

---

**BOLETIN**  
DE LA  
**Sociedad Nacional de Minería**

---

**DIRECTORIO DE LA SOCIEDAD**

**Presidente**  
Cárls Besa

**Vice-Presidente**  
Cesáreo Aguirre

**Director Honorario**  
ALBERTO HERRMANN

Andrada, Telésforo  
Avalos, Cárls G.  
Chiapponi, Márcos  
Echeverría Blanco, Manuel  
Elguin, Lorenzo

Gallardo González, Manuel  
Gandarillas, Javier  
González, José Bruno  
Lecaros, José Luis  
Lira, Alejandro

Martinez, Aristides  
Pinto, Joaquin N.  
Pizarro, Abelardo  
Schneider, Julio  
Tirapegui, Maulen

**Secretario**  
ORLANDO GHIGLIOTTO SALAS

---

**La Metalurjia Moderna**

La estadística de la producción anual de los metales es sumamente instructiva i nos enseña que en los últimos cuarenta años dicha producción ha aumentado prodijiosamente. El aumento de la producción se debe naturalmente a las necesidades de la industria, debiéndose, sin embargo, tomar en cuenta como factor importante en dicho aumento la perfección de los sistemas de explotación i muy en especial el adelanto del arte metalúrgico; causas ámbas que hacen explotables i beneficiables minerales que de otra manera serian práctica i comercialmente inesplotables.

La industria metalúrgica, tan escasamente desarrollada en Chile, ha alcanzado en los últimos diez años un alto grado de perfección en los Estados Unidos, Méjico, Canadá i Australia; es ésta, sin duda, la base de la gran producción mineral de dichos países.

Las dificultades con que en la práctica se ha tropezado, han sido subsanadas, poco a poco, cambiando, por decirlo así, completamente los antiguos procesos metalúrgicos; procesos reformados que hoi día forman la metalurjia moderna, la que racional i científicamente aplicada ha abierto inmensos horizontes a la explotación remunerativa de los depósitos minerales de baja lei.

Así, en la fundición de los minerales de fierro se ha usado el horno de viento desde el siglo XIV, pero dichos hornos se han modificado de una manera notable; i de una capacidad de media tonelada, han subido a capacidades de 900 toneladas de fierro bruto, producidas en 24 horas. (A!tos hornos de Pittsburg. —Pennsilvania. E. U. de A). El gasto de combustible se ha reducido

hasta llegarse a producir una tonelada de fierro bruto con un gasto de coque equivalente a tres cuartos de tonelada. (Altos hornos de Puebla. Colorado. E. U. de A).

Hoy día se aprovechan los gases que salen del horno en el movimiento de la maquinaria del establecimiento, en el calentamiento del aire que se introduce al horno, en el alumbrado i en varios otros fines; dichos gases contienen una gran cantidad de monóxido de carbono.

La metalurgia del oro se reduce hoy día en la práctica a tres procesos, a saber: *amalgamacion, cianuracion i cloruracion*. Los dos primeros forman, por decirlo así, uno solo i son los mas comunmente aplicados en la extraccion del oro de los minerales que lo contienen.

Los minerales se pueden clasificar en minerales oxidados i sulfurados. Los últimos son compuestos de piritas de fierro i cobre i son jeneralmente los mas difíciles de beneficiar.

El primer paso en el tratamiento metalúrgico de los minerales de oro es la molienda, la que se efectúa en los pisones de gravedad; el pison de vapor es raramente aplicado en la metalurgia del oro. El mineral molido es amalgamado en planchas de cobre, amalgamadas o electro-plateadas, o en aparatos amalgamadores, predominando los primeros. Los metales preciosos, tales como la plata i el oro, son colectados por el mercurio, aunque no en su totalidad; i se puede decir que gran parte del oro contenido en los minerales es refractario a la amalgamacion; este hecho es especialmente exacto cuando se benefician minerales piritosos, aunque hayan anteriormente sido calcinados.

La amalgama es separada del resto del mineral, el que se pulveriza en el molino de tubo, aparato moderno en uso jeneral hoy día; el molino de bolas es escasamente usado. Los cilindros reemplazan a veces a los pisones; en este último caso no se amalgama i la molienda se ejecuta en soluciones de cianuro.

La pulverizacion va seguida de una clasificacion hidráulica, llevada a cabo en clasificadores de diferentes formas i tamaños. Los productos de esta clasificacion son dos: *arenas i slimes o lamas*. Las arenas son productos finísimos, pero que se pueden decantar; las *slimes* o lamas permanecen en suspension en el agua. La separacion de las arenas i lama es, pues, relativamente fácil.

Los establecimientos mas modernos usan el clasificador «*Dow*», que difiere grandemente de los clasificadores hidráulicos en uso; este clasificador será descrito en un estudio sobre la «cianuracion» en los Estados Unidos, que actualmente preparo.

Las arenas se tratan con soluciones débiles de cianuro de potasio, en estanques provistos de un fondo falso perforado, cubierto con paño o materias filtrantes. La solucion pasa al traves de dichas arenas disolviendo el oro o plata i formando cianuros dobles de potasio i oro o plata. Las «*slimes*» o lamas se mezclan en estanques apropiados con las soluciones de cianuro, se ajitan, i, por medio de bombas, se trasportan a prensas mecánicas de filtracion, o bien, se tratan por medio de los procedimientos «*Butters-Cassel*» o «*Moore*». En ambos procesos se filtran dichas *slimes*, formando el vacío por medio de bombas neumáticas; las soluciones atraídas por la accion aspirante pasan al traves del

filtro, mientras que el residuo permanece en el filtro, formando así un «cake», el que se lava primero con soluciones de cianuro i despues con agua.

Los minerales sulfurados son a veces previamente calcinados, pero jeneralmente nó, i solo se les pulveriza cuidadosamente tratando de producir la mayor cantidad de lamas posible.

Es necesario lavar el mineral con soluciones alcalinas para neutralizar los ácidos minerales que destruyen el cianuro de potasio; a esto hai que darle especial importancia cuando se benefician piritas.

Se ha demostrado que el cianuro necesita oxígeno para disolver el oro i la plata, motivo por el cual éste se introduce, ya sea suministrando aire comprimido a los estanques, aire que sirve tambien para ajitar las soluciones, o ya trasladando las soluciones de un lugar a otro por medio de bombas centrífugas con válvulas de aire.

Las soluciones que contienen el oro i plata van a estanques separados, i desde allí a las cajas de precipitacion; estas cajas contienen virutas de zinc que precipitan el oro i la plata de las soluciones de cianuro. (Se precipita tambien con polvos de zinc; el precipitado se recoje en prensas de filtracion). La presencia de una gran cantidad de cobre en las soluciones exige la precipitacion electrolítica, la que se lleva a cabo usando electrodos de plomo, fierro o estaño. (El plomo usado es peróxido de plomo).

El oro i plata precipitado en el zinc es purificado de diferentes maneras; ya sea por medio de la fundicion, en la que se oxida i escorifica el zinc, o ya sea por medio de la vía húmeda.

A veces es mas económico emplear cianuro de sodio en vez de cianuro de potasio, tal cual es la práctica seguida en el Oro en Méjico que, dicho sea de paso, es considerada como la mas moderna de las instalaciones de cianuracion.

Hace poco tiempo atras, se creía erróneo el pulverizar el mineral, por cuanto se daba lugar a la formacion de una gran cantidad de lamas que eran difíciles de beneficiar por medio del antiguo procedimiento de decantacion; hoy dia, gracias a los procesos de filtracion mecánica i a los procedimientos de Butters i Moore, ese inconveniente ha desaparecido por completo.

Es ésta la práctica moderna resumida en pocas palabras; la precipitacion electrolítica se jeneraliza rápidamente en aquellas localidades donde los minerales contienen cobre, el que es disuelto por el cianuro; en este caso la precipitacion por medio del zinc es sumamente difícilosa i molesta.

El progreso de la cianuracion en Méjico, Canadá i Estados Unidos es sorprendente; estos paises producen anualmente al rededor de 349.873.775 pesos de oro chileno. De esta produccion, cerca del 50% se estraee por medio de la cianuracion; es éste tambien el proceso usado como complemento de la amalgamacion en las grandes i ricas minas de Sud-Africa.

La mina mas grande de oro en el mundo es la famosa «Homestake», situada en los Estados Unidos en el Estado de South Dakota; en dicha mina se estraen anualmente 1.398.100 toneladas de mineral, que se benefician por medio de la amalgamacion i cianuracion, obteniéndose 15.663.267 pesos chilenos en metales preciosos (prácticamente oro). La compañía realiza una ganancia

anual que fluctúa al rededor de 8.160.000 pesos chilenos. Esta mina tiene 480 metros de profundidad i una reserva de minerales que se estima en 30.000.000 de toneladas, lo que le asegura una produccion constante por mas de 20 años. La mina ha pagado en dividendos hasta la suma de 66.406.652 pesos.

La extraccion se hace por medio de la amalgamacion i cianuración; la instalacion de amalgamacion tiene 1.000 pisones de gravedad en trabajo continuo; el tratamiento de las lamas o *slimes* en la planta de cianuración se lleva a cabo en prensas filtrantes patentadas por el jerente de la compañía, el distinguido metalurjista Mr. M. C. Merrill.

La mina que le sigue en importancia es la «Sinmer and Jack», en el Transvaal (Sud-Africa). En esta mina se explotan mensualmente 62.300 toneladas de minerales, que contienen \$ 1.524.024 en metales preciosos; el beneficio se ejecuta de la manera ya descrita, dejando una ganancia neta de 672.165 pesos mensuales.

El descubrimiento de las ricas minas de oro en Goldfield, estado de Nevada (E. U. de A.), i la instalacion de las grandes plantas de cianuración en ese distrito, ponen mas de relieve la bondad de los procesos combinados de amalgamacion i cianuración. Las riquezas de estas minas, que pronto tendrán fama universal, queda demostrada citando el hecho de que un carro de ferrocarril cargado con mineral de estas minas produjo la suma de 2.000.000 de pesos chilenos en metales preciosos.

La cloruración, o sea el proceso en que el oro es extraido de los minerales que lo contienen por medio del cloro, es estensivamente usado en Colorado (E. U. de A.) en el beneficio de los teluros de oro de Cripple Creek.

En este mineral se explotan 60.000 toneladas de minerales que contienen 5.705.400 pesos en metales preciosos; de esta produccion cerca de 40.000 toneladas se benefician por medio de la cloruración. El cloro es jenerado en los barriles en que se ejecuta la operacion, agregándoles cloruro de calcio i ácido sulfúrico. El cloro forma cloruros de oro i plata; el oro es precipitado por medio del hidrójeno sulfurado ( $H_2 S$ ); el que a su vez se jenera disolviendo sulfuro de fierro en ácido sulfúrico.

La práctica en Cripple Creek consiste en cargar cada barril con 20.000 libras de mineral, 10.000 libras de agua, 200 libras de ácido sulfúrico i 100 libras de cloruro de calcio. El barril revuelve sobre sí mismo por cerca de dos horas i media, al cabo de las cuales se hace pasar la solucion a traves del filtro del barril, siendo bombeada a los estanques de precipitacion. El hidrójeno sulfurado, jenerado de la manera ya indicada, pasa al traves de la solucion precipitando el oro; el exceso se combina con el cloro libre, formando ácido clorhídrico i liberando el azufre.

En Cripple Creek una libra de sulfuro de fierro i dos i media libras de ácido sulfúrico jeneran hidrójeno sulfurado en una cantidad tal que precipita el oro de una tonelada de solucion. El costo total del proceso, incluyendo gastos de oficina, capitalizacion de las instalaciones, es de 7,80 pesos chilenos por tonelada de mineral beneficiado; el costo de la mano de obra en Cripple Creek es de 7 a 9 pesos por jornales de 8 horas.

En varios establecimientos el cloro se produce descomponiendo cloruro de sodio por medio de la electrolisis, obteniéndose como producto secundario soda cáustica.

Las ventajas de la cloruración sobre la cianuración i amalgamación parecen consistir principalmente en la mayor rapidez de la operación i en la molienda, que no necesita ser tan extremadamente fina como para la cianuración; sin embargo, Cripple Creek es tal vez el único de los minerales de oro que ofrece instalaciones sistemáticas de cloruración en grande escala. Aquí, como en la mayoría de las de plantas de cianuración, los precipitados se calcinan i en seguida se funden en crisoles de grafito.

Estos tres procesos forman, prácticamente hablando, la hidrometalurgia del oro i parte de la plata, aunque hai infinidad de procedimientos, tales como la *bromo-cloruración*, la *bromo-cianuración* i tantos otros, que no han alcanzado todavía éxito en la práctica. Se jeneraliza, sin embargo, hoy día, el uso del acetato de plomo en las soluciones de cianuro, tal cual se practica en el Oro en Méjico

Otro de los procesos modernos para el beneficio de los minerales de oro es la fundición pirítica; no se debe confundir esta fundición con la fundición pirítica de los minerales de cobre. En la fundición pirítica de los minerales de oro no se tiene por objetivo el formar un eje lo suficientemente rico en cobre para que sea apto para su bessemerización; sino que es la fundición que tiene por objeto la formación de un eje que contenga cierta cantidad mínima de cobre para que pueda servir de colector a los metales preciosos. Parece que un eje de fierro no es un buen colector.

En otras palabras, la fundición pirítica de los minerales de oro es el proceso de fundición por medio del cual se funden minerales de oro (oxidados o sulfurados), agregando piritas que contengan cobre en cantidad necesaria para formar un eje que actúe como colector del oro i de la plata. En esta fundición el azufre i el fierro pueden o no pueden servir de combustible, segun sea el caso. Así, un exceso de piritas, i por lo consiguiente, de fierro i azufre (caso mui poco comun en la metalurgia del oro), puede ser aprovechado usando un gran volumen de aire que forzará la operación, oxidando gran parte del fierro i del azufre (80 a 90%) del lecho de fusión, suministrando así el calórico requerido por la operación. Un exceso de minerales silíceos (caso jeneral en el beneficio de minerales de oro), no permite aprovechar el calórico que se desprenderia de la oxidación de las piritas, por cuanto el fierro i el azufre que ellas contienen se necesita en la formación del eje colector; seria absurdo, en este caso, provocar una oxidación forzada. El caso ideal es aquel en que metales preciosos estén contenidos en piritas bastante puras con lei de cobre, en cuyo caso, la fundición es realmente pirítica i pasa a ser clasificada en la metalurgia del cobre.

El mineral de oro de los Black-Hills (South Dakota, Estados Unidos de América), mineral donde está situada la famosa i rica mina *Homestake*, ofrece un caso interesante de fundición pirítica de minerales de oro. El establecimiento está situado en Rapid City i funde minerales que prácticamente no contie-

nen piritas. La pirita de fierro viene desde Colorado i el cobre, en forma de productos de la concentracion, viene desde Butte (Montana).

Los minerales silíceos se mezclan en proporciones convenientes con estos materiales i se funden en hornos de manga del tipo rectangular, formado por camisas de agua. Como producto de la fundicion se obtiene un eje colector de los metales preciosos que contienen 10 % de cobre como máximo i 48 a 50 % de fierro. La escoria contiene 50 % de sílice i 16 a 18 % de fierro; el resto lo forman las bases térreas, entre las cuales predominan la cal i la alúmina; el gasto de combustible varía con la cantidad de piritas en la carga i el grado de oxidacion producida; el límite superior es de 10 % de la carga i el inferior es de 2 %.

Este sistema de fundicion, clasificado como fundicion *semi-pirítica*, se jeneraliza dia a dia; ademas del establecimiento ya nombrado i de los de Golden, Silverton, Duray en Colorado (Estados Unidos de América) hai en Méjico tres o cuatro establecimientos de esta especie.

La metalurgia de la plata no ha reaccionado, debido indudablemente al bajo precio de este metal. La práctica moderna consiste, ya sea en el beneficio por medio de la amalgamacion o cianuracion, o ya sea en la fundicion, usando plomo como colector.

El primero de estos procesos es extensivamente usado en Méjico (amalgamacion i cianuracion), en donde ha suplantado a los viejos e históricos procesos de Patio i Arrastra. Como anteriormente dijimos, la amalgamacion se puede efectuar en el mortero mismo del pison o fuera de él, en planchas o mesas amalgamadoras o en aparatos amalgamadores. Cuando la amalgamacion se efectúa en el mortero del pison, éste deja de ser, por decirlo así, una máquina rápida de molienda. El mortero es jeneralmente alto i la salida o descarga está situada en su parte alta; el zapato es mui pesado i cae desde una altura de 15 a 18 pulgadas con suma lentitud. Las planchas amalgamadas se colocan en la parte delantera i posterior del pison. Este sistema de amalgamacion es practicado en Colorado en el beneficio de las piritas auríferas de Gilpin County.

