MINERALOJIA. Metalurjia del cobre en la provincia de Aconcagua.— Comunicacion de don Cárlos García Huidobro a la Facultad de Ciencias físicas en setiembre último.

Despues de concluido el período de fundicion, habia formado un corto trabajo para mandar a mi estimado profesor el señor Domeyko, para que se formara una idea del método que se sigue para fundir en esta provincia; pero viendo este señor que solamente era un lijero bosquejo, me aconsejó que le diera mayor estension i entrara a tratar detalladamente de las operaciones que se siguen para el beneficio del cobre. Su objeto es presentar a los fundidores nuevos una especie de guia para que arreglen bajo un plan conocido la marcha de su establecimiento, ahorrándoles así la prueba a que se someten para su aprendizaje, prueba que ha causado a veces grandes pérdidas pecuniarias. El deseo de ver arreglada i uniforme la marcha de la Metalurjia aconcagüina haciendo fijar la atencion de nuestros fundidores en las operaciones de la fundicion, para aprovecharnos de sus observaciones a fin de adelantar esta industria, me ha animado mucho i me ha servido de estímulo para concluir el presente trabajo.

Ha venido ahora a ilustrarme mucho mas sobre esta materia, dándome un nuevo e injenioso plan para la esposicion de las diversas operaciones de la fundicion, la importante obra *Traité de Métallurgie théorique et pratique, par M. Rivot,* obra recientemente publicada i que debo a la atencion del mismo señor Domeyko. Tendré a la vista esta obra para las esplicaciones teóricas de la fundicion, no separándome de las observaciones importantes que hace i que crea de aplicacion en nuestros establecimientos.

MINERALES DE COBRE.

El cobre es uno de los metales ricos que encontramos con mas fre-

cuencia esparcido en la naturaleza, variando en su lecho i en los metales que le sirven de criadero; le encontramos, ya en vetas reales de bastante riqueza, pepas, filones, etc., ya cambiando de estado químico a cada paso, como tambien los criaderos que le acompañan. Siendo su conocimiento de grande importancia para el metalurjista, daré una descripcion lijera de todos los minerales de cobre en jeneral, usando, en cuanto me sea posible, de los nombres vulgares i fijando la atencion en la parte estéril sobre todo.

Clasifican los mineros las especies minerales de cobre del modo siguiente:

Cobre rojo. Que comprende el cobre nativo i el oxídulo de cobre.

Metales de color. Comprendiendo bajo esta denominacion todas las especies oxidadas, como carbonato, fosfatos, silicatos o llancas, sulfatos, etc.

Metales de bronce. Subdividen esta clase en otras cuatro que se distinguen por su aspecto, i son las siguientes:

Bronce amarillo. Los llaman tambien flujos, i comprenden todas las clases de piritas cobrizas.

Bronces morados. Equivale este nombre al cobre abigarrado, i encierra todas las especies intermedias entre el broce amarillo i los cobres grises.

Bronces acerados i plateados. Bajo este nombre comprenden todos los cobres grises i sulfureos, i estiman como mas ricos en lei los plateados por corresponder las mas veces al cobre sulfureo.

Sucede con mucha frecuencia que llevan a los establecimientos muestras de minerales que no conocen los mineros, i quieren saber si contendrán cobre o serán minerales de cobre; como los ensayes para conocer la lei de estos minerales son demorosos i quitaría el tiempo hacer un ensaye que no importa nada, indicaré un método breve para salir de esta duda. Hablo del reconocimiento por el soplete: basta solo tomar un hilo de platino, i encorvarlo en una de sus estremidades; se calienta primero esta punta encorvoda i se le pega un pedacito de *bórax* vitrificado; se aplica este a la llama hasta que quede bien tranquilo, se pega entónces una pequeña cantidad de polvo del metal que se va a reconocer i se le aplica entónces a la llama del soplete. Siendo difícil para las personas poco prácticas obtener buena llama de reduccion, diré solamente que en la estremidad de la llama blanca da un vidrio de color verde azulado, que pasando a la llama reduciente se pone rojo i opaco. Otro medio, que es mas sencillo, es disolver un poco del polvo del metal que se quiere reconocer en ácido nítrico, o mejor en agua rejia; se agrega agua i en seguida un poco de amoniaco; inmediatamente sale un bello color azul de cielo si hai cobre.

Cobre rojo.—Le llaman tambien rosicler cobrizo, como he dicho. Abra-

za esta division el cobre nativo i el oxídulo, ámbos son escasos en el mineral; por lo comun se encuentra en venas delgadas dispuestas sin órden alguno, como sucede en el Alto de Catemu. En este punto se sacó, nueve años ha, un bolon de cobre cuyo peso alcanzaba a 350 ℔., siguiendo despues de esto una delgada vena de cobre metálico.

