctico de fuerza depende de la resistencia óhmica de la densidad del circuito empleado.

Tossizza afirmó, segun esperimentos, que disminuye a 0,2 volts el voltaje que se necesita imprimir, usando anhídrido sulfuroso como despolarizante. La refinacion electrolítica emplea de 0,2 a 0,4 volts. (Greenawalt, páj. 309).

ROBERT RHEA GOODRICH.



Índice jeneral del Boletín de la Sociedad Nacional de Minería desde el 15 de Diciembre de 1883 al 31 de Diciembre de 1919.

(Continuación)

	PÁJS.
Chañarcillo (1884) pájs. 36, 89 i.....	174
Id. id. (1885).....	288
Id. id. (1886) pájs. 405 i.....	454
Id. id. (1888).....	821
Id. id. (1905).....	221
Chile en 1914 (1915).....	42
Chimbero (1884) pájs. 43, 135 i.....	173
Id. id. (1885) pájs. 287 i.....	326
Chimeneas de ladrillos; Construccion de (1911).....	595
Chuquicamata (1885).....	251
Cerro de Pasco.—Informe del Injeniero Alejandro Babinski a la Junta de Injenieros de Lima (1887).....	614
Certámen minero Varela (1889).....	357
Id. id. (1890) pájs. 64, 98, 131, 195 i.....	264
Certámen oficial de testos de enseñanza para las Escuelas de Mi- nería del Estado (1913) pájs. 36, 93, 165 i.....	263
Cerusa para la electrolísis; Fabricacion de la (1893).....	33
Cianámidas en la metalurjia del oro; El procedimiento de la (1912).....	245
Cianámidas de calcio; La industria de la (1914).....	311
Cianuración en los Estados Unidos; Nuevo método de (1897).....	32
Cianuración; La flotación reemplaza la (1916).....	343
Cianuro o cloruración; Procedimiento por (1896).....	69
Cianuros alcalinos; Una nueva extracción del oro i de la plata por los (1896) pájs. 150 i.....	162

	PÁJS.
Ciencias jurídicas en Chile (1892).....	125
Circular sobre las mercedes de agua (1902).....	226
Ciudad de La Plata; La (1885).....	240
Clasificadores hidráulicos (1912).....	60
Clima i constitucion mineralógica de la costa (1887).....	600
Cloro i soda (1902).....	183
Cloruracion de metales de oro; Procedimiento Newbury-Vautin para la (1888).....	796
Cloruracion i una reivindicacion de estos inventos; Los nuevos procedimientos de (1898).....	321
Cloruracion del oro; El nuevo sistema de (1899).....	67
Cloruracion en las minas de Utica (Norte América); La (1899)....	135
Cloruros de azufre como disolventes del oro; Empleo de los (1896).	40
Cobalto; Ensayo calorimétrico de los ejes de (1894).....	50
Cobre; Derechos sobre el (1884).....	12
Cobre en Chile; El descenso del (1884).....	28
Cobre por Taltal; Esportacion de salitre i (1884).....	36
Cobre; Metalurgia del (1884).....	51
Id. id. (1886).....	584
Id. id. (1906).....	429
Id. id. (1911).....	501
Id. id. (1914) pájs. 88, 113, 148 i.....	218
Id. id. (1917).....	44
Cobre; Noticias sobre el (1884).....	53
Cobre; Pasado i porvenir del (1884).....	61
Cobre; El procedimiento Bessemer aplicado al (1884) pájs. 67 i...	86
Cobre; El mercado del (1884) pájs. 61, 67, 89, 90, 96, 98, 105, 110, 117, 126, 135, 143, 166, 183 i.....	191
Id. id. (1885).....	215
Id. id. (1886) pájs. 415 i.....	431
Id. id. (1890).....	423
Id. id. (1902).....	12
Id. id. (1906) pájs. 110 i.....	385
Id. id. (1907).....	92
Id. id. (1908).....	92
Id. id. (1914).....	78
Cobre en Sotiel-Coronada en la provincia de Huelva; Minas de (1884)	88
Cobre en el mundo; Produccion de (1884).....	97
Id. id. (1885).....	216
Id. id. (1895).....	183
Id. id. (1897).....	244
Cobre i la plata libre; El (1884).....	190