La amalgamacion fuera del pison es la mas apropiada para el beneficio de minerales arjentíferos: en este caso el mortero del pison es bajo, el zapato es pesado i cae de una altura de 4 a 6 pulgadas con suma rapidez; este sistema de amalgamacion es usado en el Estado de California. En Guanajuato i el Oro en Méjico, la amalgamacion se lleva a cabo en planchas de cobre amalgamadas, colocadas dentro del pison i fuera de él.

La lejiviacion de los minerales de plata por medio del hiposulfito de soda tiende a desaparecer rápidamente; las calcinas clorurantes que este proceso exige en la mayoría de los casos dan lugar a grandes pérdidas de los metales preciosos. Ambos procesos han sido sustituidos por la fundicion, usando plomo como colector, en el gran mineral de Broken Hill (Australia) donde eran, en época no mui remota, sumamente usados.

Los minerales sulfurados de plomo, (arjentíferos o no), se calcinan i se funden en seguida en hornos de manga, mezclados con minerales de plata, oro o cobre. La calcina de estos minerales, era, hasta hace pocos años, un problema

metalúrgico sin solución económica; hoy día está resuelto con el éxito de los procedimientos «Huntington-Herbelein» i «Carmichael Bradford». En el primero de estos procesos la calcina se lleva a cabo agregando carbonato de cal; i en el segundo, agregando sulfato de cal.

La tuesta oxidante se ejecuta en dos operaciones: la primera se lleva a cabo con el auxilio de combustible carbonífero, en hornos mecánicos de calcina; la segunda, se lleva a cabo sin agregar combustible, en aparatos especiales llamados convertidores. El mineral caliente de la primera operación se le somete a la acción del aire comprimido; la oxidación de la galena suministra el calor necesario para semi-fundir i aglomerar la carga, la que se chanca i se funde en hornos de manga, usando una atmósfera reductente.

El papel que el carbonato i sulfato de cal juegan durante la tuesta oxidante de los minerales parece ser de un carácter meramente físico; ejerce una fuerza catalítica, es decir, facilitan una reacción química (la oxidación del sulfuro de plomo), sin tomar ellas parte alguna en dicha reacción. Ultimamente se ha descubierto que la sílice posee la misma propiedad, motivo por el cual en varios establecimientos no se agrega cal a las mezclas de calcina.

La plata se extrae del plomo por medio del conocido proceso de Parke. La plata i el oro se separa uno de otro por medio de la refina electrolítica. El proceso primitivo de Moebius, patentado en 1885, es todavía extensivamente usado en Alemania i en ciertas refinerías de los Estados Unidos (Pittsburg-Pensylvania). La electrolisis en este procedimiento consiste en una solución de nitrato de plata i cobre i ácido nítrico libre, diluido. Los ánodos se disuelven rápidamente, i la plata, usando corrientes de gran intensidad, se deposita en la forma de hermosos i brillantes cristales. La refinería de Pittsburg produce 50.000 onzas de plata diariamente; cada caballo de fuerza en energía eléctrica deposita 4,66 libras de plata por hora.

El nuevo proceso de Moebius, en uso en las refinerías de Nueva Jersey, no difiere del antiguo sino en el arreglo o disposición de los electrodos i en la composición de la electrolisis, que aquí es una solución diluida de nitrato de soda o potasa, acidulada con ácido nítrico o sulfúrico.

El oro en este proceso electrolítico, como también en la refina electrolítica del cobre no se disuelve; se obtiene en la forma de un residuo negro asociado a otras impurezas, tales como platino en la refina electrolítica de la plata o plata, platino i bismuto en la refina electrolítica del cobre, etc. El afinado o purificación del oro se llevaba a cabo por medio del procedimiento *Pettenkofer*, en el cual se disolvía el oro por medio del agua régia. Es bien conocido el hecho de que, tratando el oro con agua régia, el oro con el platino presente se disuelven, mientras que la plata permanece insoluble al estado de cloruro argéntífero. El oro se precipita de la solución por medio del cloruro de fierro i el platino por medio del fierro metálico. Este proceso se usa hoy día para afinar el oro producido en las refinerías electrolíticas de cobre, aunque ha sido suplantado en las refinerías de Norddeutsche Affinerie en Hamburgo i en la de Frankfort en Alemania, i en la mayoría de las casas de moneda de los Estados Unidos, por el procedimiento electrolítico de *Wohlwill*, en el que la electrolisis consiste en una

solucion caliente de ácido clorhídrico diluido i los catodos están formados por planchas de oro electrolítico.

La metalurjía del cobre es la que, sin ninguna duda, ha progresado mas durante los últimos años. El uso del horno de manga se ha jeneralizado rápidamente; dicho horno difiere hoy dia del de la misma especie usado en la fundicion de minerales de plomo, que trabaja en una atmósfera que podemos llamar oxidante; no se puede negar que cierta accion reducente tiene lugar en el foco del horno, debido a la cantidad de coke usada (10% de la carga); pero la accion oxidante predomina sobre la reducente i es, en ciertos casos, tan marcada, que jenera la mayoría del calórico necesario para la fundicion. El tipo de horno jeneralmente usado es el rectangular formado por camisas de agua. *Water-Jacket*. El horno de este tipo construido de mayores dimensiones hasta la fecha, es el gran horno de Anaconda de 26,40 metros de largo por 1,32 de ancho i 6,75 metros de altura; este horno colosal funde en 24 horas *tres mil toneladas de carga*, consumiendo como máximo 300 toneladas de coke.

En Butte (Montana, Estados Unidos de América), la fundicion de minerales de cobre ha alcanzado un alto nivel de perfeccion; la gran *Compañía Amalgamated* tiene en los alrededores de Butte dos grandes i magníficas instalaciones: una de ellas es el establecimiento de Anaconda, de una capacidad máxima de 10,600 toneladas diarias.

El establecimiento de Anaconda, durante los últimos meses, ha fundido diariamente diez mil toneladas de mineral con el ausilio de 5.400 toneladas de materiales, tales como flujos calcáreos, coke, carbon, etc., produciendo 600 mil libras de cobre refinado. Cerca de 7 mil toneladas van al desmonte del establecimiento, en forma de escorias o relaves de la concentracion; en estos residuos se pierden alrededor de 6 o 7 mil libras de cobre diariamente. La produccion total de la Amalgamated para el año que terminó en junio de 1907, fué de 275 millones de libras de cobre refinado, es decir, el 30% de la produccion anual de los Estados Unidos; la ganancia neta de la compañía se fija en *42.463.200 pesos de nuestra moneda*.

En el estado de Arizona (Bisbee, Clifton i Globe), la fundicion de los minerales de cobre se lleva a cabo en grande escala; los establecimientos de la Copper Queen C.<sup>o</sup> i Arizona Copper C.<sup>o</sup>, funden la mayoría de sus minerales en hornos de manga del tipo rectangular; aquí como en Cananea (Méjico) la cantidad de coke usada es, mas o ménos, equivalente al 8% de la carga.

En el estado de Utah, la fundicion de los minerales de cobre presenta diferentes caractéres; los minerales de esta rejion contienen gran cantidad de galena, motivo por el cual la fundicion se ejecuta produciendo al mismo tiempo plomo metálico, que sirve de colector a los metales preciosos, i ejes de baja lei (20 a 30%); estos ejes son refundidos i en seguida bessemerizados.

En estos tres estados los minerales beneficiados son jeneralmente pobres, por lo que exigen una concentracion previa; la concentracion por agua deja aun mucho que desear. En Arizona, los residuos de la concentracion son sometidos a la lejiviacion por medio del ácido sulfúrico; el establecimiento de la Arizona Copper C.<sup>o</sup> beneficia anualmente 49.408 toneladas de residuos de la preparacion



o tratamiento mecánico, produciendo 1.263.605 libras de cobre. El establecimiento de Anaconda refundia la parte mas rica de esos residuos; dichos productos se obtenian por decantacion de los relaves en canchas apropiadas. Hoi dia, con el alto precio del cobre, se cree posible lejiviar el total de los residuos, i, con este fin, se construye en dicho establecimiento una planta de lejiviacion; el ácido sulfúrico se puede jenerar allí mismo. Al presente se pierden en Anaconda 2.500 toneladas diarias de azufre; el consumo mundial de ácido sulfúrico se estima en 400 toneladas diarias: en Anaconda se puede producir cuatro veces esa cantidad.

Cuando los minerales se encuentran asociados con una gran cantidad de piritas de fierro, la fundicion es mas económica; ella se lleva a cabo en su mayor parte con el calórico jenerado por la oxidacion del fierro i el azufre de las piritas. Este sistema de fundicion se asemeja mucho a la bessemerizacion de los ejes de cobre; fué planteado en 1879 por Mr. John Hollway i prácticamente resuelto en este pais i Australia, hace cuestion de tres o cuatro años atras. Hoi dia la fundicion esencialmente pirítica se práctica con éxito en Keswick (California), Ducktown (Tennessee) i Monte Lyell en Tasmania (Australia). Los tres establecimientos siguen una práctica diferente: así, en Mt. Lyell se produce un eje de 45 a 50 % en una sola operacion con el ausilio de 1 % de coke i usando aire frio; en Keswick se produce un eje de 40 % de cobre en una sola operacion, usando aire caliente i gastando 0,5 % de coke; i, por último, en Tennessee el eje de 50 % se produce mediante dos fundiciones con un gasto total de 2 a 3 % de coke i usando aire frio.

El uso del aire caliente es aun mui discutido: Mr. Stick, uno de los *pioner* de la fundicion pirítica, protesta enérgicamente contra su uso. Sin embargo, en Mt. Lyell cuando no era posible conseguirse flujos silíceos con lei de cobre (tales como los que en la actualidad se consiguen), el uso del aire caliente se creia necesario para obtener una buena concentracion del cobre en el eje. Hoi dia los flujos silíceos que se usan para escorificar la gran cantidad de fierro oxidado durante la operacion, contienen de 8 a 9 % de cobre i 75 % de sílice; la pirita de Mt. Lyell es de lei de 2,35 % de cobre, por término medio.

Los caracteres principales de este sistema de fundicion residen en la formacion de un síngulo-silicato de fierro pobre en bases térreas i en una oxidacion forzada i continua. El lecho de fusion del horno pirítico debe asemejarse, en cuanto sea posible, a la composicion ideal que sigue:

Fierro.....	30 %
Azufre.....	33 »
Sílice.....	26 »
Bases térreas.....	8 »
Coke.....	1 »
Cobre i demas minerales.....	2 »

La fundicion de minerales de cobre en hornos de reverbero es todavía usada en condiciones especiales i claramente definidas: así en Montana, Utah i

Arizona, se obtienen como resultado de la concentracion mecánica de los minerales ciertos productos finísimos, productos que en los hornos de viento serian arrastrados por la accion o tiraje de la corriente de aire, a no ser que se los trasformase en *briquettes* o ladrillos; dicha operacion es costosa, por lo que jeneralmente se prefiere fundir dichos minerales en hornos de reverbero. El atmósfera del horno de reverbero es neutral, así que no se puede volatilizar gran cantidad de azufre, motivo por el cual los minerales piritosos o simplemente sulfurados tienen que ser previamente calcinados o, mas bien dicho, tostados.

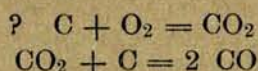
La tuesta oxidante es una operacion sencilla; hoi dia se la ejecuta en hornos mecánicos; el que mas ventajas ofrece es el horno cilíndrico de Mac Dougal, reformado por los señores Evans i Klepetko. Este horno no exige ausilio de combustible carbonífero i es de fácil construccion, siendo usado en la mayoría o casi la totalidad de los establecimientos modernos.

El tipo de horno de reverbero mas usado en este pais es el de Anaconda, aunque no de tan grandes dimensiones. Los hornos de Anaconda son de 35 metros de largo por 5,80 de ancho. Las ventajas de estos grandes hornos están representadas por la produccion de grados mas altos de temperatura que los comunmente usados i por el aprovechamiento mayor del calórico jenerado con el establecimiento de un trabajo continuo.

En Arizona se quema petróleo en vez de carbon en los hogares de los hornos.

En Montana se funde tambien en hornos de reverbero, usando gas como combustible (Great-Falls). El gas se jenera en aparatos especiales llamados productores.

El productor tiene jeneralmente forma cilíndrica i está provisto de un alimentador automático; el exijeno del aire que se introduce se pone en contacto con el carbono incandescente del combustible que se trata de gasificar, formando así ácido carbónico. El gas carbónico reacciona en la parte superior del productor sobre el carbono del combustible i se reduce a monóxido de carbon:



En la práctica, sin embargo, el gas jenerado contiene cierta cantidad de ácido carbónico (7%). El productor jenera tambien otro gas que se acostumbra llamar *gas de agua*. La manera de producirlo consiste en introducir al productor vapor de agua en vez de aire:



Ambos gases se jeneran alternativamente; la jeneracion del segundo enfria rápidamente al productor, razon por la cual se produce siempre mayor cantidad del primero.

Las aplicaciones del gas no se limitan a la fundicion de minerales de cobre, sino que a la fabricacion del acero i a su uso jeneral hoi dia en el movimiento de maquinaria.

Los ejes de cobre producidos por cualesquiera de los procedimientos ya nombrados, son universalmente bessemerizados, es decir, transformados en cobre metálico en convertidores. La operación no exige gasto de combustible en absoluto; los ejes pasan de los antecrisoles a los convertidores; el oxígeno del aire que se introduce produce una oxidación vigorosa del azufre i fierro i, al cabo de una o dos horas, la operación ha terminado. En Anaconda se han reducido ejes de 40% a cobre bruto en 1 hora i 40 minutos; el cobre que se obtiene es de 99,17% de fino. Hai establecimientos cuya práctica consiste en reducir ejes de 35%, i parece que se podría intentar con éxito la reducción de ejes de 30%. Ambos tipos de convertidores son indistintamente usados, i sería difícil decir cuál es el mas ventajoso.

El tratamiento de los ejes de cobre en convertidores es, se puede decir, universalmente aplicado en este país; el único de los establecimientos, entre los que personalmente he visitado, que no sigue esta práctica, es el de *Argo* en Denver (Colorado). En este establecimiento los ejes son bastante ricos en plata i oro; la plata se extrae por medio del proceso de «Augustin», o bien los ejes se calcinan para formar sulfato de plata, el sulfato de plata se remueve en seguida por medio de agua. El eje restante se reduce a cobre negro i la separación del oro de este cobre se ejecuta por medio de un procedimiento secreto que parece fundarse en el hecho de que, si cobre metálico se funde con piritas auríferas, el oro pasa en casi su totalidad al botón de cobre que permanece metálico. De esta manera parece que en *Argo* se concentran grandes cantidades de oro en cantidades relativamente pequeñas de cobre.

El cobre metálico, durante los diferentes procesos de fundición que hemos revistado a la lijera, ha servido de colector a los metales preciosos i contiene, además, cierto número de impurezas que lo inutilizan para sus vastas aplicaciones en la electricidad, por lo que exige una refina electrolítica.

La electrolisis es, en este procedimiento, una solución ácida de sulfato de cobre i el cátodo es una plancha de cobre electrolítico. El sistema múltiple tiene sus ventajas sobre el sistema de series; la mas interesante de ellas es que no exige ánodos refinados como el proceso de series. En el sistema múltiple, los ánodos se modelan con cobre de los convertidores, i el cobre refinado por este proceso contiene 99,96% de fino. Las corrientes usadas varían de 3 a 10 amperes por pie cuadrado de cátodo área. Los mejores resultados obtenidos en la práctica han sido de una eficiencia de 96%; de manera que una corriente de 8,15 amperes por pie cuadrado de cátodo área deposita media libra de cobre por pie cuadrado en 24 horas. El voltaje depende naturalmente del número de estanques i de la manera que están dispuestos; generalmente un estanque que contiene 60 electrodos necesita una fuerza electro-motriz de 12 volts. El oro i la plata en este proceso se recojen en la forma de un residuo que se deposita en el fondo de los estanques i que contiene, además, cobre, plomo, platino, etc. La separación de estos diversos elementos se ejecuta por medio de procesos químicos, tales como el del ácido sulfúrico diluido i sulfato de plata, usado en la refinería de la Baltimore Smelting and Refining Co., el proceso Thofehrn i el procedimiento usando ácido sulfúrico i aire, tal cual se practicaba en Ana-

conda. La separacion tambien se puede ejecutar por medio del proceso Moebus, para la refina electrolítica de la plata.