Metales de color.—Se encuentran en mucha abundancia en toda la provincia; jeneralmente son de poca lei i están en estado de silicatos, mezclados con arcillas o sílice, formando lo que llaman *llancas.* El carbonato lo encontramos en las Coimas i en los Mantos, Catemu, en pequeñas cantidades i mezclado siempre con bronce. El fosfato solamente lo producen las Coimas i lo mismo el sulfato, aunque este es mui escaso. Las demas especies oxidadas se ven mui rara vez.

Metales de Bronce.—1.ª subdivision. *Bronce amarillo.*—Esta especie es mui buscada por los fundidores, porque les sirve de fundente para los metales oxidados, i porque ademas del hierro que da en la escoria por la reduccion, está acompañado casi siempre de la cal carbonada, hierro carbonatado, sulfato de barita i otras gangas terrosas, mas o ménos fusibles. Los mejores minerales de esta especie los esplotan en Caleo, en donde sacan grandes cantidades i bastante puros. El Rosario tambien produce, pero en menor cantidad. En Catemu se hacen mas escasas.

2.ª *Bronces morados.* Encontramos esta especie en mucha mas abundancia que la anterior, i constituye la riqueza principal del mineral de Catemu; aparece en lechos mui variados, ya lo vemos en ricas vetas en el Manantial, o ya en anchos filones, formando unas pequeñas ojuelas en medio de una masa arcillosa, como en la Fortuna, Patagüita, Salado, etc. La esplotacion de estos metales es abundantísima, i se puede decir que sirve de base para los establecimientos que no se recargan con el importe del acarreo de unos metales de poca lei. En la actualidad se han formado algunos establecimientos para beneficiarlos por el lavado, i creo que habrán dado resultados lisonjeros.

3.ª *Bronces acerados i plateados.*—La esplotacion de estos minerales constituye la riqueza de los minerales de los Loros i Coimas; vemos sacar de estas minas grandes cantidades de una pureza estremada; pero es una lástima que estas minas se encuentren en la actualidad casi paradas, por estar llenas de agua. Las Coimas producen principalmente cobres grises, mezclados con carbonato de cobre cristalizado; los metalurjistas usan mucho este metal para la operacion que llaman *repaso.* De los Loros sale un cobre sulfureo platoso en gran abundancia, i de una lei de cobre mui buena; cuando se obtiene bastante puro se suele usar para el repaso, aunque carezca de metal oxidado.

Fijémonos ahora en la parte estéril o ganga, que es lo que debe llamar mas la atencion del fundidor, porque de las buenas mezclas consis-

te el buen éxito de la fundicion, o mejor, de realizar mas metal con ménos leña. Los criaderos del cobre, variando tantísimo, los clasificaré en dos clases, metales de criadero seco (ácido), i de criadero suave (básicos).

Como carácter jeneral daré para distinguirlos, el que se ataquen por el agua rejia, fijándose si se disuelve o no; en el primer caso será metal suave (básico), i en el segundo seco o duro (ácido).

Comprende la primera clase todos los metales quijosos, arcillosos o tofosos, como son el Salado, Fortuna, Patagüita, Patagua, etc., en Catemu i los Loros, Coimas, Anjeles en Putaendo i en los Andes los Caracoles, *Jahuel*, Calvo, etc., etc. La segunda division, o sea de los metales suaves, abraza los que tienen criaderos calizos, fierrosos, o que si tienen quijo es en mui pequeña cantidad. Estos metales son casi esclusivamente de Catemu; se producen aquí en los Mantos, en donde se saca un metal mui particular que describiré al tratar de la Refina, Pleito, Manantial, Poza Vieja, etc., etc.

El minero lleva su mineral al establecimiento, corriendo de su cuenta los costos de conduccion, en donde se le compra pagando a cuatro i cinco pesos ménos del valor que tiene el cobre en Valparaiso, el excedente de cobre que queda despues de haber rebajado cuatro quintales por la maquila en cada sesenta i cuatro quintales de mineral. Se está usando ahora pagar *mineral de* 10 p.% *a* 62½ *cts. el quintal*, subiendo su valor de 12½ cts. por cada 1 p.% que suba la lei, i la inversa en caso contrario.