Cobre; La electrometalurjia del (1884).....	184
Id. id. (1886) pájs. 404, 525, 535 i.....	542
Id. id. (1899).....	129
Id. id. (1908).....	353
Cobre; Nuevos mercados del (1885).....	207
Cobre; Aleaciones del (1885).....	207
Cobre en España; Las minas de (1885).....	208
Cobre en los Estados Unidos; Minas de (1885).....	231
Cobre en caliente; Influencia del teluro sobre el (1885).....	232
Cobre.—Informe del Cónsul de Chile en Australia (1885).....	245
Cobre desde 1864 al 83; Cuadro del mercado ingles del (1885)....	258
Cobre por el método Galés; Nota sobre la metalurjia del (1885) pá- jinas 289, 297, 304 i.....	315
Cobre; Beneficio electrolítico de metales de (1885).....	303
Id. id. (1907).....	511
Cobre; La hidrometalurjia del (1885).....	304
Id. id. (1886).....	399
Id. id. (1889).....	389
Id. id. (1903) pájs. 21 i.....	33
Id. id. (1907).....	486
Cobre; Diluvio de (1885) pájs. 361 i.....	371
Cobre; La produccion de (Henry R. Merton & Co.) (1886).....	528
Cobre en Chile; La industria del (1886).....	534
Id. id. (1889).....	430
Id. id. (1915) pájs. 118, 178, 319 i.....	357
Id. id. (1916).....	75
Id. id. (1919).....	391
Cobre en los Estados Unidos; La produccion de (1886).....	546
Cobre en los Estados Unidos; La industria del (1886) pájs. 554 i	559
Id. id. (1909) pájs. 31 i.....	49
Cobre de Manfeld; Las minas de (1887).....	594
Cobre; El (1887).....	749
Id. id. (1889).....	218
Id. id. (1890).....	387
Id. id. (1891).....	93
Id. id. (1908).....	161
Id. id. (1909).....	111
Id. id. (1913).....	522
Cobre; El alza del (1887).....	773
Id. id. (1890).....	255
Id. id. (1907).....	101

	PÁJS.
Cobre; La estadística de la producción del (1888).....	803
Id. id. (1912).....	149
Cobre; El sindicato del (1888) pájs. 820 i.....	15
Cobre; Precio corriente del (1888) pájs. 875 i.....	17
Id. id. (1898).....	109
Id. id. (1890).....	231
Id. id. (1899).....	33
Id. id. (1904).....	451
Id. id. (1912).....	197
Cobre en Inglaterra; Procedimiento de la venta del (1888) pájs. 138 i	175
Cobre i salitre (1889).....	221
Cobre en barra; Esportacion del (1889).....	246
Cobre electrolítico; Sociedad inglesa de (1889).....	247
Cobre producido en el globo en los últimos años segun «L'Econome miste Francaise». (1889).....	284
Cobre en el pais; La electrolisis del (1889).....	337
Cobre de lei media de 5%; Esperimentos de fundicion de mine- rales pobres de (1889).....	361
Cobre en Bolivia; La minería del (1890).....	87
Cobre disuelto en el sistema de tinas; Rejeneracion del (1890)....	159
Cobre en los Estados Unidos; El mercado del (1890).....	169
Cobre; Consumo del (1890).....	282
Cobre; La producción i consumo del (1887).....	658
Id. id. (1889).....	222
Id. id. (1891).....	214
Cobre; La minería del (1893).....	7
Id. id. (1902).....	12
Id. id. (1919).....	683
Cobre i la plata por el procedimiento Hoepfner; Estraccion del (1893)	17
Cobre en toneladas métricas con los convertidores P. Manhés; Pro- ducción de (1893).....	142
Cobre; Ensayes de (1896).....	49
Id. id. (1916).....	121
Cobre; Estudio micográfico del (1896).....	83
Cobre i plata por plata; Ensayes de aleacion de (1897).....	63
Cobre; Porvenir del (1897).....	478
Id. id. (1908).....	209
Id. id. (1909).....	92
Cobre de Norte América; La situacion de la producción de (1899)	131
Cobre i los valores de cobre; El (1899).....	312
Cobre en Chile; La esportacion del (1900).....	68