La concentracion mecánica de los minerales de cobre se lleva a cabo en este pais en grande escala, especialmente en la rejion del Lago Superior, donde la concentracion forma la base del proceso metalúrgico. En Montana, cerca del 90% del mineral extraido de las minas, se le somete a la concentracion; las características principales de este proceso consisten en la concentracion gradual, principiando con llamos que se clasifican con mas o ménos perfeccion en los trómeles i se concentran en cribas con descargadores automáticos. El mineral, despues de haber sido sometido a esta concentracion en grueso, es molido a un grado de tamaño inferior clasificado en trómeles de nuevo i en seguida concentrado en cribas apropiadas al diámetro de los granos del mineral. Este tratamiento se repite sucesivamente: hai productos que se clasifican en clasificadores hidráulicos; sin embargo, se les concentra en cribas; el uso de las mesas está destinado a esas *lamas* finísimas, la mayoría de las cuales son en extremo difíciles de concentrar. Hoi dia se injenian varios medios para beneficiar esas *lamas* o *slimes*; ya hemos hablado de la manera como ellas eran beneficiadas en Anaconda i Arizona.

La produccion de cobre durante 1907 será mucho mayor que la de 1906, especialmente en los Estados Unidos de América. La explotacion de los inmensos depósitos cupríferos de baja lei en Ely (Nevada) es un hecho que no puede pasar inadvertido. La Compañía «Cumberland-Ely and Nevada Mining Co.» tiene en sus minas la miseria de 30 millones de toneladas de mineral reconocido i dividido en macizos o puentes. La sociedad ha suscrito 60 millones de pesos para los trabajos preliminares i la ereccion del establecimiento de fundicion; dicho establecimiento, hoi en construccion, tendrá la misma capacidad que el de Anaconda, es decir, 10 mil toneladas diarias de mineral i estará dividido en 5 secciones de dos mil toneladas de capacidad cada una. El mineral es piritoso i contiene de 2 a 6% de cobre; se estima que el costo del tratamiento metalúrgico será tan bajo que la Compañía podrá poner su cobre en el mercado de Nueva York a un precio de 21 centavos chilenos por libra de cobre refinado.

La concentracion magnética es un problema prácticamente resuelto en el beneficio de los minerales de fierro. En Australia se separa magnéticamente las galenas arjentíferas de *Broken Hill* del zinc i de las piritas cupríferas; igual cosa se lleva a cabo en Butte (Montana) i en Puebla (Colorado), aunque los resultados no son del todo satisfactorios.

La electro-metalurjía está tomando un carácter práctico i por demas alagüeño. Entendemos por electro-metalurjía la accion química que resulta del paso de una corriente i la accion calorífica que la corriente enjendra u orijina. En la primera clasificacion están comprendidos todos los procesos electrolíticos a la lijera enumerados en este estudio. En la segunda, están comprendidos todos los procesos de fundicion eléctrica; la corriente aquí produce un levantamiento de temperatura capaz de fundir los minerales i separarlos así de la ganga o impurezas que los acompañan.

Lo que hace al horno eléctrico verdaderamente interesante en las operacio-

nes de *piro-metalurgia*, es, sin duda, su gran eficiencia. Los hornos de carbon, gas, petróleo, etc. tienen una eficiencia de 50 a 80%, mientras que el horno eléctrico jamás baja de 90%. Mr. Keller, ingeniero francés, ha patentado un horno eléctrico de soplete para la fundición de minerales de fierro. El establecimiento de «Livet» en la Praz (Francia) emplea el procedimiento Heroult para la fabricación del acero. El proceso Heroult se ha aplicado también a la fundición de minerales de cobre. Los experimentos se hicieron en Francia con minerales que contenían 7% de cobre, formando un eje de 45%.

La firma Keller, Leleux & Co. ha hecho ciertos experimentos con el horno Keller: 25 toneladas de mineral de cobre fueron fundidas en 24 horas con un gasto de fuerza eléctrica equivalente a 500 kw. Se emplearon de 5 a 7 kilogramos de electrodos por tonelada de mineral fundido.

La reducción del aluminio se efectúa en este país por medio del procedimiento Hall; las patentes exclusivas que restringían el uso del procedimiento espiraron el 2 de abril de 1906, por lo que el procedimiento hoy día es de uso público. La Aluminum Company of America, tiene tres establecimientos, situados: en las cataratas del Niágara; en Massena (Nueva York); i en Quebec (Canadá). La producción anual de la Compañía, que es la producción total de los Estados Unidos, fluctúa alrededor de 12 millones de libras.

El procedimiento Hall consiste de dos operaciones: durante la primera el óxido de aluminio es simplemente purificado en el horno eléctrico. Esta operación se ejecuta mezclando el mineral con carbon i fundiéndolo; las impurezas que son fierro, silicio i titanio se reducen i depositan en el fondo del horno; el horno es entonces transportado a un lugar frío i el óxido de aluminio se enfría poco a poco.

La *alúmina* así purificada ( $Al_2O_3$ ), se trata por medio de un proceso electrolítico en el que la electrolisis es un baño fundido de *cryolite* (fluoruro doble de aluminio i sodio) capaz de mantener en solución cerca de 26% de alúmina. El cátodo está formado por el fondo del horno revestido de carbon; el ánodo consiste en 48 carbonos de 15 pulgadas de largo i tres pulgadas de diámetro. Cada ánodo recibe 200 amperes; el aluminio se reduce i se deposita en el fondo del horno. Cada caballo de fuerza en energía eléctrica deposita 1,75 libra de aluminio químicamente puro.

Tal es, a grandes rasgos, la metalurgia moderna de los metales de mas uso hoy día; fácilmente se comprenderá que cada proceso aquí lijera mente descrito abraza algunas veces infinidades de operaciones elementales i complementarias, en cuya descripción sería inoficioso entrar.

Rapid City—So. Dakota, julio 15 de 1907.

IGNACIO DIAZ OSSA.



## Distribucion jeolójica i jeográfica del carbon en Chile

Desde el año 1905, época en la cual publicamos una lijera reseña sobre la formacion i estension de la zona carbonífera de Chile, hasta la actualidad, no ha habido ningun descubrimiento de cierta importancia sobre esta interesante materia.

Hemos seguido con suma atencion las exploraciones que algunas sociedades hacen por indicacion de notables ingenieros, en diversas comarcas de nuestro pais. Muchos de estos reconocimientos se han efectuado en rejiones que no habíamos tomado en consideracion en las conclusiones a que habíamos llegado; pero los principios que en ese entónces sostuvimos no han sido contradichos aun de un modo claro.

El carbon que se ha explotado hasta la actualidad en Chile pertenece a la variedad *Lignita* i los terrenos en que se encuentran se pueden dividir en zonas o rejiones.

### ZONA SANTA MARIA

En esta rejion se encuentra el mejor carbon de Chile i está limitada por el Norte con el rio Bio-Bio, por el Sur con Contulmo i por el Este la cordillera de Nahuelbuta.

Las propiedades de este carbon son las siguientes: Color negro gris a negro brillante, es compacto i tiene cierta disposicion en capas; su fractura es desigual, i su densidad varía entre 1 i 1,25; es opaco i da un polvo de color pardo; al soplete se quema fácilmente dando llama larga i clara, con abundante humo negro i de un olor desagradable; se consume en seguida en brazas que dejan mucha ceniza. Esta es de color blanco al amarillento i se compone de silicatos de aluminio, debido a la arcilla que acompaña al carbon; se encuentran ademas granos de cuarzo que proviene de la arenisca; el color rojizo de la ceniza se debe a la pirita de fierro i tambien a los carbonatos de fierro, siderita. Destilando el carbon en un matraz desprende materias bituminosas, óxido de carbono, ácido carbónico i agua que contiene un poco de ácido acético. Calentando el combustible, a alta temperatura, en un crisol tapado, deja como residuo un cok lijeramente aglomerado; pero si esta destilacion se efectúa a presion, se obtiene un carbon cok, mas o ménos bueno.

Esta lignita hace tomar a una disolucion caliente de potasa, un color pardo.

Por el color negro de sus humos se puede distinguir a mucha distancia el carbon que un buque consume.

El máximum de calorías que he encontrado en los carbones de esta rejion es de 6.500 i el mínimum de 5.500, segun el método de Berthier. El carbon fijo lo contiene entre 43 i 58 por ciento; los gases entre 28 i 43; el agua entre 3,5 i 5,5 i sus cenizas varían entre 2 i 11 por ciento.

Los anteriores datos numéricos corresponden al término medio de mu-

chos ensayos que hemos hecho sobre diversas muestras, de diferentes partes de los mantos de una misma mina.

Las principales pertenencias, de Norte a Sur, son: Puchoco, Playa Negra, Lota, etc. Un poco mas al sur de Lota se pierde el terreno terciario i se sustituye por el primitivo: representado por rocas de mica-esquita, gneis i filadas que contienen lentes de cuarzo lechoso; todas las anteriores se encuentran atravesadas por filones de dioritas. Esta formacion llega hasta el rio Carampangue, desde donde principian a aparecer los estratos del terciario que encierra algunos fósiles del secundario. Así se han encontrado en algunos cortes de la línea férrea, algunas variedades de ammonitas, que en otras partes del mundo corresponden a la gran era secundaria.

Al poniente del Carampangue se encuentran las minas de Arauco. Por el *sur* existen las minas de Colico, cuyos carbones son tan buenos como los de Lota i Coronel; i un poco mas al Sur están las minas de Curanilahue, que han dado mucho carbon de mui buena lei en calorías. Actualmente su explotacion presenta dificultades por la gran cantidad de fallas que botan sus mantos hácia abajo. Al SO. de Curanilahue i cerca del caserío de los Alamos existen algunos afloramientos que no han sido reconocido aun a profundidad.

Por el O. i S. del pueblo de Lebu se encuentran las minas de este nombre, que pertenecen a los señores Errázuriz, cuyo carbon se emplea en su totalidad en los establecimientos industriales de Guayacan. Esta formacion tiene en esta localidad un espesor de mas o ménos de 180 m. entre la primera capa i la última.

Al Este del pueblo de Lebu i a unos 500 metros se encuentra el mineral del Camaron.

Para reconocer i explotar este mineral se ha formado la Sociedad Victoria, de la cual los accionistas aun no sacan dividendo.

Creo que con un estudio mui detenido de la estratigrafía del cerro en que se encuentran los mantos de este mineral, se podrá averiguar con cierta exactitud la colocacion que tienen sus carbones. Decimos esto porque sus mantos se pierden frecuentemente por botamientos que en esta localidad se efectúan en dos sentidos, debido a la gran rajadura por donde corre el rio Lebu.

A una legua al Norte de Boca-Lebu i a unos cien metros al oriente de la punta Millaneco, se encuentra la mina de carbon de este nombre, cuyo mineral se extrae por un pique de unos 70 m. de hondura. La disposicion de las capas i la composicion de éstas son iguales a las, de Lebu, variando su grueso que en este mineral, toda la formacion tiene una potencia de 66 metros. En esta localidad existen dos pares de fallas, debido a dos fuerzas que han hecho presión en las capas en dos sentidos; porque sabemos que si sobre un cuerpo sólido i algo elástico se ejerce una fuerte presión en una direccion, el cuerpo se raja mas o ménos a 45° de la direccion de la fuerza, produciendo dos series de fallas, en que las unas son perpendiculares a las otras. Estos frecuentes botamientos hacen que la explotacion sea mui difícil en semejantes terrenos, tan llenos de fractura; es por esto que creemos que el mineral de Millaneco nunca será de gran importancia.

Tanto en la márjen derecha como izquierda del rio Lebu, existen muchos afloramientos de carbon; en algunos de éstos se han hecho lijeros trabajos, encontrándose a veces un manto como de un metro de espesor; pero a lo mejor que llevan la labor se les pierde el combustible sin encontrar vestijio de él; claro está que aquí se trata de fractura por donde se deslizó una parte del manto de carbon.

A unas ocho leguas al Norte del pueblo de Lebu, algo al Sur de la punta Yanes i a pocos kilómetros del mar, se encuentra el mineral de Huenapiden, que desde hace algunos años está en el mas completo abandono, por haberse agotado los capitales que se reunieron para su esplotacion, como igualmente el carbon.

El dinero se empleó, en su mayor parte, en la construccion de un magnífico ferrocarril i de un largo muelle de fierro. Todo se estudió en la superficie; pero se olvidaron completamente del estudio jeológico de esta rejion que, de seguro, les habria puesto en dudas de la poca estension de los mantos.

Una vez agotada la manifestacion de carbon hicieron un sondaje de 1,500 piés i habrian continuado en este trabajo si la broca no se les quiebra a dicha profundidad.

Estamos seguro, que si el ingeniero que dirijió este trabajo se hubiese fijado en los pocos fósiles que existen en las areniscas verdes en la punta Ianes, habria invertido, al cielo, el sentido del sondaje para haber tomado las capas que encierran el combustible.

El sistema de estratos que contiene el carbon descansan sobre una arenisca gruesa de color blanco, en parte, i verde en otras: los granos de cuarzo están unidos jeneralmente por cemento calizo.

Por sobre este límite de union se encuentran unas impresiones fósiles, por sustitucion, en que el cuerpo orgánico está completamente reemplazado por una arenisca de color verde amarillenta, que se esflora en el aire húmedo.

Esta impresion muestra en su superficie rugocidades mui parecidas a las raices de algunas plantas monocotiledóneas. Se le encuentra pegadas, por un lado, a una roca arenácea mui arcillosa i por el otro a una arenisca, que contiene finas guías de carbon de color negro brillante.

El profesor Rodulfo Amando Philippi encontró en la Quiriquina en 1880 un trozo de este fósil, que bautizó con el nombre de *Holothurites quiriquinal*. Iguales impresiones encontramos en Lebu, Millaneco i en la Isla de la Mocha, en las capas superiores de la formacion, inferiores al carbon.

Por estas impresiones se encuentra con facilidad el buen carbon en Chile, puesto que este mineral está sobre ellas.

#### ZONA QUIRIQUINA

El terreno que encierra el carbon, en esta zona, se encuentra al Norte del rio Bio-Bio. La formacion terciaria descansa en parte sobre aquellas filadas lustrosas i plegadas de Tumbes que no tienen fósiles i que ademas están atravesadas por guías i lentes de cuarzo. Por el poniente se encuentra sobre esa for-



macion particular, que encierra a la vez fósiles terciarios i secundarios; así en la isla de Quiriquina se han encontrado muchas vértebras i algunas aletas posteriores de mas de un metro, de *Plesiosaurus chilensis*, variedad de antiguos animales que poblaron el mundo en la era secundaria.

Por el poniente, sus areniscas verdes o amarillentas cubren la falda oeste de los cerros de formación granítica, de gneis, de mica-esquita o de filadas.

En Talcahuano se han hecho reconocimientos de alguna importancia; pero que no ha dado ningun resultado práctico hasta la actualidad i creemos que jamas lo darán.

Las minas de Cerro Verde, cercanas a Penco, son las de mayor importancia en toda esta zona, tanto en calidad como en cantidad; pero de ningun modo se pueden comparar a las del grupo de Santa María.

En Tomé se hizo un sondaje de 135 metros, que es el grueso del terreno terciario en esta localidad.

Las areniscas, en su parte superior, son de grano fino i están unidas por un cemento arcilloso i de color algo amarillento; miéntras que en la parte inferior su grano es mas grueso i unido por materias calcáreas.

En Dichato hai solo afloramientos, que se han explotado superficialmente. Tanto estos afloramientos como el de Tomé lo consideramos sin importancia.

Los carbones que se encuentran en esta zona tienen las siguientes propiedades: su color es negro gris i es brillante, cuando está recién quebrado el combustible; su fractura es desigual i se reduce fácilmente a pequeños fragmentos; calentado en crisol cerrado no se aglomera; en lo demas se parece a los del grupo de Santa María.

Los ensayes de estos carbones dan los siguientes resultados: tienen de 5.000 a 5.700 calorías; de 25 a 47 por ciento de carbon fijo; de 35 a 49 de gases; de 12 a 15 de agua i de 2 a 12 por ciento de cenizas.

En este grupo se puede colocar el mineral de Cobquecura, que nos dió el siguiente resultado:

Agua.....	4,7
Gases.....	38,9
Cok.....	38,9
Cenizas.....	17,5
	100,0

i 5.979 calorías.

Esta variedad de carbon es una lignita perfecta, porque no contiene restos orgánicos.

Esta pertenencia se trabaja desde el año 1905 por una Comunidad que formó el señor Enrique Terry.

Desgraciadamente nos tocó dar informe, cuando solo se habian gastado unos 7.000 pesos en reconocimientos.

Espondré aquí algunos párrafos de este informe, que pasamos el 19 de octubre de 1905.

«En primer lugar, diré a Ud. que la formación terciaria, que descansa so

bre la filada, se presenta en estos lugares como una curiosidad jeológica, con un grueso que varía desde algunos centímetros hasta 25 metros o mas.