Para ensayar usan todos los compradores del mismo método; atacan por agua rejia el mineral bien molido, i despues de haber sacado un prolijo concurso, evaporan en el mismo matraz hasta la mayor sequedad que se puede, agregan despues ácido muriático, filtran la disolucion, vacian en una cápsula i precipitan el cobre por un alambre de hierro perfectamente limpio; lavan en seguida, i secan en la misma tasa el cobre precipitado. Como se vé, no se hace distincion alguna de las especies minerales que pueden dar resultados funestos para el fundidor. Para evitar este inconveniente i dar abastos a los numerosísimos ensayes que se ofrecen en los establecimientos, hice uso del método de Pelouze, teniendo un esmerado cuidado en la disolucion normal, i ademas repitiéndolos por el hierro, cuando se hacian ensayes de importancia.

HORNOS.

Los hornos que usan todos los establecimientos son de reverbero, cuya construccion no está sujeta mas que al capricho del director; así es que se fabrican hornos de diversas dimensiones, sin fijarse jamás en el destino que tendrá el horno, esto es, si es para fundicion o refina u otra

operacion; he creido, pues, que será de mucha utilidad práctica, mirando las precedentes circunstancias, trasladar aquí las observaciones hechas a este respecto por el ya citado metalurjista frances (1), que dice así: «En los hornos de reverbero se colocan las materias que se van a trabajar sobre el plan, cubierto con una bóveda poco elevada; se calientan por las llamas que provienen del hogar i salen por un canal a la chimenea. Importa, pues, estudiar la naturaleza de las llamas i la influencia que ejerce sobre ella la disposicion del hogar. Se usa como combustible la leña o el carbon de piedra.

«En los hornos calentados con la leña, los gases que se queman i pasan por el interior del horno contienen un exceso de oxíjeno i por consiguiente son oxidantes; no sucede lo mismo en los hornos calentados por el carbon de piedra, porque pueden ser oxidantes o reducientes a voluntad del fundidor, segun el espesor de combustible mantenido sobre las parrillas.

«Para hacer comprender esta diferencia, supongo un horno en el cual el aire esterior no pueda penetrar mas que por el cenicero, i en el que todas las aberturas esten herméticamente cerradas. La madera se echa por una puerta lateral, que se cierra despues que se ha llenado la savalera.

«Las barras de las parrillas son de fierro i movibles, o de ladrillo i fijas pero siempre bastante separadas, para que el aire esterior llegue en grande exceso i con una velocidad tanto mas grande cuanto mayor es la necesidad de obtener una temperatura mas elevada. El aire atraviesa sucesivamente en el hogar una capa poco espesa de leña carbonizada, despues la madera cuya destilacion no es completa todavía, i por último la que se acaba de echar i cuya descomposicion no hace mas que principiar. La capa de carbon como tiene poco espesor, produce ácido carbónico solamente, absorviendo una parte del oxíjeno del aire; los fragmentos de madera imperfectamente carbonizados arden i destilan a la vez; los gases producidos por su combustion i destilacion, el azoe i vapor de agua, i el oxíjeno del aire no empleado todavía, pasan al interior del horno; i en los que están bien construidos debe estenderse la llama igualmente por todo el plan hasta el canal.

"La existencia de la llama supone una combustion de los gases, i por consiguiente la presencia del oxíjeno, en exceso mas o ménos grande, que permanece todavía libre; su proporcion es tanto mayor cuanto menor es la cantidad de combustible que hai en la savalera. Al mismo tiempo el calor producido en el hogar es menor, i la masa de gas combustible que pasa al interior del horno es tambien menor, i por consi-

---

(1) Véase *Rivot*, Traité de Métallurgie, etc. t. 10, p. 12.

guiente las materias que se tratan de fundir no pueden esperimentar mas que una temperatura poco elevada.

"Sucede lo contrario, si en el hogar se mantiene siempre una capa de leña bastante gruesa; en este caso se emplea el oxíjeno del aire en el hogar mismo, casi en su totalidad; por consiguiente, el efecto calorífico producido sobre la materia propuesta es mucho mas enérjico, i la proporcion de oxíjeno libre en el gas, siendo menor la accion oxidante, no puede ser tan grande."

Hablando despues sobre las acciones oxidantes i reducientes de las llamas, agrega estas observaciones que son de bastante trascendencia para la economía del establecimiento. "La accion oxidante de las llamas puede ser mui perjudicial en las fundiciones de los hornos de reverbero, al ménos para el tratamiento de ciertos minerales. Por ejemplo, en la fundicion por ejes de los minerales cobrízos, la oxidacion obra ántes i despues de la *fusion;* disminuye primeramente la cantidad de azufre que debe servir para formar el eje, peroxida mui rápidamente el hierro que debe estar todo al estado de protóxido en las escorias. La peroxidacion es un gran inconveniente: 1.° porque impide la reduccion completa del óxido de cobre, que ha pasado al estado de silicato durante la fusion i que debe reducir el súlfuro de fierro del eje; 2.° porque las escorias que contienen *peróxido* de hierro son poco fluidas i retienen una notable proporcion de cobre. Por último, añade, en un horno oxidante no se puede *empobrecer* convenientemente la escoria. En este caso, como en todas las operaciones análogas que se presentan en el tratamiento de los minerales, conviene cubrir el baño fundido con una capa de carbon menudo, bastante espesa, para preservarlo de la accion oxidante de las llamas."