	PÁJS.
Cobre; Industria del (1900).....	175
Id. id. (1908).....	147
Id. id. (1910) pájs. 271 i.....	358
Id. id. (1911) pájs. 109 i.....	377
Id. id. (1913).....	3
Cobre en la República del Perú en jeneral i en especial en el cerro de Pasco; La produccion del (1900).....	235
Cobre; Perspectiva del (1901).....	60
Cobre en Chile; Produccion de oro, plata i (1903).....	357
Id. id. (1905).....	325
Cobre del mineral denominado «Atacamita»; Estraccion del (1906).....	33
Cobre en Montana; La metalurjia del (1906).....	313
Cobre i los boratos naturales de Chile; Hidrometalurjia del (1907).....	486
Cobre de sus minerales; Estraccion electrolítica del (1907).....	511
Cobre con sondas de percusion; Esploraciones en busca de (1908).....	89
Cobre en su estado actual; La electrometalurjia del (1908).....	353
Cobre de Lake Superior i Montana; Costo del (1908).....	468
Cobre mundial; Costo de produccion del (1909).....	82
Cobre en la fundicion; Cálculo de la pérdida de (1909).....	284
Cobre en Arisona; El costo de produccion de (1909).....	291
Cobre en los Montes Urales; Plantel de lixiviacion de (1910).....	91
Cobre en Chile; Costo de produccion del (1910).....	289
Id. id. (1911).....	309
Cobre platoso en hornos de soplete en un solo fuego; Fundicion de (establecimiento de Rio Blanco) (1910).....	544
Cobre; Espectativas para el (1911).....	101
Cobre; La fundicion de (1911).....	166
Cobre; Progresos en la metalurjia de (1911).....	501
Cobre en Michigan; La refina del (1911).....	690
Cobre; El costo del (1914).....	166
Cobre en Chuquicamata; Lixiviacion i precipitacion electrolítica del (1914).....	198
Id. id. (1915).....	109
Cobre i el plomo; La metalurjia del (1914).....	218
Cobre en el extranjero i en Chile; Bosquejo del estado actual de la industria del (1915) pájs. 118, 178, 319 i.....	357
Id. id. (1916).....	75
Cobre; Notas sobre ensayos de plata, oro, plomo, estaño i (1916).....	121
Cobre de Katanga; Los yacimientos de (1917).....	479
Cobre en el comercio; El (1918).....	407
Cobre de Amolanas en el Departamento de Copiapó; El yacimiento de (1919).....	3

	PÁJS.
Cobre; Impuesto al (1919).....	406
Cobre de flotacion por lixiviacion; Recuperacion del (1919).....	796
Cobres grises mercuriales; Tratamiento de (1896).....	37
Código de Minería; La reforma del (1883).....	4
Id. id. (1885) pájs. 341 i.....	350
Id. id. (1888).....	85
Id. id. (1903).....	227
Id. id. (1905).....	32
Código de Minería; Indicaciones oportunas sobre la reforma del (1884) pájs. 73 i.....	77
Código de Minería; Proyecto de la mayoría de la Comision de la Cámara de Diputados (1885) pájs. 342, 351, 358, 366, 374, 382 i.....	390
Código de Minería; Reformas introducidas por la Comision informante del Senado al Proyecto aprobado por la Cámara de Diputados (1888).....	118
Código de Minería de la República Argentina; El (1889) pájs. 296, 323, 365, 420 i.....	441
Código de Minería.—Proyecto aprobado por el Congreso (1889)...	193
Código de Minería i la industria del oro en Chile; El (1890).....	133
Código de Minería en el Perú i la estension de las concesiones mineras; El proyecto de nuevo (1890).....	243
Código de Minería del Ecuador; Reforma del (1892).....	210
Código de Minería; Reglamento del Art. 163 (1895).....	128
Código de Minería; Proyecto presentado al Congreso por el Presidente de la República de (1900) pájs. 321 i.....	353
Id. id. (1905) pájs. 3, 33 i.....	65
Código de Minería vijente en Chile; Observaciones sobre el (1901) pájs. 129 i.....	161
Código de Minería; Observaciones al Proyecto de (1901).....	364
Código de Minería.—Informe i proyecto de lei presentados por la Comision de la Sociedad Nacional de Minería (1902).....	357
Código de Minería; Proyecto de.—Esposicion de motivos (1912)..	154
Coke en España; La fabricacion del (1888).....	174
Coleccion mineralógica del Museo Nacional; La (1886) pájs. 470, 480 i.....	487
Coleccion mineralógica presentada a la Esposicion por la Sociedad Nacional de Minería (1895).....	27
Colecciones mineralógicas (1897).....	509
Coloracion de los diamantes por medio del radium (1905).....	131
Coloracion del vidrio; Efectos de los rayos solares sobre la (1910)..	78
Collahuasi.—Grupo de minas de Quebrada Blanca (1906).....	459
Collahuasi; Noticias sobre (1910).....	415