«Ademas, las manifestaciones del carbon lignita, que se ven en mui pocos puntos i que se puede considerar como una curiosidad mineralógica, se compone de tres mantos, cuyo espesor varía entre 10 i 12 centímetros cada uno; en aquellos puntos que tiene todo su desarrollo la formacion, como lo es en la actual mina... el grueso de la formacion del carbon, en la mayor parte del terreno, es de dos a cinco milímetros».

Por los anteriores datos se podrá ver que se trata de un carbon que jamas tendrá un valor comercial, por no existir aquí una formacion apropiada.

Cerca de Chanco i de Constitucion han aparecido carbones que tienen ménos poder calorífico que el de Cobquecura, porque se encuentra mui mezclado con la arcilla.

Se han encontrado carbones en Llico, Hidango cerca de Alcones, en San Antonio i en muchos otros lugares al Norte del Bio-Bio.

#### ZONA VALDIVIA

Mui pocos afloramientos de esta clase de carbon se conocian hasta el año 1905, en esta zona; pero desde entónces a esta parte, se oye hablar con entusiasmo de los yacimientos que se encuentran en esta rejion.

La formacion que encierra este combustible se encuentra a cada lado de la cordillera de Nahuelbuta i frecuentemente algo retirada del mar.

Los carbones son compactos, de color negro gris, con un brillo i aspecto de azabache; se ven jeneralmente en este mineral delgadas fajas, en que solo varía la intensidad de su brillo; así hai fajas de un color gris oscuro i otras son de color negro gris mas claro; arde con poca llama i despide un olor penetrante; su fractura es conchoidea.

Desarrollan de 3.000 a 4.500 calorías, tiene de 14 a 20 por ciento de agua, de 31 a 37 de gases, de 25 a 36 de cok i de 3 a 24 por ciento de cenizas.

Se le encuentra en el terreno, a este mineral, en forma de lente.

Los principales yacimientos que se han encontrado hasta la actualidad son los de Nielol, Traiguen, Huimpil, Valdivia, Malalhue, Chumai, Huilma, cerca de Osorno, Lumaco, Ancud; se le encuentra en la isla de Huafo, en la costa de la Patagonia; a pocos kilómetros de Punta Arenas existe la mina de Loreto; hemos encontrado afloramientos en varias partes de la Tierra del Fuego, como en los rios Oro i Oscar, etc.

#### REJION DE NIELOL

En 1904 se han hecho sondajes en Nielol, rejion que se encuentra en la provincia de Cautin.

El ingeniero señor Pedro P. Cuevas fué el que dirijió estos trabajos de exploracion, en la quebrada de la Rapa. Sobre esta materia dice este ingeniero,

mas o ménos lo que sigue: los afloramientos de carbon se encuentran siempre en venas o en vetas separadas por capas de arcilla, algo dura.

La direccion de los mantos en la Rapa es de Este a Oeste, con una inclinacion al Sur. En los primeros 20 metros de sondajes el terreno se compone de arcilla i ripio. Desde los 27 metros se principian a encontrar guias de carbon, que arden con dificultad.

*Minas de Huimpil.* Se encuentran algo al Norte de la Rapa i hace poco mas de dos años que se principi6 a explorar nuevamente esta rejion, porque el ingeniero señor Schumacker hizo estudios mui serios en este lugar, sin haber llegado a ningun resultado.

Despues de un abandono de muchos años se logró formar en Santiago una nueva sociedad para explorar nuevamente los anteriores terrenos.

El carbon de Huimpil, por su aspecto i modo de quemarse, pertenece a la variedad antracita; tiene reflejos semi-metálicos, se reduce a pequeños fragmentos en el fuego i necesita mucho aire para hacerle arder.

Consideramos que este combustible no es mas que una lignita terciaria, a la que se le han ido los gases por el calor que le transmitieron las rocas eruptivas, en su salida.

Por los fósiles que se han encontrado en el terreno, se ve que éste pertenece a la formacion terciaria, i nó como aseguran algunos de que pertenece al hullero del primario.

Los que se interesen por mas datos pueden consultar el Boletin de la Seccion de Jeografia i Minas del año 1905.

En la *isla de Huafo*, que se encuentra algo al Sur de la isla de Chiloé, se ha encontrado una lignita de un color negro gris, de fractura conchoidea; en su masa se notan delgadas i paralelas fajas de un color mas oscuro. Este carbon se parece mucho a los de Nielol en su aspecto exterior.

Su ensaye nos dió el siguiente resultado: 16,8 por ciento de agua; 29,8 de gases; 46,7 de carbon fijo; 6,7 de cenizas, i su poder calorifico es de 4.800 calorías.

*Mina de Loreto.* Esta se encuentra situada mui cerca de Punta Arenas. Su carbon es compacto, de color negro gris, de fractura conchoidea a astillosa i da poco calor. Este carbon sale de la mina en trozos grandes; pero al poco tiempo de estar en contacto con el aire se reduce a pequeños fragmentos, lo que dificulta mucho su aprovechamiento en la industria; a esto se debe de que este grueso manto de carbon no sea explotado como merece. Ademas existen en este carbon pequeños núcleos de ámbar.

#### ZONA CORDILLERA DE LOS ANDES

Los combustibles de esta zona presentan todos los caracteres mineralójicos de la antracita i se encuentran jeneralmente en la Cordillera de los Andes o en sus contrafuertes. Así se le han encontrado hasta hoi en Talca, Curicó, Cordilleras del Principal, frente a Santiago, a San Felipe, a Illapel; en la Paloma

de Ovalle i en la Ternera de Copiapó. Existe tambien este mineral en algunos puntos de la Cordillera de la Costa; así, se le encuentra en Quilacoya, cerca de Concepcion i en Huimpil, de que hemos hablado anteriormente.

Las propiedades de este carbon son las siguientes: color negro brillante con reflejos en parte semi-metálico; su fractura es conchoidea; se reduce á pequeños fragmentos en el fuego; necesita mucho aire para quemarse i no da llama al arder. Su poder calorífico varía entre 5.100 i 7.500.

Al terreno en que se encuentra esta clase de carbon le dio Pissis el nombre de *formacion antracitosa*.

Por los fósiles que se han encontrado en los estratos inferiores, como en los superiores, se puede considerar a estos terrenos como pertenecientes a los últimos pisos del primario o a los inferiores del secundario.

Se han hecho algunos reconocimientos en las siguientes localidades:

*Mineral de la Ternera.*—Este mineral se encuentra en Cerro de Paipote, a unos 200 metros sobre la Quebrada de la Ternera, a 20 kilómetros de Púquios i a 1.870 metros sobre el mar.

Esta formacion se compone de 14 mantos de carbon, que son visibles en la superficie. Su rumbo es de S. SE. a N. NO., con una inclinacion de 45° i una potencia de 1,80 a 1,20. Las manifestaciones de carbon se ven en una estension de 100 metros, mas o ménos.

Se han hecho algunos trabajos de reconocimientos, por los años 1864. Actualmente existe un socavon de 350 metros, vertical a los mantos. A los 200 metros cortó la primera capa; en este punto se hicieron dos laboreos, uno a cada lado. La mayor hondura que han reconocido es de 40 metros.

Este carbon se encuentra encerrado entre estratos que tienen granos de cuarzo i de esquitos.

Estos datos los he sacado de un informe del ingeniero Señor Nossen.

De un ensaye que hicimos de este combustible, remitido por el señor Arturo Cantwell en agosto de 1907, nos dió el siguiente resultado: Agua, 5,5; gases, 7,5; carbon fijo, 59,3; cenizas, 27,7 por 100. Las calorías de este combustible de 5.100 indudablemente es algo baja con respecto a otros carbones de esta misma especie; pero esto se debe a la gran cantidad de cenizas que contiene.

Este mineral tiene todos los caracteres físicos de la antracita: su brillo es en parte semi-metálico, se reduce a pequeños fragmentos en el fuego, necesita mucho aire para quemarsè, i al arder lo hace con pequeña llama; ademas, su densidad es mui cercana a la de las antracitas.

Creo que un reconocimiento serio de esta rejion, despues de un estudio jeolójico, puede dar resultados a una sociedad que invierta algun dinero en este mineral.

#### ORÍJEN DEL CARBON EN CHILE

Las personas que se han ocupado de los combustibles, están de acuerdo en asignarle al carbon un oríjen orgánico.

Algunos aceptan la idea de la concentracion de grandes cantidades de

plantas que han sido arrastradas por las aguas i depositadas en la desembocadura en el mar de los antiguos rios jeológicos, parecen aquéllos tener razon, puesto que en el carbon se encuentra, de vez en cuando, trozos de árboles trasformados totalmente en este mineral; pero lo curioso es que haciendo un corte para estudiarlo al microscopio, se nota que las células de los tejidos del tronco se presentan sin deformarse. Esto no se puede aceptar, puesto que la densidad del leño convertido en carbon de piedra es varias veces superior a la de la madera, i para que se logre darle a un leño la densidad del carbon, se tendría que comprimirlo mucho deformándose por lo tanto completamente su tejido celular.

Otros jeólogos aceptan la idea de mares o lagos de poca profundidad, de temperatura algo elevada, adonde llegaban rios cuyas aguas arrastraban materias orgánicas de oríjen vegetal, en torno de la cual se desarrollan i alimentan microorganismos. Estos séres unicelulares se multiplican con mucha rapidez; ademas, hai que tomar en consideracion los siglos durante los cuales existieron las mismas condiciones jeológicas.

Solo de esta manera se puede concebir la falta casi absoluta de restos de plantas en el carbon. Algunos han logrado, despues de mucho trabajo, hacer delgados cortes del combustible para estudiarlos al microscopio a un fuerte aumento, descubriendo restos fósiles de microbios, encontrándose siempre una misma especie en carbones de un mismo período jeológico.


Por la cercanía al mar en que se encuentran casi todos los depósitos de combustibles terciarios en Chile, por la inclinacion que tienen sus mantos al Oeste, i por muchas observaciones que hemos recojido i que publicaremos mas tarde, hemos sacado en limpio de que las aguas que arrastraban estos restos de plantas, venian de un continente que hoy está sepultado en el mar Pacifico, cuyas cimas de sus Cordilleras pasaban de norte á sur por la que es hoi isla de Juan Fernández.

MIGUEL R. MACHADO.

Santiago, agosto 28 de 1907.

Jeólogo del Museo Nacional

---



---

## Los abonos artificiales

---

*El Mercurio* de Santiago del 1.º de agosto se ocupa en su editorial del salitre artificial, de la posible competencia que este producto de la industria química puede hacer al salitre natural de Chile.

Tratando de desvirtuar la idea jeneral en Europa i poco comun en Chile del éxito seguro que mas tarde o temprano tendrán las investigaciones, que, para la resolucion de este problema llevan a cabo numerosísimos hombres de

ciencia, dice que no hai que temer consecuencias peligrosas para este monopolio chileno en el mercado mundial.

Apoya esta creencia en una comunicacion del doctor Weitz, de Berlin, segun la que no hai una posibilidad *actual* de competencia en grande escala, i asegura que la fabricacion de los abonos artificiales sustitutos del salitre no sale de experimento. Deduce el editor, pues, del hecho que si aun el gran esfuerzo hecho por la ciencia no ha sido suficiente para lograr el fin deseado, que no hai temor de que éste llegue a realizarse. Es una consecuencia demasiado atrevida i aventurada sin base sólida, que probablemente será errónea.

Dice mas adelante para dar mas fuerza a su aseveracion, que para la produccion en vasta escala del salitre artificial el gran factor es la produccion de enerjía en proporciones enormes i al costo mas infimo, i concluye con el doctor O. N. Weitz que todas las caidas de agua de Europa no serian suficientes para la produccion del salitre que Chile solo interna en Alemania. Pero la dificultad de la escasez relativa de las caidas de agua no es mas que un detalle que se opone en su camino a la resolucion del problema i no debe dudarse de que las investigaciones científicas dirijidas a un fin no se detendrán ante él, i talvez influirá con mas rapidez en el perfeccionamiento de los métodos, que pudo haberse detenido en vista de menores dificultades.

Sin embargo, el editor no se siente seguro cuando dice que no hai temores de competencia de nuevos sustitutos del salitre, al escribir que la no existencia de este peligro deberia determinar al Gobierno a tomar la iniciativa de una nueva propaganda salitrera. Pero se engaña asimismo, pues si él cree necesaria esta propaganda es porque duda de la seguridad de que no existe ese temor. No tendria el Gobierno necesidad grande de esa preocupacion si tuviera la certidumbre de que el monopolio chileno no fuera a ser destruido. La inseguridad lo obliga a hacer esta propaganda, mas por evitar una competencia futura que por aumentar las entradas de la nacion.

Puede el editor estar mas temeroso todavía si se fija en un párrafo de una cita del representante de Chile en el último Congreso de Viena i que publica en ese mismo editorial: «No hai duda que la ciencia logrará encontrar medios i caminos para eliminar los inconvenientes que existen; mas cuándo esto habrá de ocurrir es todavía un enigma».

Los hombres de ciencia en Europa no dudan de que la fabricacion artificial del salitre a precios convenientes, para su produccion i consumo en gran escala, es un problema que tendrá que resolverse tarde o temprano. No pasa lo mismo en Chile, en que la mayoría de las personas entendidas opinan contrariamente i talvez con ménos razon o sin ella. Estas no deben olvidar que los continuos progresos de las industrias no se hacen a saltos, bruscamente, como si fueran hijos de la casualidad o de ideas repentinas, sino que son el resultado de pacientes i constantes investigaciones que han tenido siempre que vencer dificultades al parecer insalvables, pero que por fin, ante el empuje vigoroso de la enerjía humana, apoyado en la ciencia que el hombre crea i desarrolla sin cesar, han resultado vencidas con mayor o menor facilidad.

Podemos imaginarnos cuál será el esfuerzo de los investigadores en el estu-

dio de un problema que ellos creen de vida o muerte para la humanidad, como es el de procurarse los abonos nitrogenados indispensables para la nutrición i crecimiento de nuestros principales alimentos vegetales. Las energías que deben gastar para conseguir el buen éxito de sus trabajos, las ideas que les sujere el pensamiento de la importancia inmensa del trabajo en que están empeñados, el entusiasmo con que investigan, el aguzamiento de sus facultades ingeniosas, han de ser todas con seguridad muy superiores a las que gastarían en la resolución de un problema científico de interés simplemente comercial, i no debemos extrañarnos del buen éxito que estas investigaciones tendrán en un tiempo que seguramente no será muy largo.

Se suele citar a menudo como un ejemplo del progreso de industrias que han tenido la suerte que se espera para el salitre natural de Chile, las industrias, de ciertos colores vegetales que antes eran simplemente extractivas, como es hoy la del salitre chileno, i que en la actualidad han pasado a ser industrias químicas. Me refiero a los colores de índigo i alizarina, principalmente al último. La alizarina se extraía de las raíces de varias especies vegetales del género *Rubia*, cultivados en Europa, las Indias Orientales i Japon. El valor actual de los productos del suelo cultivado con esta planta se elevaba en Francia a más de 42 millones de francos; la alizarina natural extraída en Francia i que ésta exportaba representaba en 1868 más de 30 millones de francos, en 1876, solo 4 millones, actualmente la exportación de este producto es nula. Ha sido sustituida por la alizarina preparada artificialmente por medio del antraceno, que después de varios cambios químicos es transformado en alizarina.

No se debe creer que la resolución favorablemente comercial del problema de la fabricación del salitre sintético u otro abono nitrogenado equivalente, vaya a hacer sentir sus efectos con rapidez sobre la producción chilena del salitre. Si es verdad que la importancia de esta cuestión es vital i que esta condición aguza el ingenio de los investigadores i hace más rápida su resolución, sin embargo hai una consideración favorable para la industria chilena, i es el consumo siempre creciente del abono nitrogenado i que seguirá favoreciendo el desarrollo de ambas industrias rivales por mucho tiempo, antes que el precio i cantidad producida por los métodos químicos permitan que el abono artificial logre predominar sobre el salitre natural en los mercados del mundo.

El gobierno de Chile no debe engañarse i creer que no debe temer una competencia a nuestro salitre. Es patriótico admitir que la competencia se producirá i que el abono artificial nos vencerá en la lucha. No admitiéndolo, cuando llegue el día en que la industria chilena del salitre tenga que desaparecer, el gobierno chileno se encontrará con que gran parte de las rentas para los gastos de la nación habrán concluido, i a última hora se verá en la obligación de resolver talvez con dificultad problemas económicos complicados. Aunque la disminución del consumo i por consiguiente de la producción del salitre, será paulatina i el gobierno podrá disponer de tiempo para arbitrar medidas a fin de evitar consecuencias funestas, es una obra de prudencia i de buen tino no dejar para mañana lo que puede hacer hoy.