Como se vé en las observaciones precedentes, debemos fijar mucho nuestra atencion en la fabricacion de los hornos, i saber conocer la accion que tiene el horno en su carrera, para que nos aprovechemos inmediatamente de ella i hacer una aplicacion conveniente. Hai hornos que salen mui *calcinadores;* estos de ningun modo se deben poner a fundir, porque entónces caeriamos en los inconvenientes que espone en su ejemplo el autor citado; hai otros cuya accion oxidante no es tan grande; estos debemos emplearlos en la fundicion donde no necesitamos que se oxijene nada, i de ningun modo en el repaso, i mucho ménos en las refinas donde se necesita gran cantidad de un cuerpo oxidante para que queme cuanto mas se pueda el azufre que retiene al cobre, i abreviar de este modo estas operaciones.

COMBUSTIBLE.

La leña, que es el combustible usado en todos los establecimientos

de la provincia, se usa despues que se ha tenido algun tiempo cortada i espuesta a los rayos solares; porque existe una gran diferencia entre emplear leñas húmedas i usarlas secas. La cantidad de agua que contienen las húmedas impide que su combustion produzca el calor necesario para la fusion de los minerales; así, si una leña seca debia producir 3,000 calorias, el vapor de agua que se desarrolla durante la combustion, absorve mucha cantidad de calórico que disminuye la temperatura (2).

Respecto a las diversas leñas de que se hace uso en la Metalurjia, podemos hacer una clasificacion en dos clases: *leña porosa, blanca o de vega, i leña compacta o de cerro.* Existe entre estas dos clases de leñas una gran diferencia en su inflamabilidad, que trataremos de estudiar. Componen la primera clase, plantas que crecen en lugares húmedos i a veces mui pantanosos, i cuyo tallo o cuerpo leñoso contiene mui pocas sustancias resinosas; dan un carbon poroso, mui liviano i que produce mui poca ceniza, conteniendo ésta mucha materia alcalina, i por último encierran en su tejido poroso una gran cantidad de agua, que se pierde casi en su totalidad, al cabo de poco tiempo que se espongan al aire i al sol, disminuyendo su peso casi en la mitad. Forman este grupo las plantas siguientes: *Patagua, Canelo, Petra, Arrayan* principalmente, i otras plantas que se encuentran rara vez.

La segunda clase está compuesta de plantas cuyo tallo es sumamente duro i compacto, i contienen mucha ménos agua que las anteriores. Su solidez, como tambien su estado compacto, es un grave inconveniente para la fundicion; porque el sol no puede obrar bien sobre ellas, de modo que jamás podemos tener plena seguridad sobre su estado higrométrico; i hai plantas, como el *trébol* i el *litre,* que aunque se cortan con un año de anticipacion, destilan siempre agua al echarlas al horno. Forman este grupo el *Quillai,* que se asemeja mucho a las plantas de vega, el *Peumo, Colliguai, Guayacan, Litre, Tribol, Talhuen, Cardon,* i varias otras plantas que se encuentran poco.

Se emplean indistintamente estas dos clases de leñas; si se encuentra un monte, se denuncia i se arregla el precio con el propietario, i desde este momento el denunciante adquiere propiedad sobre el monte denunciado; no se mira para nada la calidad de la leña para los arreglos. Sin embargo, algunos fundidores dan la preferencia a la leña blanca i otros a la de cerro.

Trataré de hacer notar la diferencia que existe en una i otra leña. A este respecto dice Overman: "que la calidad de la leña pende de la mayor o menor facilidad que tiene para quemarse"; la leña blanca se

---

(2) Véase Domeyko, Tratado de ensayes; segunda edicion, páj. 58. Tambien a Overman, Treatise on Metallurgy, páj. 339.

prende inmediatamente que entra en la savalera; la cantidad de cenizas que contiene es mui pequeña, i otra ventaja que no posee la de cerro es que, si ha estado la leña blanca espuesta seis meses al aire libre i al sol, estamos seguros que la usamos perfectamente seca, lo que no sucede con la de cerro.