Combinacion salitrera; La (1890).....	46
Combustible del porvenir; El (1887).....	635
Combustible líquido para la produccion del vapor (1893).....	219
Combustible carbonífero; Fundicion pirítica sin el auxilio del (1907)	1
Combustible de llama (hulla, madera) en los hornos de manga de tiro inferior (1909).....	209
Combustible en los altos hornos para fundicion de minerales de fierro; El empleo de la leña cruda como (1911).....	237
Combustible por el Fisco segun los métodos empleados por el Gobierno americano; Las adquisiciones de (1914).....	101
Combustibles en Italia; La crisis de (1916).....	423
Combustibles; Situacion de los mercados de minerales, metales i (1917) pájs. 92, 216, 520 i.....	599
Id. id. (1918) pájs. 45, 172, 261, 354 i.....	448
Id. id. (1919) pájs. 70, 169, 437, 698 i.....	762
Combustibles pobres en motores a gas; Aprovechamiento de (1919).	677
Comentarios extranjeros sobre el impuesto de esportacion (1915)..	432
Comercio de la plata i el oro; El (1885).....	242
Comercio minero de la República (1888) pájs. 20, 40, 77, 110 i....	139
Id. id. (1889) pájs. 229, 231, 253, 269, 299, 325, 346, 400, 431, 461 i.....	485
Id. id. (1890) pájs. 56, 70, 87, 116, 149, 181, 218, 256, 300, 409 i	445
Comercio exterior de Chile.—Observaciones a la Estadística Comercial (1892) pájs. 145, 178 i.....	199
Comercio del fierro chileno; La produccion i el (1913).....	519
Comercio sueco de hierro (1918).....	340
Comercio marítimo en Noruega; La navegacion i el (1919).....	690
Comision de Minería; Informe de la (1880).....	1
Comision de Minería.—Apreciaciones de un periódico frances sobre la (1884).....	15
Comision de Minería; Fin de la (1884).....	15
Comision de Minería nombrada el 7 de Julio de 1883; Informe cuestionario de la (1884) pájs. 30, 37, 46, 55, 63, 72, 82, 91, 98, 107, 112, 119, 127 i.....	136
Comision esploradora del Desierto de Atacama (1884) pájs. 50, 78 i	116
Id. id. (1885) pájs. 318, 334 i.....	327
Id. id. (1886).....	517
Id. id. (1887) pájs. 6 i.....	94
Comision esploradora (1885).....	302
Comision francesa para el estudio de los t rremotos en Andalucía; La (1885) pájs. 323, 329, 338 i.....	346

	PÁJS.
Comision de minería de Copiapó (1887).....	717
Comision canadiense en la fundicion electrolítica (1904).....	222
Comision dada al señor Cárlos Vattier para procurar la inmigracion de obreros mineros metalúrgicos e industriales i para la pro- paganda del salitre (1906).....	114
Comision de defensa del salitre; Decreto que nombra la (1919)....	72
Comisionado de la distribucion del acero; Mr. Replogle (1918)....	175
Comité salitrero de Iquique (1887) pájs. 593, 603, 610, 628 i.....	644
Cómo encontrar nuevos mercados (1914).....	343
Compañía Arturo Prat (1884).....	142
Id. id. (1888).....	858
Id. id. (1893).....	287
Compañía Huanchaca de Bolivia (1885) pájs. 267, 272 i.....	281
Id. id. (1890).....	198
Id. id. (1891).....	47
Id. id. (1893).....	162
Compañía de Rio Tinto (1885).....	322
Id. id. (1887).....	677
Compañía de Tharsis (1887).....	679
Compañía esploradora de Las Condes (1887).....	685
Id. id. (1888).....	628
Compañía minera «La República» (1887).....	702
Compañía Minería «La Tacora» (1887).....	710
Compañía esploradora de la mina «La Condesa» (1888).....	133
Compañía cobrera de Panulcillo (1889).....	340
Compañía minera «La descubridora de Huanchaca» (1890).....	87
Compañía minera de Oruro (1890).....	179
Id. id. (1892).....	239
Compañía del Ferrocarril de Antofagasta i Bolivia (1890).....	195
Compañía Guadalupe de Bolivia (1890).....	244
Compañía Fraternidad de Colquechaca (1890).....	434
Compañía minera de Huanchaca.—Muestrario obsequiado (1893)...	162
Compañía de gas de Valparaiso i su instalacion de alumbrado eléctrico (1893).....	253
Compañía inglesa de Canutillo (1897).....	402
Compañía minera aurífera de Alhué (1898) pájs. 145, 176 i.....	189
Compañía cloruradora de cobre (1901).....	127
Compañía minera Mejillones del Norte (1905).....	164
Compañía minera Resurreccion de Caracoles (1906).....	20
Compañía explotadora de Lota i Coronel.—La fundicion de cobre de Caldera (1909).....	175