No se crea tampoco que el peligro está muy cercano, pero existe i vendrá.

Estudiémoslo, tratemos de alejarlo i disminuirlo. Podemos mejorar i aumentar la propaganda salitrera que se hace en el extranjero a fin de aumentar los mercados i disminuir el entusiasmo de los investigadores mal informados de nuestra riqueza. No dejemos que el peligro se manifieste repentino i hagámoslo desaparecer ántes de llegar. Hai aun bastante tiempo por delante. Podemos evitarlo, i si no lo hacemos, perderemos el derecho de quejarnos de sus resultados.

Sin embargo, fea cruzada, porque es egoísta, haremos con nuestra propaganda de salitre al tratar de evitar que dos investigadores, continuando sus trabajos, perfeccionen sus métodos, impidiendo el descubrimiento de una nueva industria, que probablemente no vendrá sola sino que acompañada de muchas otras accesorias cuyos beneficios llegarán hasta nosotros mismos.

Si miráramos nuestras necesidades con un criterio mas mundial que nacional, no adoptaríamos, sin duda, ese medio de evitar el peligro. Tendríamos que ser mas valerosos para buscar soluciones mas difíciles, porque serian ménos valiosas para nuestro erario, pero mucho mas honrosas ante los ojos de la humanidad progresista, mucho mas nobles ante los ojos de la ciencia, que es universal.

Estinguida la industria de la estraccion del nitrato de sodio natural de Chile, quedaria en pié, sin embargo, la mucho ménos importante del yodo que, actualmente, puede decirse, es secundaria comparada con la primera. La mayoría del yodo consumido en el mundo, escepto una pequeña parte que se extrae del *Kelp* (ceniza de plantas marinas, *varechs*), proviene de las oficinas salitreras, en que el costo de estraccion es mui reducido. El consumo mui limitado de este metaloide, comparado con la capacidad productiva de los establecimientos de beneficio, ha obligado a los productores, para mantener el precio estremadamente elevado comparado con el de produccion, a formar una *combinacion de yodo*; pero desaparecida la industria salitrera, el consumo actual del yodo, difícilmente podria mantener en actividad a todas las oficinas que hoy trabajan, pues la cuota de produccion correspondiente a cada una es mui pequeña: no todas las tienen. El resultado seria que manteniendo el precio actual, solo mui pocas podrian elaborarlo; las demas no admitirian entónces la combinacion del yodo; rota ésta, bajaria el precio a un minimum limitado por el costo de produccion; la produccion mayor que resultaria no podria consumirse en totalidad; talvez algunas dejarian de producirlo. Se estableceria, pues, un equilibrio limitado por el consumo i por el precio.

Es probable que en este estado de cosas, los industriales tratarian de mantener su produccion i se esforzarian por buscar nuevos mercados, por encontrar nuevas aplicaciones i usos en mayor escala, por encontrar métodos mas baratos de estraccion; tratarian de servirse del salitre en la fabricacion allí mismo de otros productos industriales, con el auxilio de recursos naturales como minerales, etc.

De este modo no solo se mantendria sino que tambien se desarrollaria la industria, i podríamos presenciar el hecho de que lo que hemos creído un mal para nuestro pais con la produccion mas ventajosa del salitre artificial redundaria en un evidente bien para nuestro progreso industrial.



Tienen, pues, los interesados en la industria salitrera, el gobierno chileno i los salitreros mismos, tiempo desde luego para precaverse contra el peligro de los abonos artificiales sin echar mano del recurso hasta cierto punto egoista de la propaganda salitrera. Debe fomentarse de algun modo el interes por las investigaciones científicas de problemas relacionados con la industria del salitre, en que hai un vastísimo campo de accion donde obrar, ya que nada o bien poco se ha hecho en este sentido.

La cátedra que actualmente se pretende crear en la Universidad de Chile para la enseñanza de la industria salitrera i para dar títulos de químicos i físicos industriales, podria ocuparse tambien de resolver problemas de esa clase en sus laboratorios, proponerlos a todos los hombres de ciencia i estudiar los que éstos ideasen i llevasen a cabo. Para estimularlos, el premio a sus trabajos seria una arma poderosa.

Habria interesantísimos problemas que resolver en favor de nuestro progreso i con honor para sus autores. Por ejemplo, entre numerosísimos, he aquí algunos:

Nuevos métodos de estraccion del yodo del caliche.

Estraccion del oro de sus minerales por medio del yodo o compuestos.

Empleo del yodo o compuestos en la hidrometalurjia del cobre, como precipitante, etc.

Empleo del yodo en la preparacion de esplosivos, como el yoduro de nitrógeno, etc.

Preparacion del ácido sulfúrico por medio del ácido sulfuroso i yodo i utilizacion del ácido yodhídrico formado.

Preparacion de ácido nítrico e hidróxido de sodio por medio del nitrato de sodio i empleo de ámbos cuerpos en la disolucion i precipitacion de minerales de cobre, etc.

Preparacion de oxígeno i cloro por medio de los percloratos, etc., etc.

No debe, pues, asustarnos la futura estincion de nuestra actual industria salitrera, i mirada la cuestion desde el punto de vista del desarrollo de nuestras demas industrias, que tendríamos que desarrollar para reemplazar a la que se va, resultaria hasta ventajosa!

Si no queremos creer que los abonos artificiales llegarán a sustituir al salitre chileno, poco honor hacemos al estado de desarrollo de las ciencias, oríjen de las industrias, casi ofenderíamos, si nuestra opinion valiera mas, a los investigadores científicos.

Tampoco nos atreveremos entónces a colaborar con éstos porque, desconfiando de nuestra capacidad, no sabremos ni intentaremos aprovechar los resultados fecundos de millares de luchadores que han traído el progreso al estado actual.

I respecto a nuestros investigadores, comparados con los de naciones mas progresistas i adelantadas, estamos en situacion mui superior para abordar cualquier problema, ya que aquí el campo de nuestras investigaciones está casi inexplorado. Con un esfuerzo mucho menor que en países mas adelantados, podemos, pues, llegar a elevarnos mucho en la escala del progreso i del bienestar

Pero necesitamos tener fé i confianza mui grandes en el feliz resultado de nuestras investigaciones; así, mas de la mitad del camino está hecho ántes de empezarlo. Por el contrario, si dudamos o no creemos en el buen éxito, perdemos de antemano la lucha para conseguirlo.


Ademas, tratemos siempre de aspirar a mas de lo que pretendemos, para que las dificultades que siempre se interpondrán en nuestro camino no nos impidan llegar al verdadero fin.

Aprovechemos, pues, nuestra espléndida situacion.

F. A. SUNDT,  
Ingeniero de Minas.

Mina Elisa de Bordos, Copiapó.

---



---

## Locomotoras-motores

---

ARTÍCULO DEL SEÑOR DOCTOR ALFREDO GRANDENWITZ, BERLIN

Despues de haber trascurrido mucho tiempo, desde que los motores de combustion, especialmente los alimentados con combustibles líquidos, encontraron aceptacion en la pequeña industria, se principió a resolver el problema de adaptarlos al funcionamiento de las locomotoras. Se trataba de obtener en ciertas fábricas (v. g. las de azúcar i ladrillos) un medio de locomocion adecuado para los productos que ántes se movilizaban por hombres o animales. Locomotoras parecidas se usaron tambien entónces para la formacion de los trenes de carga en los desvíos i en el interior de las fábricas, pero ante todo en las labores mineras.

La tan apropiada locomotora a vapor para el transporte de pasajeros i carga en largas distancias con una velocidad media i mayor, no podia aprovecharse para los usos indicados mas arriba sino en casos aislados, por cuanto se trataba de tener a mano un medio de locomocion que permitiera en un momento dado emplearlo para su explotacion. Por otra parte, dió lugar a reflexion el hecho de que las locomotoras a vapor encierran el inconveniente de enviciar el aire por el humo que desarrollan i llevan consigo un constante peligro de incendio por el desprendimiento de chispas, especialmente inapropiado e inadmisible era el uso de máquinas con caldero abierto alimentado con fuego en las minas donde se producen gases explosivos.

Naturalmente que ha podido entrar en competencia con la locomotora-motor la locomotora eléctrica; i en verdad en el transcurso de los últimos años, ámbos tipos de locomotoras han sido adaptados para los objetos indicados i se han mantenido uno al lado del otro. Sin embargo, han sido mas favorables las

circunstancias para el empleo de locomotoras-motores que para su competidora. Porque las locomotoras que aprovechan las corrientes por medio del alambre aéreo, en caso de que no haya una vía especial, no pueden ser utilizadas en los socavones de dos metros de altura, mientras que las locomotoras de benzina pueden ser aprovechadas en socavones de 1,5 metro de diámetro. Dificultades especiales se presentan además en la aplicación de instalaciones eléctricas con alambres aéreos en todas las partes en que la línea de transportes está colocada bajo montañas oprimidas. Otra ventaja que presta la locomotora de benzina es su gran facilidad de adaptarse a las variaciones del movimiento de explotación; en caso de disminución se pueden separar con facilidad las locomotoras que están de más i en caso de aumento se pueden agregar las unidades correspondientes con la misma facilidad. Mientras, por último, el precio de adquisición de la locomotora-motor es el mismo que el de la locomotora eléctrica, sin embargo, hai que agregarle al precio de la última las instalaciones del alambre aéreo i además las sub-estaciones, que casi siempre se necesitan. En vista de la importancia que encierra la locomotora-motor como medio de transporte para objetos industriales, en sus diferentes fases, no carece de interés el estudio histórico referente a su desarrollo.

Los primeros constructores de esta clase de locomotoras no emplearon directamente la fuerza motriz para impulsar ejes, sino que intercalaron un medio de impulsión apropiado, como es el agua comprimida, el aire comprimido o la electricidad. En el año de 1893 armó la fábrica de motores a gas de Deutz, en Colonia Deutz, una locomotora de aire comprimido, en la que un motor de petróleo de 12 caballos de fuerza, por medio de un compresor, producía aire comprimido para impulsar los motores de aire comprimido que actuaban en contra de los ejes de la locomotora. Fuera de la espoliación económica del calor del agua que servía de enfriamiento del motor i de la compresión i el calor de los gases que se escapaban, producía la acción difícil i combinada de las diferentes piezas considerables dificultades en la regularización. Además no era bastante económica la explotación del combustible en presencia de una máquina por demás costosa.

Dos años después hacía la misma fábrica un ensayo con transmisión de fuerza eléctrica según un sistema parecido al que se usa actualmente para darle impulso a los automóviles, que lleva el nombre de combinado i que también tiene empleo en la propulsión de las embarcaciones de motor; mediante un motor de petróleo de 12 caballos de fuerza se le daba impulso a un dinamo cuya corriente hacía funcionar un electro-motor, por medio de este último se daba impulso a los ejes por una intercalación de una transmisión apropiada. También este ensayo fué abandonado porque el efecto conquistado alcanzaba solamente el 68 %, es decir, un poco más del que alcanzaba el de las locomotoras impulsadas por aire comprimido.

En seguida se pasó a aplicar la fuerza motriz directamente en la impulsión de los ejes por medio de una transmisión apropiada, después de haberse hecho transitoriamente en el año 1892 con medios bastante incompletos un ensayo en el mismo sentido.

En estos esfuerzos se pudieron aprovechar con ventaja los experimentos hechos por el ingeniero don Carlos Bühring, de Dresden, para impulsar los carros urbanos inmediatamente con motores de gas. En primer lugar se trataba de disminuir el peso i emplear un material de combustible, con el que se podia llegar a un resultado favorable sin emplear depósitos grandes ni pesados. La primera locomotora útil de esta especie fué construida en el año 1896 por la fábrica de motores de gas Deutz para la Giessener Braunsteinwerke, segun las medidas prescritas en jeneral. Esta máquina pudo trasportar por medio de un motor de seis caballos de fuerza un peso de veinte toneladas en una línea nivelada, con una velocidad de cinco kilómetros por hora. Durante los últimos diez años se han introducido mejoras de diversa índole en la construccion de estas locomotoras. Sobre todo se ha conseguido intertanto evitar la formacion de chispas eléctricas fuera del motor i de procurar la aceitacion central, aceitacion de los rieles, condensacion de los gases que se espulsan, etc., etc.

En la construccion de las locomotoras-motores hai que tener presente, por regla jeneral, que la construccion de la máquina sea bien sólida, de trocha bien angosta i bien baja. Estas dos condiciones no se podian conseguir al mismo tiempo sino con mucha dificultad, tratándose de motores de gran velocidad (como los que se emplean en la construccion de los automóviles). El interés en una traccion bajo tierra que preste seguridades i dé una duracion larga a la máquina, es de darle preferencia a los motores de movimiento lento.

A consecuencia del reducido tamaño del corte trasversal de las vias de movilizacion, es preferible el empleo de un motor propulsor que esté acostado, tanto mas, cuanto que de esta manera se puede bajar el punto de gravedad de la locomotora a un grado máximo, lo que tiene gran importancia al recorrer curvas bien pronunciadas.

Las locomotoras de construccion moderna llevan motores que poseen, segun la capacidad que se les exige, 1, 2 i hasta 4 cilindros, la velocidad máxima de evoluciones debe alcanzar a 300 vueltas. Los motores deben ser puestos en funcion sin calentarlos por medio de llamas exteriores de todos los combustibles líquidos que pueden tomarse en consideracion. El aire chupado por el motor pasa sobre un aparato esparcidor, a donde llega el combustible que sale de un depósito bajo una presion constante. A consecuencia de su capacidad absorbente, el aire arrastra una cierta cantidad de combustible líquido, lo esparce i forma así la carga. Tratándose del empleo de combustibles de difícil evaporacion la máquina fría se pone en movimiento con combustibles de fácil evaporacion. La máquina no posee órganos de ninguna especie que funcionan de por sí i los que podrán ser puestos en movimiento talvez a consecuencia de la disminucion de la presion del aire afluyente.

La cantidad de la carga absorbida es influenciada en presencia de una proporcion de mezcla que no está espuesta a variaciones, con reguladores centrífugas; todos los ventiladores poseen un freno de movimiento limitado. La inflamacion se consigue con un aparato prende-fuego electro-magnético que está colocado en el interior del cilindro.

La construccion del rodaje depende de la magnitud de la velocidad de la

traccion i de la pendiente que hai que recorrer. En las locomotoras para minas se emplea en la jeneralidad de los casos solamente una trasmision para una velocidad máxima de seis a siete kilómetros por hora, miéntras que en las locomotoras para el uso en los campos se necesitan por lo ménos dos trasmisiones, a consecuencia de un aumento eventual de la velocidad, En las locomotoras que se emplean en las calles i en las ciudades, se recomienda el empleo hasta de cuatro trasmisiones en el rodaje, porque la velocidad máxima en terreno plano alcanza hasta 30 kilómetros.

En las nuevas locomotoras de minas, como las que suministra la fábrica de motores de gas de Deutz, se coloca el rodaje delante del motor, con lo que se consigue una máquina bien angosta. En estas locomotoras la fuerza motriz se transmite como en la construccion antigua, por medio de una cadena impulsora Gall, que corre sobre una polea que se mueve en doble sentido, a los ejes de las ruedas, las que por su parte son acoplados por medio de una cadena. Para poner en movimiento la locomotora i para cambiar de direccion sirve una rueda de mano que está ajustada por medio de un árbol i una tuerca.

Locomotoras para los campos se construyen en la ya indicada fábrica de motores a gas para el uso de caminos con mayores pendientes i con una velocidad hasta de 15 kilómetros por hora, para líneas horizontales. Tambien en ellas se coloca el engranaje con dos trasmisiones delante del motor. La fuerza motriz se transmite a una polea con rueda para cadena, que está conectada con las ruedas de engranaje i que por su parte están colocadas sueltas en los ejes de las ruedas de las locomotoras, de tal manera que a la máquina se le puede dar un movimiento de avance o de retroceso, segun si una u otra de las ruedas que conduce la cadena, está acoplada con el eje. Ambas piezas de coplar se manejan por medio de una palanca.

En las locomotoras para las calles de las ciudades, que por lo jeneral se construyen de trocha ancha (de un metro hasta la de trocha normal), no está limitada la anchura, de la misma manera que sucede con el tipo de máquinas arriba mencionadas. El engranaje, colocado por esta causa al lado del motor, se simplifica considerablemente i facilita por medio del reducido número de cuatro ruedas endentadas i de tres ruedas de cadena, el avance y retroceso lento como lijero.