Siendo la leña de cerro tan pesada i compacta, el calor del sol no puede penetrarla bien, de modo que es mui difícil usarla en sequedad perfecta; pero entre estas leñas está el *Talhuen* i el *Cardon*, que son preferibles a toda clase de leñas. El Talhuen, aunque es pesado i compacto, se seca con mucha rapidez, i su inflamabilidad es tan grande, que arde inmediatamente despues que entra en el horno, con tanta fuerza que apénas deja carbon. Su llama es tan activa que no se puede usar sola, porque destruye con la mayor facilidad los ladrillos del horno. En el mismo caso se encuentra la de Cardon, que es una planta que se seca con la mayor facilidad, i le ayuda ademas su color negro, i el ser sumamente liviana i porosa: se usa regularmente para correr las cargas de refina, mezclada con otra clase de inferior calidad.

Para comprobar las ventajas de la leña blanca sobre la de cerro, veremos lo que nos dice Muspratt (Chemistry, tomo 2, páj. 29) sobre el valor de las diferentes especies de leña, usada esta como combustible en las operaciones metalúrjicas. "Se debe tener en cuenta muchas consideraciones para usar la leña como combustible: la cantidad de calor que se necesita, la distancia en que debe obrar, i el tiempo que la temperatura debe durar. Cuando se quema leña blanca o liviana, su accion es pronta pero transitoria, su porosidad favorece el rápido desarrollo de los gases inflamables, principalmente esta porosidad de textura ayuda la trasmision del aire a traves de la masa del carbon formado, i por consiguiente efectúa su rápida combustion. Si la madera es dura i compacta, el calor no puede atravesarla tan libremente, i el resultado de esto es que en la porcion interior se forma una especie de destilacion consecutiva, en la que se desarrollan los gases poco a poco; cuando esta se ha producido en efecto, queda un carbon de un carácter denso i compacto, pesando quince a veinte veces mas que el que produce la leña blanca. Por estos hechos sacamos la conclusion, que el principal efecto de la leña blanca es producido por la llama, i el carbon que queda tiene poco valor; al contrario sucede con la leña pesada, la llama es débil, comparada con la de las anteriores, pero su carbon es mucho mas superior"; i en otra parte añade: "sin embargo, aunque las leñas blancas son poco adaptables en las operaciones en que el calor irradiante juega un papel importante, pueden ser empleadas con mucha ventaja en aquellos casos en que se necesita comunicar una elevada temperatura a objetos distantes del hogar, o una temperatura uniforme a cuerpos sólidos en grandes masas." El primer caso es el que necesitamos en nuestras fundiciones de

cobre, es decir, la fusion por medio de una elevada temperatura, de un cuerpo que está distante del hogar.

Veamos ahora la accion que pueden tener las llamas producidas por estas dos clases de leñas. La leña blanca, teniendo gran facilidad para arder i dando un carbon poroso i liviano, produce el oxíjeno del aire que entra por la savalera, el cual se ocupa en su mayor parte en inflamar el combustible, inflamabilidad ayudada por la textura porosa de la leña i del carbon; de modo que, como su combustion es tan rápida, queda mui poco oxíjeno en estado libre, pasando casi todo al interior del horno, combinado en un estado que no puede ejercer accion alguna sobre la materia que se está trabajando. Puede suceder que la savalera, por un descuido de los trabajadores, no tenga la leña suficiente para la cantidad de aire que entra; entónces se vuelve el horno altamente oxidante, porque el carbon se quema con tanta facilidad, que no queda nada para que se combine el oxíjeno del aire, i en este caso caeremos en los inconvenientes espuestos en el ejemplo citado por Rivot.

No sucede el mismo caso con la leña de cerro. El carbon que produce la leña no bien carbonizada que hai en el hogar i la que está echando el portero, solo presentan la superficie al contacto del aire, no pudiendo éste penetrarla, como sucede en la blanca, por ser tan compacta. De aquí resulta que el oxíjeno del aire, no pudiendo emplearse en su totalidad en quemar la leña, pasa en exceso mas o ménos grande al horno, i se hace por consiguiente oxidante.

Reasumiendo lo que he espuesto mas arriba, sacamos que las leñas blancas son preferibles en todo caso para las necesidades de la Metalurjia del cobre, a las leñas de cerro; i que debemos, al usar una leña, fijarnos en la mayor o menor facilidad que tiene para quemarse, i arreglados a esto ajustar los tratos de compra.

ESPOSICION DEL MÉTODO.

Los fundidores solo dividen los metales que llegan a su establecimiento, en metales de color ricos en lei, flujos, i metales de color pobres, que mezclan en una gran pila con todos los metales de bronce; no hacen distincion alguna de las especies que puedan dañar la pureza del cobre, i como no las conocen, ni saben el grave perjuicio que ocasionan al cobre, no tratan de separarlos: así es que dividen todas las operaciones en cuatro principales, las cuales se ejecutan en casi todos los establecimientos.