Compañía minera Poderosa de Chuquicamata; La (1911).....	115
Compañías inglesas anónimas de minas que existen hoy día en España (1884).....	24
Compañías mineras (1891).....	99
Id. id. (1902) pájs. 79 i.....	103
Comparacion entre los costos de la amalgamacion, segun el método B. Kíöhnke, los costos de la concentracion en ejes de cobre arjentífero de los minerales arjentíferos i los costos de la lixiviacion de los minerales de plata por hiposulfito de soda (1905)	1
Comparacion entre la chancadora mecánica i a mano (1911).....	386
Competidores del salitre (1909).....	415
Composicion química de la ceniza arrojada por el volcán Calbuco (1894).....	103
Composicion química del petróleo, su jénesis i su aparicion jeológica; Relaciones entre la (1919).....	630
Compra de los ferrocarriles del norte; La (1890).....	246
Compra-venta de minerales; Las tarifas de (1908).....	245
Id. id. (1910) pájs. 230 i.....	307
Compra del petróleo combustible; Especificaciones del Gobierno Yanqui para la (1911).....	682
Compra de minerales en Chile (1919).....	832
Compresor de aire hidráulico de Taylor; El (1897).....	313
Comstock; En el (1902) pájs. 75 i.....	192
Comunicaciones del Consulado Jeneral de Chile en Hamburgo sobre el salitre; Observaciones a las (1897).....	318
Concentrador de lamas cobrizas; El Buddle como (1911).....	696
Concentrador de piritas blendosas; Un plantel para el enriquecimiento de (1912).....	512
Concentracion de minerales de cobre; Informe presentado a la Municipalidad de Copiapó sobre un establecimiento de (1885).	269
Concentracion o preparacion mecánica de minerales por medio del viento (1893).....	115
Concentracion de metales de baja lei por medio de la via húmeda (1894).....	141
Id. id. (1897).....	286
Concentracion de minerales; Preparacion mecánica i (1894).....	425
Concentracion de minerales de baja lei por medio de la via húmeda; Nuevo e importante invento para la (1897).....	286
Concentracion mecánica; La (1901).....	114
Concentracion i cálculos; Ensayes de (1901).....	121

Concentracion de minerales; La electricidad estática aplicada a la (1903).....	40
Concentracion de los minerales por medio del aceite; La (1903)..	207
Concentracion mecánica de minerales segun la práctica moderna; La (1908).....	346
Concentracion de minerales, segun el procedimiento Elmore, patente de la-South American Metal Syndicated Ltd. i resultados obtenidos en el plantel de prueba (1908).....	363
Concentracion de los minerales; La (1910).....	67
Concentracion; Cálculo de rendimiento en la (1911).....	522
Concentracion; Proyecto de un plantel de (1911).....	599
Concentracion de los sulfuros minerales por medio de la flotacion; La (1918).....	277
Concentracion por flotacion (1919).....	37
Concesion i distribucion de las aguas en los aprovechamientos agrícolas i fabriles; La (1902).....	296
Concesion i tramitacion de las patentes de privilejios exclusivos (1906) pájs. 91 i.....	122
Concesiones mineras.—Notas cambiadas entre el Ministro de Hacienda i el Directorio de la Sociedad (1887).....	599
Concesiones de privilejios exclusivos; Nuevó decreto reglamentario de las (1906).....	91
Concesiones petrolíferas en Bolivia (1916).....	471
Concreto o betun en las fortificaciones de minas; Empleo del (1900).	157
Condicion jurídica de las aguas en Chile (1905) pájs. 329 i.....	361
Id. id. (1906).....	7
Condiciones actuales de la minería i de la metalurjia en Chile (1910).	3
Condiciones que debe tener el profesional en la minería i metalurjia; Las (1910).....	110
Conduccion del carbon de piedra por tubos; La (1913).....	143
Conferencia de don Cárlos Vattier sobre el fierro (1909).....	7
Conferencia monetaria; La (1893).....	29
Conferencia dada en la Escuela de Minería en Copiapó por el doctor en Ciencias don Enrique A. Ward (1905).....	143
Configuracion de la costa de Chile; La (1903).....	200
Conglomerados marinos auríferos en especial; Yacimientos auríferos en jeneral i (1898).....	253
Congreso Jeológico Internacional (1886).....	417
Congreso Internacional de Minas i de Metalurjia (1889).....	424
Congreso Internacional de Ciencias Jeográficas (1891).....	50