Todos los modelos de locomotoras de que hemos hecho mencion y que han sido construidas por la Deutzer Gesellschaft, están provistas de un depósito de agua para su enfriamiento, cuyo líquido se estrae por medio de una bomba centrífuga, que funciona movida por el motor. El agua calentada, es devuelta despues en su mayor parte al deposito para su enfriamiento i para ser empleada de nuevo en el enfriamiento de la máquina. Solamente una pequeña cantidad de agua que viene del motor es conducida a los tubos espulsores de los gases para su condensacion; la cantidad de combustible que lleva el motor es suficiente en el mayor de los casos para un tiempo que no baja de 16 horas. El motor i rodaje están envueltos en una caja gruesa para defenderlos contra el polvo i la humedad, en la que están distribuidas varias puertas para facilitar el acceso al motor o al engranaje. La cadena impulsora Gall es protegida por una caja de lata que cuelga del marce.

## Fundicion pirítica

En el número del «Boletín de la Sociedad Nacional de Minería», correspondiente a enero de 1907, discutí el sujeto de la fundición pirítica, bajo un aspecto termo-químico, motivo por el cual me limitaré ahora a estudiar las reacciones generales del proceso i las condiciones físicas que en el horno pirítico imperan.

Antes de dar principio a este estudio seria conveniente definir tres procesos que generalmente se confunden en la literatura metalúrgica. Ellos son: *fundición pirítica*, *fundición semi-pirítica* i *fundición a ejes de sulfuros crudos*.

*Fundición pirítica*, es aquella fundición en la cual casi la totalidad del calórico exigido por la operación es suministrado por la oxidación del fierro i del azufre, componentes de las piritas. A la vista salta que la oxidación del fierro debe ser forzada, tal como en el proceso «Bessemer», de manera que no solo produzca la cantidad de calórico necesario, sino que tambien dé lugar a la formación de un eje rico en cobre i pobre en fierro; como corolario de esto se deduce la formación de una escoria ferrujinosa i la adición de flujos silíceos en vez de «calcáreos».

*Fundición semi-pirítica*, es el proceso de fundición por medio del cual se funden minerales de oro (oxidados o sulfurados), agregando piritas en cantidad suficiente para formar un eje que sirva de colector a los metales preciosos; esta fundición se asemeja mucho a la fundición de sulfuros crudos i solo se diferencia de ella en la formación de ejes de baja lei.

*Fundición a ejes de sulfuros crudos*, es aquella fundición en que la mayoría del calórico es generado por medio de combustible carbonífero; el azufre (1) i fierro de los minerales se emplean principalmente en la formación de un eje de lei de 40 a 50% de cobre. Las cantidades restantes de azufre i fierro en exceso se oxidan, ayudando de esta manera en mayor o menor escala al trabajo térmico del horno. En este sistema de fundición se agregan flujos calcáreos que proveerán de óxido de calcio a la escoria; dichos flujos se agregan en cantidad que varía en razón inversa con la cantidad de fierro oxidado durante la operación.

Si se considera ahora la carga del horno pirítico compuesta de chalcopirita, piritas de fierro i sílice, se tendrá que ella, al sumergirse poco a poco en el pique del horno, experimenta ciertos cambios en la composición de dos de sus elementos, cambios debidos a la acción del calor del horno; pues la atmósfera que impera en la parte superior del horno es absolutamente neutral, como mas adelante se verá. La chalcopirita,  $\text{Cu}_2\text{S Fe}_2\text{S}_3$ , pierde la cuarta parte de su azufre que se destila, convirtiéndose en una mezcla de sulfuro de cobre i fierro,  $\text{Cu}_2\text{S} + \text{FeS}$ , es decir, un eje de cobre no fundido aun, pero que se fundirá tan pronto

(1) Se entiende el azufre que permanece en el horno despues de restar el destilado por la acción del calor.

como llegue al foco del horno. La pirita de fierro,  $\text{Fe}_2 \text{S}$ , pierde cerca de la mitad de su azufre que se destila fácilmente, trasformándose en « $\text{Fe}_6 \text{S}_7$ » que al fundirse pierde mas azufre i se convierte en una aleacion de fierro metálico i sulfuro de fierro,  $\text{Fe Fe S}$ —En el foco del horno « $\text{Fe Fe S}$ » es oxidado en gran parte formando « $\text{Fe O}$ » que se escorifica i ácido sulfuroso, « $\text{SO}_2$ », que se volatiliza; parte del « $\text{Fe Fe S}$ » no se oxida a veces i entra entónces al eje. El sulfuro de fierro « $\text{Fe S}$ » tiene disuelto al fierro metálico « $\text{Fe}$ »; en el enfriamiento del eje el fierro metálico se separa por cristalización i es esta la causa de la presencia de fierro metálico en el eje.

La sílice es infusible por sí sola a las temperaturas que se alcanzan en fundicion de cobre; así que, tan pronto como llega al foco del horno, se estaciona allí formando acreciones en la parte superior del núcleo del horno en forma de puentes i, ávida de combinarse con el óxido de fierro, satisface sus deseos en relacion con la temperatura que reina en el foco. Es este hecho el que sirve de base para decir que la fundicion pirítica elije su propia escoria i ello es mui cierto. Aquí como en el «*convertidor*» la sílice permanece inactiva i solo entra en servicio activo a invitacion del óxido de fierro, quien, a su vez, se satisface con mayor o menor sílice, segun sean las condiciones termales en que se ve obligado a trabajar.

Esto se puede explicar de otra manera diciendo que ciertas escorias se forman a temperaturas dadas, i es imposible modificar el grado de silicacion de tal o cual escoria, a no ser que se modifique la temperatura existente en el foco de formacion, lo que en el horno pirítico es casi imposible. La temperatura de foco queda fijada por la mayor o menor cantidad de fierro oxidada en una unidad de tiempo; dicha oxidacion es mui variable; depende, ademas, del volúmen de aire, de la presion i altura de la carga, etc., factores todos que varían continuamente.

En la fig. I. se ve claro el puente formado por la sílice sobre el núcleo o foco del horno en los hornos del establecimiento de fundicion pirítica de Tennessee. Parece que estas acreciones no obstruyen en absoluto la marcha normal del horno, mui al contrario, sirven de soporte al resto de la carga; las partículas de mineral fundido pasan al traves de este esqueleto de cuarzo i se depositan en el crisol del horno. La sílice está semi-fundida, hecho que se ha probado haciendo pasar una barra de fierro de un lado a otro de las toberas; naturalmente las toberas están siempre oscuras. (Mineral Industry).

La parte del horno pirítico comprendida entre el foco o laboratorio del horno i piso de carga tiene, como ya se dijo, una atmósfera neutral que impide la oxidacion parcial de los sulfuros sobre el foco del horno. El análisis de los gases de los hornos de fundicion pirítica de «Monte Lyell» en Australia (1) nos enseñan que en ellos hai una gran cantidad de nitrógeno; este elemento no afecta a la carga del horno en manera alguna; tiende a neutralizar la accion oxidante del oxígeno i otros gases.

La no presencia de oxígeno en el horno sobre el foco o zona de actividad,

(1) Metallurgie—1906—R. H. Stick.

es una verdad demostrada por el hecho de que el azufre destilado de las piritas no se transforma en ácido sulfuroso en esa rejion, debido indudablemente a la falta de oxígeno. Dicho azufre espera pasar al nivel del piso de carga para combinarse con el oxígeno del aire que entra al horno por las puertas laterales de carga, quemándose así en la parte superior del horno. Este fenómeno, que he tenido ocasion de presenciar varias veces desde el piso de carga de los hornos del establecimiento de fundicion semi-pirítica de Rapid City (1), es una de las pruebas mas decisivas sobre la no presencia de oxígeno libre en el horno sobre el nivel del foco.

Atmósfera reductente se puede decir que no existe en absoluto en el horno; la cantidad mínima de coke usada no afecta a la carga en gran manera, debido a que dicho coke se quema antes de alcanzar el foco o zona de actividad del horno. El carbono del coke roba al ácido sulfuroso su oxígeno ( $C + SO_2 = CO_2 + S$ ) transformándose en ácido carbónico i liberando azufre. El ácido carbónico actúa, pues, en una zona de completa inactividad química, debido al estado sólido de los materiales que forman la carga; se puede decir que fuera de las reacciones del carbono del combustible sobre el ácido sulfuroso, no hai ninguna otra reaccion de importancia que tenga lugar en la ya referida zona del horno (2).

Es, pues, indudable que todo el oxígeno del aire que se introduce al horno se combina con una enerjia casi esplosiva con las piritas calientes, formando óxido de fierro ( $FeO$ ) i ácido sulfuroso ( $SO_2$ ). Mayor oxidacion del fierro es imposible alcanzar bajo condiciones normales, debido a la accion reductiva del azufre presente i a la accion ácida de la sílice que se combina inmediatamente con el óxido de fierro.

Las examinaciones microscópicas de las escorias enseñan que, en el foco del horno, la primera combinacion de bases con ácidos que tiene lugar es la formacion del mono-silicato de fierro que corresponde a la forma mineral de la *Fayalite* ( $2 FeO SiO_2$ ), este silicato se forma a una temperatura de  $1050^\circ C$ , aproximadamente; a éste le sigue el bi-silicato de fierro o *Hypersthene* ( $FeO SiO_2$ ) que probablemente se forma a los  $1120^\circ C$ . Entre los silicatos de cal, la *Wollastonite* (que corresponde a un bi-silicato impuro,  $CaO SiO_2$ ) tiene la temperatura de formacion mas baja— $1250^\circ C$ .

En el horno pirítico parece que las condiciones físicas i químicas que imperan tienden a la formacion del síngulo-silicato de fierro i cal (mono-silicato), que mas o menos corresponde a la siguiente fórmula:  $6 FeO, 3 SiO_2 + 2 CaO, SiO_2$ . Esta escoria, que contiene 30,6 % de sílice, 55,1 % de óxido de fierro i 14,3 % de cal, se asemeja mucho a la escoria típica de Eilers, usada en la fundicion de minerales de plomo que contienen zinc. La cal en la fórmula representa las diferentes bases térreas ( $BaO, CaO, Al_2O_3, MgO, MnO$ , etc.) La temperatura de formacion de esta escoria es de  $1220^\circ C$ .

(1) En este establecimiento, debido a escasez de minerales silíceos, las cargas a veces son netamente piríticas, fundiéndose con 1 a 2% de coke. En fundicion normal de los minerales «silíceos auríferos» se gasta de 10 a 12% de coke.

(2) En dicha zona se efectúa la destilacion del azufre de la pirita i de la chalcopirita; pero recuérdese que dicha destilacion es debida a una causa física i nó a reacciones oxidantes o reductentes.



En seguida van los análisis de [las escorias de los establecimientos de fundición pirítica de Monte Lyell, en Australia, i de Ducktown, en Tennessee (E. U. de A.), de manera que el lector se forme una idea de la semejanza de estas escorias a la teórica ya referida.

		MONTE LYELL		TENNESSEE
		1	2	3
Sílice.....	SiO <sub>2</sub>	36 %	30,42 %	32,6 %
Oxido de fierro.....	FeO	52 »	57,58 »	50,3 »
Cal.....	CaO	1,20 %	1,10 %	8,3 %
Alúmina.....	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,90 »	7,40 »	2,4 »
Magnesia.....	MgO	...	...	3,5 »
Barita.....	BaO	1,90 »	1,90 »	...
Bases térreas.....	...	11,00 %	10,40 %	14,20 %
Cobre.....	Cu	0,25 %	0,25 %	0,36 °C.
Temperatura de formacion.....	...	1,070 °C.	1,220 °C.	1,070 %

La escoria «1», de «Monte Lyell», no corresponde exactamente a la fórmula del síngulo-silicato, pertenece mas propiamente a los silicatos de «tres a, cuatro»—3 RO, 2 SiO<sub>2</sub> (3 oxígeno en las bases por 4 en la sílice).

Dicha escoria se producía en Monte Lyell, cuando se usaba aire caliente hoy día se produce la escoria «2», que es un síngulo silicato típico.

La fundición pirítica resulta, pues, un proceso sencillo; los fundidores promoverán la formación del síngulo-silicato, teniendo un exceso de «sílice libre» sobre el foco del horno i oxidando tanto fierro como dicha sílice sea capaz de neutralizar. La falta de sílice en el foco del horno da lugar a la oxidación de «FeO» a «Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>», obteniéndose escorias pastosas semi-infusibles que imposibilitan la marcha normal de la operación. Si los minerales no contienen sílice libre (cuarzo), se hace necesario agregar ésta como flujo indispensable para una buena marcha.

En mi artículo anterior estudiaba detenidamente la cuestión de la oxidación del fierro i del azufre, i decía que era necesario oxidar del 80 al 90 % del azufre contenido en la carga. Como fácilmente se comprenderá, esta oxidación se refería a un lecho de fusión dado que (yo presumía) contenía de 30 a 33 % de

(1) Entiéndase que me refiero al lecho de fusión, no a composición de los minerales o piralitas.

azufre i 28% de fierro. Ahora bien, deducido de las esperiencias prácticas de Monte Lyell, Tennessee i Kesnick, se ha llegado a formar el lecho de fusion que al pié se inserta i que, en cualquier caso de fundicion pirítica, varía entre mui estrechos limites (1).

Fierro.....	Fe	30%
Azufre.....	S.	33 »
Sílice.....	S i O <sub>2</sub>	26 »
Bases térreas.....	CaO, MgO, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> etc.	6 »
Coke.....		1 »
Total.....		96%
Oro, plata, cobre, plomo, agua, ácido carbónico, etc.		4 »
		100

Con un lecho de fusion semejante a éste la eliminacion del azufre variará entre el 80 i 90 por ciento del azufre contenido i la oxidacion del fierro correspondiente a esta eliminacion de azufre será equivalente al 74 u 84% del fierro contenido en las cargas.—Al calcularse el oxígeno necesario i el calórico desarrollado por esta oxidacion, se debe tener presente que cierta parte del azufre eliminado no se oxida en el foco del horno, (una cuarta parte del azufre de la chalcopirita i cerca de la mitad del azufre de la pirita), sino que se destila oxidándose en la parte superior del horno i ayudando casi nada el trabajo termoquímico de éste. Si el lecho de fusion es mas rico que el descrito en azufre i fierro, la oxidacion del fierro i del azufre puede ser menor, aunque esto dará lugar a la formacion de eje de baja lei en cobre, por lo que se prefiere jenerar un exceso de calórico i obtener así ejes aptos para su bessemerizacion.

Si las cantidades de azufre i fierro son menores que las de la carga ideal, la fundicion difícilmente puede ser pirítica; se necesita en este caso oxidar casi todo el fierro i el azufre contenido en el lecho de fusion para jenerar la cantidad de calórico necesaria; motivo por el cual se produce una pequeñísima cantidad de eje.—Para normalizar la marcha se hace necesario agregar coque, disminuir la oxidacion i recurrir al uso de flujos calcáreos para reemplazar el óxido de fierro que se deja de oxidar. La disminucion de las reacciones oxidantes del foco pueden llegar a un grado tal, que la fundicion pasa a ser «semi-pirítica» o «fundicion a ejes de sulfuros crudos», i la cantidad de combustible necesario varía en razon inversa con la cantidad de azufre i fierro oxidables.

La oxidacion de las piritas se lleva a cabo por medio de aire caliente o aire frio frio; ámbos sistemas tienen sus ardientes partidarios. En mi artículo anterior detallé las esperiencias que, sobre este sujeto, se llevaron a cabo en el establecimiento de fundicion pirítica de Kesnick en California, esperiencias que dieron por resultado la adopcion del aire caliente en las operaciones de fundicion de dicho establecimiento (1).

(1) *Boletín de la Sociedad Nacional de Minería*, enero 1907.

Las experiencias de Monte Lyell dan a conocer que el aire caliente tiene un poder oxidante menor que el aire frío, i por lo consiguiente, su acción en el foco del horno es ménos activa. Parece que con aire caliente la sílice entra con mas facilidad en combinacion con el óxido de fierro, pero en mayores proporciones, lo que da origen a la formacion de escorias ácidas inadecuadas al proceso pirítico. A este respecto, Mr. Stick, jerente del establecimiento de Monte Lyell, dice (1) que el aire caliente ayuda a la sílice de la carga a ejecutar el trabajo termo-químico, correspondiente al calor traído por el viento, i esto lo hace la sílice, combinándose con ménos cantidad de fierro i obligando a una menor de óxido de fierro a oxidarse.—Mr. Stick es de la opinion de no usar aire caliente i aconseja que, cuando su uso parezca indispensable, se aumente la altura del horno i el volúmen del aire introducido.