1.ª operacion. *Fundicion del mineral crudo.* Se funden aquí todos los minerales de bronce, mezclados con los de color pobres en lei, agregando las escorias ricas en cobre del repaso, i los flujos.

2.ª *Calcinacion al aire de los ejes de fundicion.* Se adelanta aquí el

eje solamente de 8 a 10 p.%, aunque este grado de tuesta pende mucho de la buena disposicion que ha tenido la calcina.

3.° *Fundicion por eje negro.* Se trata en esta operacion, que llaman *Repaso,* del eje tostado por las calcinas al aire, mezclado con minerales de bronce mui puros i sobre todo con metales de color de buena lei, agregando ademas a esto las escorias ricas que provienen de la refina.

4.° *Refinacion.* Tiene por objeto concluir de espeler el azufre, por la oxidacion, al estado de ácido sulfuroso, i obtener así el cobre negro o cobre de comercio.

Entraré a considerar estas operaciones en detalle, fijando mas la atencion en las reacciones químicas, para hablar mas detenidamente del mecanismo de la fundicion en el ejemplo que pondré, apuntando en este algunas modificaciones que se han introducido i que son de alguna utilidad.

Primera operacion, fundicion del mineral crudo.—Se introduce la carga por un hueco que hai en la mitad de la bóveda, que llaman *tragadera,* despues que se ha sacado todo el eje i las escorias de la fundicion precedente. Se compone de una mezcla de los metales de color con los bronces, mezclando los suaves con los duros, agregando escorias que resultan de la tercera operacion i flujos en mas o ménos cantidad, segun la naturaleza de los minerales. Estiende esta carga con su rastrillo el obrero, i despues cierra completamente todas las aberturas i manda dar fuego. La fusion comienza por las escorias i se propaga con bastante rapidez por toda la masa, i al cabo de cuatro horas, o con poco mas, queda terminada la operacion. Se conoce este período, introduciendo el rastrillo al interior del horno, ajitándolo en todas direcciones: si se siente que el rastrillo pasa sobre el plan, como por alguna cosa pegajosa, falta cocimiento, i lo contrario sucede cuando está desprendida, corre el rastrillo por el plan sin embarazo alguno i se siente en la mano su aspereza.

Despues que el obrero se ha cerciorado bien que la fusion está completa, manda dar un fuerte golpe de fuego, i saca despues las escorias por la puerta bogadora, tirándolas con el rastrillo; van cayendo sobre una especie de canal o zanja de tierra, por donde corren. El eje se sangra por el orificio lateral, i se recibe en unos moldes de arena, que le dan una forma larga i angosta, i los llaman *linguetes.*

La mayor parte de las escorias deben ser pobres para arrojarlas i no contener mas de 1/2 p.% de cobre. El eje de esta operacion sale jeneralmente de 48 p.% de cobre.

Reacciones. Como la naturaleza de los minerales que fundimos aquí es igual a la de los que benefician en Inglaterra, traduciré aquí por entero esta parte tan importante del tratado de Rivot, que dice así: "Las materias que están adentro del horno contienen óxidos de hierro, de cobre, de

estáño, de calcio, súlfuros de cobre i de hierro, cobre piritoso, sulfatos, arseniatos i antimoniatos, arsénico i antimonio combinados con los súlfuros, gangas terrosas i siliceas, despues las escorias que son silicatos de protóxido de hierro, de cal i de alumina, encerrando granallas i las escorias ricas, que tienen ménos silice que las precedentes i cuyas bases son principalmente el protóxido de hierro i el oxidulo de cobre.

"Las escorias se encuentran en pedazos bastante grandes, i las demas materias en fragmentos mas o ménos finos. El horno tiene una alta temperatura en el momento de introducir la carga. Hai por consiguiente destilacion de una pequeña cantidad de azufre, cuando hai minerales piritosos; obra este azufre como reductivo i como sulfurante sobre una parte de los óxidos; esta accion es casi la única que puede tener lugar antes de la fusion de las escorias, porque los óxidos i los súlfuros no están todavía en contacto íntimo.

"A medida que las escorias, cargadas en gran parte en la superficie, se remuelen i se funden, van absorviendo los fundentes, las materias terrosas i los óxidos metálicos; los sulfatos se descomponen con desarrollo de ácido sulfuroso; toda la masa llega a ser pastosa i las reacciones químicas pueden comenzar. Los súlfuros de hierro i de cobre obran como reductivos sobre el peróxido de hierro i sobre los óxidos de cobre todavía libres o combinados con la sílice.