Congreso minero Internacional que tendrá lugar en Salt Lake City, Utah (1898).....	148
Congresos mineros (1900).....	33
Congreso siderúrgico (1912).....	28
Congreso Chileno de Minas i Metalurgia (1915).....	169
Id. id. (1916).....	179
Conocimientos útiles (1891).....	188
Consejos encargados de reorganizar la enseñanza profesional en el país; Decreto que crea varios (1911).....	197
Consideraciones sobre la existencia de salitre en los diversos distritos salitreros (1908).....	402
Consideraciones sobre la electro-metalurgia i los hornos eléctricos (1908).....	496
Consideraciones sobre la metalurgia i los hornos eléctricos (1908)..	568
Constitucion de la propiedad minera de los minerales metálicos aprobadas por el Directorio de la Sociedad; Bases para la (1884)	95
Constitucion de la propiedad salitrera (1904) pájs. 279, 316, 350 i	400
Id. id. (1905) pájs. 25 i.....	48
Id. id. (1906).....	36
Constitucion de la propiedad salitrera; Nueva lei relativa a la (1906)	36
Constitucion de la propiedad minera en Chile (1910).....	160
Construccion libre de ferrocarriles; Proyecto de (1907).....	85
Construccion de chimeneas de ladrillos (1911).....	595
Consumo anual de carbon en las fábricas de gas de Chile (1892)..	86
Consumo de oro i plata para fines industriales (1897).....	414
Consumo del oro i la plata; La produccion i el (1898).....	313
Consumo del salitre; Las expectativas del (1910).....	317
Consumo i abastecimiento de cobre.—Precios (1914) pájs. 188 i..	213
Consumo del carbon i su influencia en el desarrollo económico de las naciones; La produccion i el (1916) pájs. 359 i.....	488
Id. id. (1917) pájs. 3, 97 i.....	239
Contestacion a la Inspeccion de Jeografía i Minas i al señor Miguel R. Machado (1913).....	305
Contestacion debida (1884).....	49
Contratos de venta condicional de las minas; Los (1912).....	397
Contrato con la Borax Consolidated; Los impuestos mineros en el Perú i el (1915).....	222
Contribucion al conocimiento de los yacimientos auríferos del occidente de Australia (1898).....	105
Contribucion a la reforma de los estudios en las Escuelas Prácticas de Minería (1903).....	246

	PÁJS.
Contribucion al estudio de la fundicion pirítica (1908).....	289
Contribucion de haberes de los establecimientos mineros; Deben pagar la (1908).....	293
Contribucion a la jeolojía del valle de Huasco i del Departamento de La Serena, con una breve descripcion de los yacimientos de fierro (1913).....	147
Contribuciones fiscales i municipales por el término de 18 meses.— Modificacion que establece respecto a la patente que deben pagar las sustancias mineras cuya explotacion cede al dueño del suelo (1908).....	317
Conversion metálica; Proyecto de lei de (1892).....	192
Conversion pirítica (1908).....	385
Convertidor de cobre; Variacion de la llama de un (1911).....	519
Convertidores básicos (neutros) para el cobre; Los (1908).....	481
Id. id. (1909) pájs. 29 i.....	79
Cooperacion en la investigación industrial; La (1918).....	357
Cooperacion en la industria salitrera; La (1919).....	756
Copiapó Mining Co. Ltd. (1886).....	440
Id. id. (1903).....	79
Cordillera de Los Andes; El último hundimiento i sollevamiento de la (1894).....	42
Cordillera del Oeste, siguiendo el rio Huasco; Seccion trasversal jeológica de la (1905).....	87
Cordillera de la América del Sur en su relacion con ciertas rocas eruptivas; Los yacimientos metalíferos en la (1910).....	426
Cordillera Patagónica; Sobre la jeolojía de la (1912).....	378
Cornwall (1911).....	243
Correspondencia del Directorio (1888) pájs. 84, 115 i.....	180
Id. id. (1889) pájs. 233, 255, 274, 304, 329, 350, 372, 403, 435 i	465
Id. id. (1890) pájs. 30, 93, 120, 153, 222, 259, 305, 352, 407 i	449
Id. id. (1891) pájs. 188 i.....	220
Id. id. (1892) pájs. 90, 118, 139, 172, 196, 219, 242, 266 i...	292
Id. id. (1893) pájs. 20, 40, 106, 125, 151 i.....	170
Id. id. (1893) pájs. 191, 231, 270 i.....	303
Id. id. (1894) pájs. 17, 51, 83, 118, 167, 213, 267, 324, 368, 409, 433 i.....	556
Id. id. (1895) pájs. 18, 47, 69, 86, 103, 116, 151, 168, 191 i	260
Id. id. (1897).....	346
Id. id. (1899).....	171
Id. id. (1901).....	369
Id. id. (1910). pájs. 462 i.....	523
Id. id. (1914).....	331