Mr. Stick creia en la eficacia del aire caliente i, en esta creencia, lo usaba en Monte Lyell. Hoi dia que se ha vuelto su adversario, dice mas o ménos así (2): «Refiriéndome a ciertos cálculos termo-químicos que yo publiqué i que indicaban que el uso del aire caliente era indispensable en Monte Lyell, no tengo mas que decir que ellos eran exactos i se fundaban en que siempre encontraba *que la cantidad de calórico requerida para la fundicion parecia ser mayor que aquella que se podia producir usando aire frío; la cantidad de calórico existente en el aire caliente que se introducía venia a balancear la cuestion admirablemente*» (3).

En la actualidad hai tres establecimientos de fundicion pirítica, ellos son: el de Ducktown en Tennessee (E. U. de A.); el de Kesnick en California (E. U. de A.) i el de Monte Lyell en Tasmania (Australia).

El establecimiento de Tennessee funde minerales de la siguiente composición:

Cobre.....	Cu	2,74 %
Fierro.....	Fe	36,60 »
Azufre.....	S.	28,00 »
Sílice.....	SiO <sub>2</sub>	18 »
Cal.....	CaO	5 »

Produciendo un eje que contiene:

Cobre—Cu.....	20 %
Fierro—Fe.....	47 %
Azufre—S.....	32 %

(1) Metallurgie, 1906. *Boletín de la Sociedad Nacional de Minería*, volúmen XVIII, serie 3.ª, página 329.

(2) Principles of Copper Smelting.

(3) Igual cosa habrá observado el lector del *Boletín* en los cálculos de termo-química que se incluan en mi anterior artículo sobre fundicion pirítica (enero de 1907).

Dichos cálculos, deducidos de Schnabel, Richards i Wright, son enteramente correctos en lo que se refiere a la producción de calórico. Las «constantes» o factores usados en determinar los gastos de calórico se refieren al establecimiento de Kesnick, han sido calculados por Mr. Wright i parecen ser demasiado altos para un caso jeneral de fundicion pirítica.

La escoria de esta operacion es un singulosilicato i su análisis se reprodujo anteriormente. El eje es refundido para elevarle la lei de cobre de 50% (1). Las dos operaciones se ejecutan en hornos de manga de seccion elíptica (Fig. I) que tienen una capacidad de 60 toneladas diarias i que reciben 4.500 piés cúbicos de aire, a una presion de 17 onzas por pulgada cuadrada.

En Kesnick (California) se funde una pirita que contiene de uno a dos por ciento de cobre; la fundicion se lleva a cabo en dos hornos rectangulares de manga de 144 pulgadas de largo por 48 de ancho i de 12 piés de altura del nivel de las toberas al piso de carga. Cada horno tiene 32 toberas de 2½ pulgadas de diámetro cada una, al traves de las cuales pasan 15.000 piés cúbicos de *aire caliente* por minuto, a una presion de 32 onzas por pulgada cuadrada.

El eje sale del horno i cae en un ante-crisol rectangular que tiene la forma de los crisoles de los hornos de manga para fundicion de minerales de plomo. El eje que se recolecta en el fondo pasa por un orificio a otra seccion del ante-crisol i paulatinamente sube hasta salir por la parte superior del ante-crisol en corriente continua que cae sobre moldes conducidos por una cadena (Fig. II). La escoria sale por el otro costado del ante-crisol i cae sobre un recipiente o especie de ante-crisol, donde se colectan pequeñas cantidades de ejes. El eje producido en una sola operacion es de 45% de cobre.

El establecimiento de «Monte Lyell» se encuentra situado en Tasmania (Australia) en el valle denominado «La linda». Roberto Stick, de Butte (Montana) instaló en 1899 los primeros hornos de manga destinados a fundir mineral crudo (Australian Mining Metallurgy). La fundicion se llevaba a cabo en dos operaciones; en la primera se obtenia un eje de 12% de cobre, el que se refundia i en seguida se bessemerizaba. Mr. Stick reformó el proceso poco a poco llegando por último a realizar la verdadera forma de fundicion pirítica en una sola operacion, usando aire frio.

La situacion del establecimiento es por demas ventajosa; en las cercanías hai estensos depósitos de flujos calcáreos i de arcillas que se emplean en la construccion de ladrillos refractarios. Las minas de la «North Mount Lyell Mining C.º», hoi unida con la «Mt. Lyell Mining C.º», suministran al establecimiento un flujo silíceo de primera calidad, flujo que analiza mas o ménos:

Cobre.....	8%
Sílice.....	75%
Fierro.....	4%
Alúmina.....	8%

Las piritas de «Monte Lyell» contienen:

Fierro.....	40,3%
Azufre.....	46,5%
Cobre.....	2,35%
Alúmina.....	2, %
Sulfato de bario.....	2,5%

(1) Detalles de las cargas de fundicion de estas dos operaciones se dieron en «Fundicion pirítica sin el auxilio de combustible carbonífero». Boletín de la Sociedad, enero 1907.

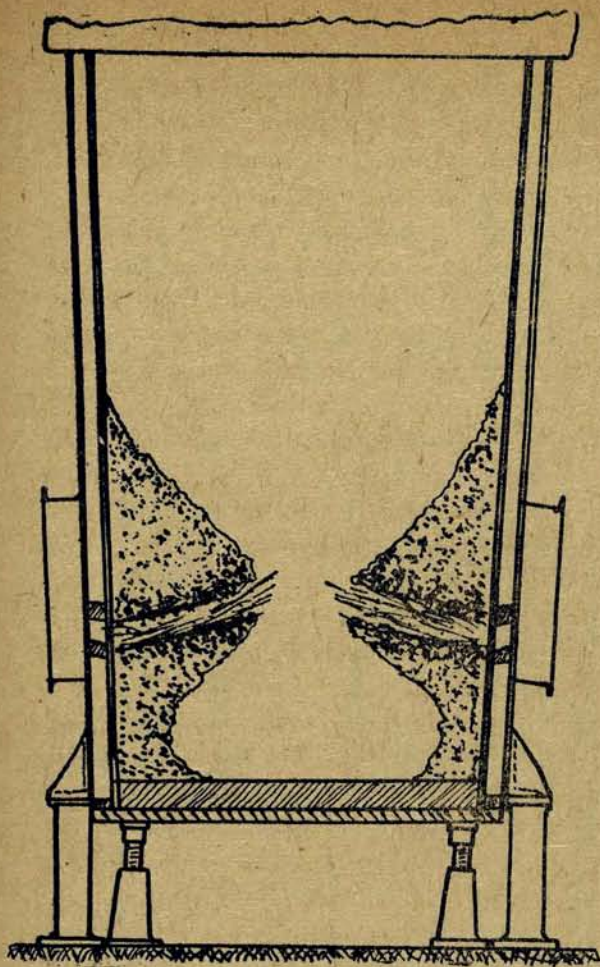


Fig. I.  
Horno elíptico  
de la Compañía de Tennessee

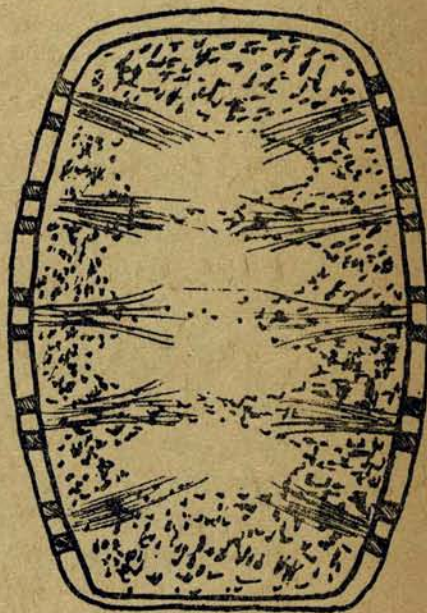
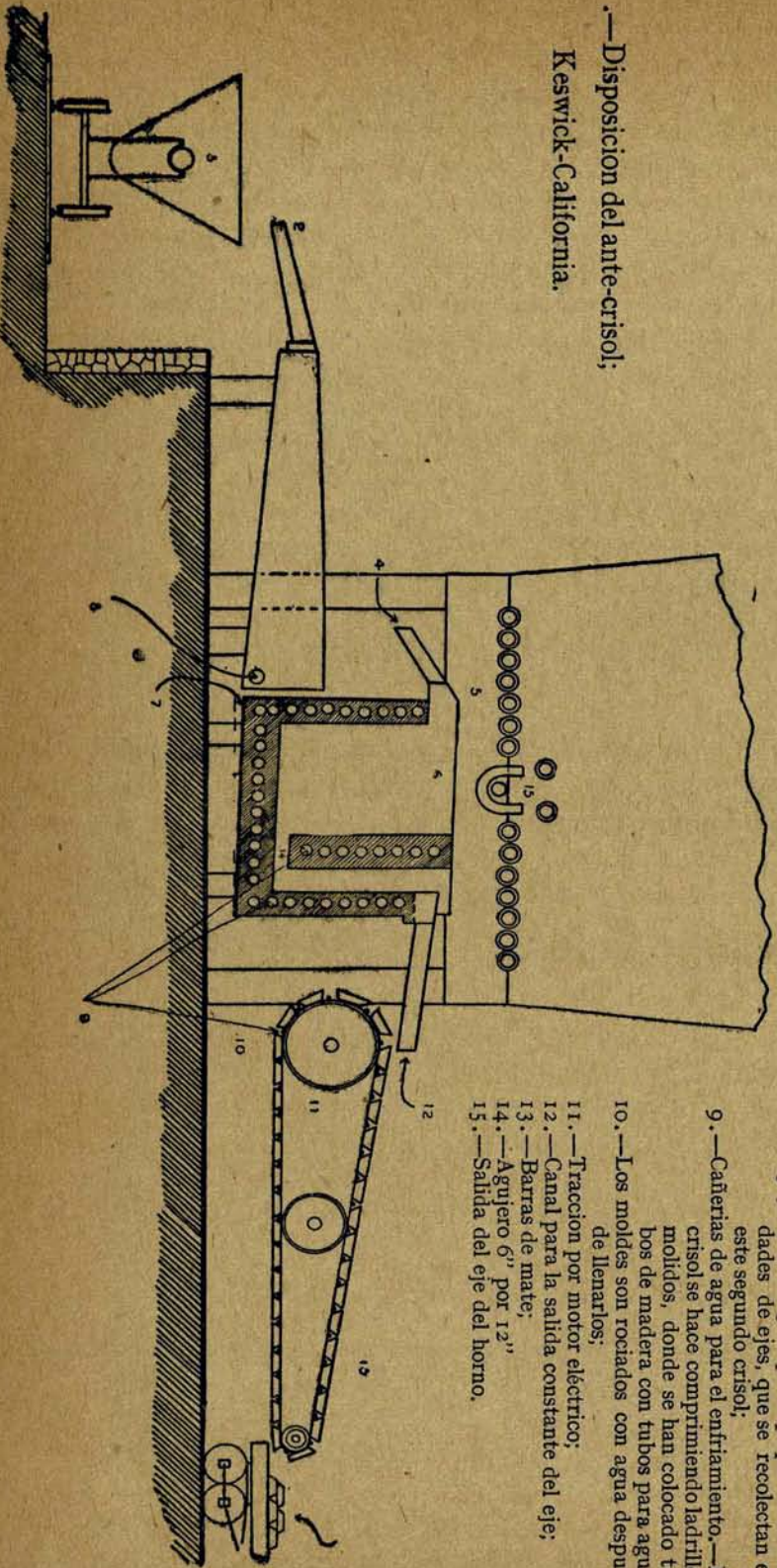


Fig. II.  
**Horno de Fundicion de**  
**48" x 144"**  
 15.000 piés cúbicos de aire



- 2.—Canal para las escorias;
- 3.—Carro para las escorias;
- 4.—Canal para el exceso de escorias;
- 5.—Labio del horno;
- 6.—Antecrisol;

60" largo;  
 36" ancho;  
 30" profundidad;

- 7.—El hogar se eleva 4" en este lado;
- 8.—Agujero de sangría para pequeñas cantidades de ejes, que se recolectan en este segundo crisol;
- 9.—Cañerías de agua para el enfriamiento.—El crisol se hace comprimiendo ladrillos molidos, donde se han colocado tubos de madera con tubos para agua; los moldes son rociados con agua después de llenarlos;
- 10.—Los moldes son rociados con agua después de llenarlos;
- 11.—Traccion por motor eléctrico;
- 12.—Canal para la salida constante del eje;
- 13.—Barras de mate;
- 14.—Agujero 6" por 12"
- 15.—Salida del eje del horno.

—Disposicion del ante-crisol;  
 Keswick-California.

El mineral se trasporta de las minas a establecimiento por medio de un andarivel de 2.250 metros de largo los baldes o capachos tienen una capacidad de 100 libras i viajan con una velocidad de dos metros por segundo.

El establecimiento está dividido en dos secciones. La primera, que fué la que primitivamente formaba el establecimiento de «Monte Lyell», consta de 6 hornos de manga de 4 metros de largo por 0,96 de ancho i 6,12 metros de altura; cada horno tiene 32 toberas de 3 pulgadas de diámetro. La segunda seccion consta de 5 hornos de dimensiones de 5,25 ms. por 1,05 ms. al nivel de las toberas. La capacidad de estos hornos se puede estimar en 280 toneladas en 24 horas; dicha capacidad varía mucho; uno de estos hornos ha fundido 724 toneladas en 24 horas.

La carga típica de estos hornos es:

Piritas de «Monte Lyell».....	2.240 libras
Flujos silíceos de «North Mt. Lyell».....	700 »
Carbonato de cal.....	100 »
Escorias de convertidores.....	300 »
Carga total.....	3.340 »
Coke.....	40 »

Anteriormente se dió el análisis de las piritas de «Monte Lyell» i de los flujos silíceos de «North Mt. Lyell»; ignoro en absoluto la composición química de los flujos calcáreos usados, como asimismo la de las escorias de los convertidores.

El eje i escorias se reciben en ante-crisoles; el eje fundido va directamente a los convertidores i la escoria al desmonte.

El eje producido es mas o ménos de la siguiente composición:

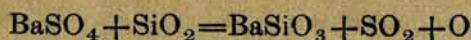
Cobre.....	49,48%
Fierro.....	24,30%
Azufre.....	33,60
Oro.....	1½ onza por tonelada.
Plata.....	40 » »

La escoria analiza como sigue:

Sílice.—SiO <sub>2</sub> .....	30,42%
Oxido de fierro.—FeO.....	57,58 »
Alúmina.—Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	7,40 »
Cal.—CaO.....	1,10 »
Barita.—BaO.....	1,90 »
Cobre.—Cu.....	0,25 »

La presencia de BaO en la escoria ha sido mui discutida; se creía que el bario estaba al estado de sulfuro o sulfato. Esperimentos últimos han demostrado que el bario está oxidado i combinado como base con la sílice formando sili-

cato de barita. La reaccion que tiene lugar en el horno de manga parece ser la siguiente:



El eje es bessemerizado en el establecimiento, obteniéndose un cobre de 98,83 % que se envía a los E. E. U. U. para ser refinado (1) (Baltimore Smelting and Refining C.<sup>o</sup>).

Hai todavía otra forma de fundicion pirítica que se practica en Noruega para beneficiar los minerales de Sulitelma, cuya composicion es mas o menos como sigue:

Cobre .....	8 %
Azufre .....	34 »
Fierro.....	36 »
Alúmina.....	5 »
Sílice .....	7 »

El mineral se funde en un convertidor revestido con magnesia. Se carga el convertidor primero con 90 libras de coke, a una altura un poco mas arriba de las toberas. Cuando el coke está en completa combustion se agregan siete toneladas de mineral i escorias de repaso que actúan como flujo. La oxidacion es rapidísima, en ménos de 15 minutos se puede ver escoria sobre el nivel superior de la carga. La fundicion completa se lleva a cabo en hora i media; el eje contiene 40 por ciento de cobre. La escoria se boga i se continúa la oxidacion del eje en el mismo convertidor sin parar la operacion sino el tiempo necesario para bogar; es necesario agregar sílice para escorificar el óxido de fierro que se forma; terminada esta operacion se boga la escoria de nuevo i se procede a la oxidacion i reduccion del sub-sulfuro de cobre ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ), terminándose así en ménos de tres horas i medias el tratamiento completo de los minerales.

Rapid City—So Dakota.

IGNACIO DÍAZ OSSA.

(1) Los datos del establecimiento de Monte Lyell han sido obtenidos del *Australian Mining and Metallurgy*; del *Journal of the Chemical, metallurgical and mining Society of South Africa*, de los *Proceedings of the Australasian Institute of Mining Engineers* i del *Australian Mining Standard*.



## Los ferrocarriles en las colonias i en los países nuevos

Informe de la comisión especial nombrada por el instituto colonial

internacional de Berlín (1)

(Continuacion)

Los rendimientos superiores dependerán entónces de la buena direccion que se imprima a los negocios.