"La accion del súlfuro de cobre es mas débil i ménos importante que la del súlfuro de hierro, porque este último se encuentra en mayor proporcion, i sobre todo porque descompone los silicatos de cobre, aun en presencia de un exceso de silice; miéntras que el súlfuro de cobre no puede obrar mas que sobre los óxidos libres i sobre los silicatos básicos. El producto de las reacciones de los dos súlfuros son mui diferentes: la accion del súlfuro de cobre sobre los óxidos libres, da ácido sulfuroso, protóxido de hierro i cobre metálico; la del súlfuro de hierro sobre los silicatos produce súlfuro de cobre i silicatos de protóxido de hierro.

«Estas acciones continuan hasta que las materias han llegado a ser bastante fluidas i se separan completamente. Sobre el plan se reunen los súlfuros de hierro i de cobre en exceso, i forman un eje que absorve el cobre metálico que proviene de la reaccion del súlfuro de cobre sobre el ácido libre; sobrenada encima la escoria, en la cual permanece en disolucion o en suspension una parte del sulfúro de hierro. Su accion sobre el silicato de cobre puede pues continuar, aun despues de la separacion completa del eje i de la escoria; se debe atender, para sangrar, que esta accion haya cesado, es decir, que la totalidad del silicato de cobre haya sido descompuesta."

Continua hablando sobre las reacciones del estaño, el antimonio i el arsénico, que no las trascribo por no creerlas de importancia para la espli-

cacion de nuestra fundicion, i concluye diciendo que éstas consideraciones químicas conducen a las conclusiones siguientes:

«1.° En la fundicion por eje hecha en los hornos de reverbero, los súlfuros de hierro i de cobre que existen en los minerales que contiene la carga, son los verdaderos i únicos ajentes para la reduccion del ácido de cobre de las materias puestas en operacion. Se puede obtener una escoria mui pobre, que contenga mui poco óxido de cobre, introduciendo en la carga una proporcion conveniente de mineral piritoso, o bien, tratando los minerales cuya tuesta ha sido imperfecta.

2.° «Si los súlfuros no están en proporcion suficiente, el eje producido no puede absorber la totalidad del cobre, separado el estado metálico por la accion del súlfuro de cobre sobre el óxido de cobre; se obtiene, no solamente eje sino tambien cobre negro. En este caso, no estando los súlfuros en exceso, es posible que la totalidad del óxido de cobre de las escorias no se haya descompuesto. Si se obtiene, pues, en la primera fundicion una proporcion notable de cobre negro, su presencia es una prueba que habia un pequeño exceso en la carga i se puede estar cierto que la escoria contiene mucho oxídulo de cobre; en este caso conviene agregar al tratamiento metalúrjico una operacion especial para empobrecerla.

"Se debe pues evitar la presencia de una proporcion notable de cobre negro en la primera fundicion, aunque los minerales tratados se hallen exentos del arsénico i del antimonio. La ventaja que habria de obtener cobre negro, se halla balanceada por la pérdida en la escoria. Para los minerales impuros que deben tratar la mayor parte de los establecimientos existentes, es de mucha importancia no producir cobre negro en la fundicion; porque el arsénico, el antimonio i el estaño que quedan despues de la tuesta, pasan en gran parte al cobre, en razon de la gran afinidad del cobre por estos tres cuerpos i de la densidad mayor de sus aleaciones. El cobre obtenido seria mui impuro para llevarlo al comercio, i mas bien se consideraria perdido. No se debe tratar de producir un poco de cobre negro, mas que como medio de purificacion del eje, en el tratamiento de los minerales impuros; purificacion obtenida por una pérdida notable de cobre. Esta pérdida es debida a dos causas: al cobre negro que no puede venderse, i al óxido de cobre que se va en las escorias.

3.° «Esta operacion no puede servir para espulsar los cuerpos dañosos a la calidad del cobre; una parte del estaño solamente se puede escorificar, i la totalidad del arsénico i del antimonio contenido en la carga se encuentra en el eje. La fundicion por eje tiene por único objeto reunir en un producto sulfurado, rico en cobre, todo el metal contenido en los minerales, separando, bajo la forma de escorias pobres, las gangas terrosas i el óxido de hierro producido por la tuesta.

«*Observaciones.* La accion reductiva de los súlfuros metálicos no puede ser reemplazada por el carbon, sobre todo en el beneficio de minerales impuros. Supongo, en efecto, que los minerales hayan sido casi completamente oxidados por la tuesta i que, para suplir la insuficiencia de los sulfuros, se agregaria a la carga un poco de carbon. Antes de la fusion, el carbon puede reducir los óxidos metálicos, los arseniatos i antimoniatos; pero no tiene ninguna accion sobre los pedazos de escoria; despues de la fusion sobrenada en la superficie, en razon de su poca densidad i no puede obrar como reductivo, i por consiguiente no puede reemplazar mas que en parte a los súlfuros; estos últimos son indispensables para la descomposicion del óxido de cobre de los silicatos i para empobrecer las escorias (1)."