Corrientes proteccionistas en Inglaterra (1886).....	472
Corrientes eléctricas alternativas; Transicion de (1891).....	152
Costo de la produccion del cobre (1887).....	715
Id. id. (1909) pájs. 82 i.....	291
Id. id. (1910).....	289
Id. id. (1911).....	309
Id. id. (1914).....	166
Costo de la fundicion de minerales de cobre (1906).....	360
Costo de explotacion i beneficio de los minerales; El (1908) pájs. 418 i	462
Costo del cobre de Lake Superior i Montana (1908).....	468
Costo i utilidad de la produccion de minerales de plata plumbí- fera (1908).....	503
Costo de la produccion del cobre mundial (1909).....	82
Costo de la produccion del cobre en Arizona; El (1909).....	291
Costo i utilidades en Witwatersrand (1909).....	389
Costo de la produccion del cobre en Chile (1910).....	289
Id. id. (1911).....	309
Costo de operaciones i direccion de las minas; El (1912).....	175
Costo del cobre; El (1914).....	166
Costo de las industrias de hierro i acero en Estados Unidos; Los factores de (1919).....	9
Cotizaciones del cobre (1911).....	325
Id. id. (1915).....	529
Cotizaciones metálicas i los proteccionistas; Las (1884).....	54
Creacion de una gran fábrica metalúrgica; Plan de (1917).....	338
Creacion de una Escuela Industrial para formar capataces en la rejon del carbon (1919).....	843
Crecimiento de la produccion de carbon en Alemania; El (1903)..	256
Criba de Hancock; La (1911).....	645
Cribas i clasificadores de pulsacion Richards (1908).....	490
Criaderos metalíferos irregulares (1889).....	440
Criaderos auríferos; Documentos suplementarios relativos a la for- macion de los (1896).....	147
Criaderos auríferos por la vejetacion; Empobrecimiento de los (1900)	234
Criaderos de hierro en la rejon central de la provincia de Santan- der, España (1912) pájs. 179, 205 i.....	261
Crisis obrera en 1866 en los Estados Unidos (1885) pájs. 213 i...	221
Crisis del trabajo en Chile; La (1914).....	408
Crisis de los combustibles en Italia; La (1916).....	423
Crítica de las opiniones sustentadas por el señor Santiago Marin Vicuña sobre nacionalizacion de nuestra industria minera (1915)	445

Crónica científica (1895).....	248
Id. id. (1899).....	276
Id. id. (1900) pájs. 59, 89 i.....	317
Crónica (1898).....	114
Crónica minera (1903) pájs. 125 i.....	353
Id. id. (1904).....	308
Id. id. (1909) pájs. 105 i.....	203
Cuadra, Pedro Lucio.—Necrología (1894).....	139
¿Cuál es el sistema de amparo de las minas que mas conviene en Chile? (1909).....	371
Cuanteo volumétrico del manganeso; Procedimiento para el (1919).....	694
Cuarzo aurífero en el mineral de oro; Beneficio del (1886) pájs. 577 i.....	586
Cuarzos auríferos; Beneficio de los (1887).....	764
Cubierta de mástic para estanques de ácidos (1914).....	412
Cubilote para fundir hierro o plomo con chorro de vapor i sin aire forzado (1887).....	114
Cuerpo de Ingenieros de Minas en España; Los servicios del (1885).....	313
Cuerpo de Ingenieros de Minas; Organizacion de un (1885).....	389
Cuerpo de Ingenieros de Minas; Reglamento orgánico del (1886).....	498
Cuerpo de Ingenieros de Minas i la Seccion de Estudios jeolójicos (1909).....	500
Cuerpo de Ingenieros de Minas; Proyecto de creacion del (1919).....	838
Cuerpo de Ingenieros de Minas; Acompaña proyecto provisorio del (1919).....	857
Cuerpos azoados artificiales, similares del salitre de Chile; Los (1910).....	418
Id. id. (1911).....	51
Cuestion minera; La (1884).....	9
Id. id. (1914).....	115
Cuestion salitrera (1884).....	74
Cuestion jeológica; Una (1884).....	86
Cuestion de los hornos en el Ateneo de Madrid; La (1888).....	811
Cuestion del cobre; La (1888).....	827
Cuestion plata en Estados Unidos; La (1890).....	209
Cuestion del petróleo desde el punto de vista europeo (1913).....	305