Este sistema descansa sobre las bases siguientes, que no parecen satisfacer las leyes de la equidad, teniendo en cuenta de un modo igual los intereses de ámbas partes.

El Estado debe garantir un interes pleno, pero de una tasa que guarde relacion con el riesgo que corre el capital de tener que esperar mas o ménos largo tiempo una remuneracion suficiente.

Desde el momento que ésta llega, es justo que el Estado, cuya intervencion no cesa jamas, sea llamado a participar en los beneficios suplementarios en proporcion a las sumas que haya gastado i debe aun gastar como garante. Esto es, en primer término, una restitution, mas oménos completa, que se le hace de los intereses que debe desembolsar: ella viene en deduccion de esta cantidad.

Desde el momento que la diferencia se cifra en su favor, ella constituye para el Gobierno una renta neta.

Queda entendido que las reducciones de tarifas fijadas en el pliego de Condiciones, tendrán lugar desde el momento que el interes llegue a una cierta tasa.

Aparte de las ventajas directas que se pueden sacar del capital comprometido, seria equitativo, i quizas hábil, bajo el punto de vista jeneral, el gratificar, cuando sea posible, el esfuerzo de que las Compañías han dado prueba, con una prima dada, en forma de concesiones de tierras.

El Estado no hace de esta manera ningun sacrificio, pues estos son jeneralmente territorios vírjenes, sin valor inmediato, i cuyo primer interesado en darles valor es el Estado.

Tal es, a grandes rasgos, el sistema que nosotros preconizamos.

¿Sobre qué capital debe fijarse la garantía oficial?

Es evidente que no puede dejarse a los concesionarios una libertad completa para hacer los gastos del primer establecimiento. Esto seria alentar la tendencia instintiva de trabajar con poca economía, pues las Compañías no tendrían sino interes indirecto i en una época mas o ménos lejana. El Estado, al empeñar su responsabilidad respecto de los capitales necesarios, a causa de la garantía que él les concede, tiene interes en vijilar en que ellos queden dentro de límites racionales.

Esta injerencia debe ser tal que no entrase de ninguna manera la libertad de accion de las Compañías, quienes deben quedar dueñas absolutas de la direccion que impriman a sus trabajos.

---

(1) Véase Boletín Núm. 120 de 1907, pág. 80

El medio radical de obviar toda dificultad de esta naturaleza seria establecer de comun acuerdo un presupuesto de la obra, cuyo monto seria el capital sobre el cual el Estado daria su garantía.

Pero, para evitar un inconveniente de esta manera, vendria a caerse en otro no ménos grave. En efecto, el precio de costo que debe servir de base al presupuesto calculado, no tiene para los paises nuevos sino el valor de una simple indicacion: el precio de la mano de obra i su rendimiento son poco conocidos; i dificultades que dependen de circunstancias locales, pueden presentarse en el curso de la ejecucion de los trabajos, etc., etc.

Una obra de precio alzado constituiria en estas condiciones una operacion sin base precisa i entregada enteramente al capricho de los acontecimientos, quizas, mui graves, para una u otra parte.

Lo mejor es establecer un precio alzado, estudiado, tomando como base un presupuesto que seria discutido entre ámbas partes. El acta de convenio estipularia, por ejemplo, que si el total de los gastos de ejecucion, no llega al avalúo fijado, el Estado garantizará, ademas del capital absorbido, el tercio de la diferencia. Esto se resumirá, pues, en realidad, en un aumento del interes garantido sobre el capital aportado.

Este interes seria distribuido entre los accionistas, o bien seria capitalizado por el Estado al interes corriente, i su monto entregado a ellos, a título de reembolso, de tal manera que el interes nominal garantido quede tal como habia sido fijado en un principio.

Si los gastos fueran superiores al presupuesto, el exceso seria dividido a prorrata:  $\frac{2}{3}$  para el Estado i  $\frac{1}{3}$  para la Compañía. Esta deberia aumentar a su costo su capital en acciones o en obligaciones, lo que disminuiria proporcionalmente la tasa de interes que se le ha asegurado.

Ajustando de esta manera el capital por garantir, las Compañías estarian interesadas en construir económicamente, del mismo modo que tienen interes en realizar una explotacion barata con motivo de la garantía que se traduce con una subvencion limitada.

No hemos considerado la idea de retribuir únicamente a los accionistas de grandes obras con la concesion de tierras de estension mas o ménos importante. Salvo en ciertos casos particulares, no podemos considerar la concesion de terrenos de otra manera que a título de primas. Esto seria distinto, si los trabajos por ejecutar tuvieran en vista sobre todo la explotacion de territorios concedidos, siempre que éstos pudieran ser objeto de un cierto avalúo i si el costo del trabajo fuera comparativamente reducido.

Pero, en jeneral, para grandes obras no se puede pensar en dar en compensacion de un fuerte capital terrenos cuyo valor no puede dar lugar a una tasacion seria. Un convenio ajustado sobre estas bases constituiria un simple juego de especulacion.

Hai necesidad de tomar ampliamente en cuenta, al establecer un plan económico para un ferrocarril de un pais nuevo, los grandes riesgos que se va a correr i las diferencias enormes que puedan existir aun en las mejores condi-

ciones de organizacion entre el costo real i definitivo de los trabajos i su estimacion primitiva.

Es imposible naturalmente computar como en nuestros paises los imprevistos i errores, pero bajo el punto de vista del principio, su ajuste debe hacerse de una manera favorable a los concesionarios.

#### LA MANO DE OBRA LIBRE, FORZADA O MILITAR I LAS PRIMAS A LA PRODUCCION

Las respuestas que hemos recibido a este respecto manifiestan que, a consecuencia de la mano de obra abundante en la localidad i al trabajo manual de las poblaciones indijenas, no se ha encontrado por este capítulo ninguna dificultad particular.

La única escepcion característica es la que se refiere al ferrocarril del Congo, cuya administracion hace resaltar en su trabajo las dificultades que se han encontrado i espone al respecto su opinion basada en la experiencia adquirida.

Para salir de las situaciones corrientes poco interesantes, en suma, debemos sobre todo contemplar el caso de las poblaciones mas primitivas, pues son ellas las que deben llamar mas la atencion, por el hecho de que las condiciones bajo las cuales se les puede utilizar, presentan dificultades mui propias de las colonias nuevas.

En principio i fuera de toda preocupacion filantrópica, de la cual, sin embargo, es imposible hacer abstraccion, en el estado actual de la civilizacion, todo el mundo está de acuerdo en proclamar que hai lugar para la conveniencia de los ferrocarriles por construir, en emplear la mano de obra libre i voluntaria i de utilizarla en condiciones análogas a las que se ponen en práctica en los paises de antigua civilizacion.

Es necesario, sin embargo, hacer una escepcion con el empleo que se dé a los condenados a trabajos forzados, como se hace para la construccion del ferrocarril transiberiano a Java i para ciertos ferrocarriles arjelianos. Estas condiciones enteramente especiales no modifican en nada el principio que acabamos de anunciar.

Lo mismo decimos del empleo de la mano de obra militar, que, en realidad, debe ser considerada como mano de obra voluntaria, pero sometida al régimen militar.

Citaremos, ademas, lo que dice a este respecto la Compañia del Ferrocarril del Congo:

«Los trabajadores, siendo reclutados en colonias extranjeras, se obligaban libremente a ciertas condiciones determinadas, por contratos aprobados por las autoridades de la Colonia.

En los últimos años no ha sido necesario emplear agentes de enganche, puesto que los negros venian a ofrecerse ellos mismos i a su costa.

Los resultados casi inesperados a que hemos llegado en el rendimiento de trabajo de la mano de obra negra, son debidos a que hemos partido del principio de que los sentimientos que excitan al hombre blanco al trabajo i estimulan su empuje, existen en estado latente en los negros i que solo basta despertarlos.

Los mismos medios que son considerados en Europa como de una eficacia indiscutible, han sido empleados con estas razas primitivas con el mismo éxito. Estos medios consisten en tratar a los hombres con humanidad: los castigos corporales eran rigurosamente prohibidos en nuestras faenas, como en las leyes del Estado; la alimentacion de los hombres era de buena calidad i la racion proporcionada al trabajo a que se les obligaba; el alojamiento que se les proporcionaba les ponía al abrigo de las intemperies atmosféricas; i, en fin, el salario que se les daba era equitativo i en armonía con los servicios prestados.

Para estimular mas a nuestros trabajadores a aumentar su tarea, hemos establecido el sistema de primas, que hace participar al obrero en el beneficio que obtiene el patron. Para los trabajos de terraplenes, por ejemplo, el costo normal de un corte era avaluado de comun acuerdo entre la direccion i una cuadrilla de negros. Esta suma quedaba fijada como precio de la ejecucion del trabajo. Resultaba entónces que, con el deseo de aumentar su jornal diario, terminaban su trabajo en ménos tiempo que el previsto».

En lo que concierne a la mano de obra, todas las respuestas son concordantes: ella debe ser el resultado de las condiciones de enganches convenidas libremente.

Por otra parte, mas que todo, es indispensable que los jefes vijilen de que los obreros sean bien tratados (como en Java i el Congo), equitativamente pagados, i que ellos se preocupen de su alimentacion i aun de sus distracciones.

Reproducimos a continuacion la respuesta que se ha mandado al cuestionario por la administracion de los ferrocarriles de las Indias Neerlandesas: los errores cometidos en Java pueden servir de ejemplo.

«Para la construccion del ferrocarril del Estado no se ha implantado nunca la contribucion personal.

El sistema adoptado por el Gobierno de las Indias Neerlandesas para el empleo de los penados en trabajos de ferrocarriles en las comarcas de Java, donde la poblacion es poco densa, ha dado excelentes resultados. Los penados son severamente supervijilados i castigados si llega el caso. Por otra parte, el tratamiento es justo i la alimentacion es buena. El esfuerzo se estimula con primas, i los servicios escepcionales en casos difíciles, tienen ciertas recompensas; i a los de mejor conducta se les conmuta la pena.

La distribucion i organizacion del trabajo, la aplicacion de las penas i la reparticion de las recompensas exige mucho tacto, justicia i, a menudo coraje de parte de los ingenieros e inspectores.

Los forzados no solo trabajan en los terraplenes i en las canteras, sino que se les ocupa tambien como albañiles, herreros, carpinteros, buzos, remachadores i aun armadores de puentes.

Tratándose de contratos libres, se dispone desde luego, de los indíjenas; despues, por vía de escepcion, de los chinos, importados de la China o de las Indias Inglesas. Robustos i excelentes para los terraplenes pesados i difíciles, los chinos se hacen pagar, en jeneral, el doble de lo que se paga a los indíjenas. Es cierto que hai entre ellos algunos que hacen el triple de trabajo.

Los trabajos ordinarios de terraplenes i de albañilería, etc., son, en jeneral,

confiados a empresarios, por lo regular indígenas, algunas veces a europeos, indo-europeos o a chinos. Los obreros se reclutan entre los indígenas de la comarca; sucede a menudo, sin embargo, que los obreros siguen al empresario a diferentes partes de Java, en donde ejecuta sucesivamente trabajos.

El sistema de pequeños contratos es el mejor medio de estimular el celo. Para el trabajo de los contratistas, por ejemplo, en la colocación de la vía se abonan primas por la rapidez del avance.

El sol sale i se pone a las seis; la jornada de trabajo no es larga; reduciendo dos horas para ir al trabajo, comer, reposar i volver a empezar tarea, dan diez horas de trabajo efectivo.

El trabajo de un indígena (coolí) varía de 80 céntimos en el oeste de Java a 1 franco en el este; es sobre todo en las proximidades de ingenios agrícolas i de plantaciones de café, donde los salarios tienden al alza.

Para disponer de un número suficiente de operarios, es importante en Java que haya allí distracciones. Por esta razón, los empresarios i en caso necesario los funcionarios cuidan de estimular los entretenimientos, representaciones, música, baile, etc. El pago de los obreros que trabajan por cuenta fiscal se verifica cada semana por los europeos que tienen cuidado de dar a cada uno lo que se le debe. Las irregularidades en los pagos son muy perjudiciales para el trabajo. Los empresarios tienen el mismo principio en materia de pagos. El control de gastos estaba arreglado como sigue: el pago se hacía en jeneral, por vales librados por los mayordomos i desprendidos de talonarios. En la oficina de sección se inscribía la suma correspondiente a cada detalle del vale, cargándolo a cada obra de arte o trozo de línea en cuestión. En este libro de comprobación se encuentra al frente de estas inscripciones el presupuesto de la obra respectiva, lo que permite constatar cuando se sobrepasa el presupuesto i buscar la causa.

Después de la recepción del talonario se verificaban los talones con las inscripciones en el libro. En los lugares en donde el personal no encuentra alojamiento, se construyen a menudo las habitaciones, en jeneral provisionales, pero algunas veces permanentes, por ejemplo, las que pueden servir de alojamiento a los funcionarios de explotación. Para los europeos o indo-europeos las casas permanentes son de piedra, de ladrillo o de madera; las provisionales son en parte de madera (armazón), parte de bambú (cuadros trenzados para revestimiento). Las habitaciones para los indígenas, construidas en jeneral por los contratistas, son de ordinario todas de bambú con techo vegetal o de hojas trenzadas de palmera.

Por todas partes en donde hai muchos obreros indígenas, se abren o establecen pulperías (Warong) para la venta de los pocos artículos alimenticios que ellos necesitan para su manutención: arroz, pescado, charqui, pimienta, dulces, café, limonadas, etc., etc. Los forzados son mantenidos por cuenta del Estado; de ordinario la provisión es dada a propuestas a contratistas, por lo jeneral, chinos. En este caso se trata de hacer fiscalizar por los funcionarios la calidad del arroz que entregan los contratistas.

Es fuera de duda que el sistema de pequeños contratos, tal como ha sido

practicado en Java, lo mismo que la medida de hacer partícipe al obrero de las economías que se pueden realizar mediante el sistema de primas, son altamente recomendables.

Debemos agregar, para terminar, que cuando se trate de ejecutar trabajos en climas malsanos, es necesario, en cuanto sea posible, reclutar la mano de obra en el lugar mismo o en rejiones sometidas a las mismas condiciones climáticas.»

Esto es lo que la administracion de los ferrocarriles franceses en el Sudan ha resumido perfectamente en estas pocas palabras.

La experiencia ha condenado como un procedimiento ineficaz i aun bárbaro, el empleo bajo el terrible clima del Sudan, de obreros extranjeros, tales como marroquíes, chinos, italianos.

La misma comprobacion se ha hecho en el ferrocarril del Congo, en donde se habia ensayado utilizar italianos, chinos i hasta negros de las Antillas, cuyos ascendientes, no obstante, eran orijinarios del Congo mismo.

*Trocha de la vía.*—Entre los ferrocarriles que han tenido la amabilidad de cooperar a nuestros trabajos, hemos encontrado, respecto de la trocha, todos los ejemplos, salvo la vía de 0,60 centímetros.

Unas tienen, en efecto, 0,75 de trocha; otras 1,00 metro, 1,06, i por último, otras tienen trocha normal: 1,076 para las Indias i 5 piés para el Transiberiano,

Es cierto que, en cada caso, la adopcion de la trocha ha sido motivo de un estudio razonado i que no se han detenido en una cifra por un simple sentimiento de apreciacion.

Las diversas trochas tienen propiedades diferentes i la eleccion que hai que hacer depende completamente de las condiciones locales: largo de la línea, topografía del terreno, tráfico probable, importancia mas o ménos grande de la velocidad de los trasportes, empalme con un ferrocarril ya existente, capital que se cree poder invertir en los trabajos, etc.

Así como se observará i como la cosa parece lójica, por lo demas, no encontramos la trocha normal sino en las Indias, en el Transiberiano i en Chile.

Es porque estos ferrocarriles no han sido construidos en países nuevos, sino en rejiones que poseen una verdadera civilizacion, mui productivos i que pueden dar lugar a un tráfico considerable desde el comienzo. Las líneas consideradas son de gran longitud, aunque teniendo la mayor parte de ellos un fin estratégico, pudiendo necesitar, por esta razon, hacer trasportes militares mui rápidos.

En estas condiciones, la trocha ancha se impone, tanto mas, cuanto que median razones políticas i de interes jeneral, e interviene el Estado con sus finanzas, ya que el capital que se debe gastar no es limitado, como en los negocios de iniciativa privada.

La necesidad de empalmar, sin poder admitir un trasbordo, un nuevo ferrocarril con otro existente de trocha ancha, no deja libertad para elejir la trocha i, por consiguiente, no nos ocuparemos de este caso.

(Continuará)