AUTORES

Campaña, Juan Francisco (1888) pájs. 85, 105 i.....	120
Id. id. (1890).....	231
Campaña A., Alfredo (1916).....	223

	PÁJS.
Campo, Francisco del (1904) pájs. 183, 226, 259, 296 i.....	335
Id. id. (1905).....	133
Id. id. (1907).....	225
Carpentier, Franklin R. (1903).....	73
Casanova O., Domingo (1897).....	64
Castro, J. Clemente (1885).....	229
Castro, Juan Esteban (1887).....	655
Castro, Cárlos (1919).....	694
Chaperon, G. (1886).....	541
Chatfield, Lyman (1917).....	517
Chiapponi, Marco (1892).....	209
Id. id. (1898) pájs. 285 i.....	304
Id. id. (1901).....	153
Christensen, Charles C. (1911).....	599
Clemencin, P. M. (1887).....	686
Concha i Toro, Enrique (1892) pájs. 252 i.....	192
Cordero Q., W. (1913).....	87
Cornisch, Tomas (1884) pájs. III i.....	118
Corona, Félix F. (1914).....	108
Correa A., Ramon (1885).....	311
Id. id. (1886).....	423
Id. id. (1891).....	210
Id. id. (1892).....	130
Cortes, José Tomas 2. ^o (1906).....	20
Courty, Jorje (1907).....	497
Cruchaga, Miguel (1884).....	74
Curthaus, Emilio (1911).....	83

D

Datos sobre la minería mejicana (1884).....	126
Datos estadísticos sobre New South Wales (1884).....	135
Datos estadísticos sobre el comercio minero (1890).....	70
Datos jeológicos i petrográficos del cerro de Potosí (1891).....	92
Datos sobre la fundicion (1899).....	138
Datos estadísticos curiosos sobre el empleo de la dinamita en Chile (1902).....	291
Datos sobre el mineral de los Sapos (1902) pájs. 315 i.....	342
Datos sobre la mica (1905).....	61
Datos sobre el salitre i las oficinas salitreras (1905).....	94

	PÁJS.
Datos estadísticos sobre la producción de carbon en Chile (1906)...	162
Datos para la busca del vanadium en Bolivia (1911).....	475
Datos sobre algunos yacimientos petrolíferos de Sud América i sus aplicaciones en Chile (1914).....	138
¿Deben pagar la contribucion de haberes los establecimientos mineros? (1908).....	293
Decano de los maquinistas; El (1894).....	365
Decenio en jeolojía económica; Un (1918).....	516
Decreto reglamentario de las concesiones de privilejios exclusivos; Nuevo (1906).....	91
Decreto que crea varios Consejos encargados de reorganizar la enseñanza profesional en el país (1911).....	197
Decreto que nombra a la Comision de Defensa del Salitre (1919)..	72
Defensa del Salitre; Decreto que nombra la Comision de (1919)...	72
Del período de reconocimiento que debe preceder a la explotación de una mina metálica (1896).....	9
Delegado de Chile al 8.º Congreso de Química Aplicada; Informe del (1912) pájs. 518 i.....	529
Delegados al Congreso Científico; Visita a la Sociedad Nacional de Minería de los (1909).....	3
Delegacion Fiscal de Salitreras.—Reglamento (1890).....	9
Delimitacion de la Puna de Atacama (1899).	92
Demostracion metalúrgica esperimental; Valuacion minera i (1911).	410
«Delta».—El nuevo metal (1884).....	150
Densidad en las máquinas de agua ascendente; La separacion por (1919).....	765
Denuncio de pertenencias; Ilegalidad de un (1886).....	520
Denuncios petrolíferos; Suspension de (Lei 3,242 de 6 de Junio de 1917) (1917).....	439
Depósitos auríferos de Transvaal; Los (1886).....	439
Depósitos de manganeso (1887).....	726
Depósitos auríferos (1891).....	210
Depósitos de jabon natural (1900).....	219
Depósitos carboníferos de la colonia australiana Nueva Gales del Sur; Los (1904).....	81
Depósitos gaseosos i petrolíferos de Carelmapu; Los (1909).....	419

(Continuará).