Segunda operacion, Calcinacion del eje de fundicion. El eje obtenido por la fundicion es conducido, despues de chancado o quebrantado en pedazos pequeños, a unas cámaras de tres murallas de piedras, cuyo piso es tambien empedrado; se coloca una capa de leña, de una vara o vara i media, sobre otra que hai en contacto del piso de seis pulgadas de alto, de metal de color de buena lei, i sobre la capa de leña se pone el eje. Se prende fuego a la leña, i esta en su combustion va calentando el eje; inmediatamente principia una oxidacion lenta, haciendo pasar los cuerpos metálicos al estado de óxidos en gran parte, i el azufre se convierte en ácido sulfuroso que se escapa, óxido sulfúrico, i otra parte que permanece inalterable i que es necesaria para la retencion de cobre. Cuando la calcina ha sido bien dispuesta, suelen durar hasta veinte dias las reacciones que tienen lugar por la accion del aire sobre los súlfuros que contiene el eje. Obtenemos de esta operacion un eje de color negro, lei 60 por ciento, cargado de sulfato de cobre cristalizado formando agujas concéntricas; i en la parte inferior o sea donde el eje que se funde i que va cayendo gota a gota sobre el mineral de color, se obtiene grandes pedazos de cobre metálico de calidad mui inferior.

Tercera operacion, fundicion por eje negro o repaso. El horno que se usa es del mismo tamaño que el de fundicion. La carga comprende el eje calcinado, mezclado con minerales de color, escojiendo siempre silicatos de cobre para que la sílice se apodere de los óxidos metálicos formados, i de las escorias mui ricas que provienen de la operacion siguiente. Si el establecimiento tiene minerales de bronce mui puros, se acostumbra echarlos aquí tambien, para ahorrarse de pasarlos por las operaciones anteriores. Se carga el horno por la tragadera, despues que se ha sacado la otra carga; se cierra bien la puerta de trabajo, i se activa el fuego hasta

(1) Sobre mayores pormenores acerca de este punto, consúltese a Rivot, *Traité de Métallurgie*, t. 1.°, p. 132.

la fusion completa de las escorias i del eje, sirviendo siempre para conocer el estado de la carga el método que dejo indicado, en la primera operacion.

Se obtiene de esta operacion un eje de color blanco de lei hasta 75 por ciento, conteniendo una débil proporcion de hierro i una escoria mui rica en lei de cobre, que se emplea sin desechar nada en la fundicion por eje crudo. El cobre se encuentra en las escorias en estado de oxídulo i de granallas de eje. Cuando la calcina i el repaso han marchado bien, es mui frecuente que salga uno o dos lingotes de cobre negro; se separa uno de otro para echar el cobre en el momento de correr la carga de rejina para sangrarla.

Reacciones. Las escorias silicosas, provenientes de la refina que contienen mucho cobre al estado de óxido i los metales de color introducido, obran sobre el eje calcinado, i se sigue una serie de descomposiciones del súlfuro de cobre con el óxido, dando cobre negro, que se va a unir con el excedente de azufre que hai en el eje. El hierro, que se habia convertido en óxido en gran parte por la oxidacion del aire, se combina inmediatamente con la sílice, formando las escorias. «Los silicatos que resultan, dice Rivot, permanecen largo tiempo al estado pastoso i en contacto con los súlfuros; estos últimos obran sobre los óxidos, como queda indicado en la primera operacion; no hai mas diferencia que en la proporcion de los dos súlfuros, siendo la del cobre mucho mayor. El desarrollo del ácido sulfuroso i el depósito de cobre metálico, tienen mucha mas importancia que en la primera fundicion.

«El súlfuro de hierro empobrece la escoria i da el azufre necesario para la nueva mata, miéntras que el súlfuro de cobre, obrando como reductivo del óxido de cobre, libre o combinado en los silicatos, no puede dar mas que cobre metálico. La proporcion del súlfuro de hierro es la que debe arreglar la esperiencia, de manera que la operacion dé el producto deseado; es decir, cobre negro, i un eje rico cuando se traten minerales puros, i solamente eje rico, cuando sean impuros.

Productos. «El eje producido contiene, i debe contener una débil proporcion de súlfuro de hierro; tiene en disolucion una cantidad variable de cobre metálico que se separa a veces durante el enfriamiento; se le encuentra entónces en jeodas, bajo la forma de pequeños cristales dispuestos en agujas.

«La escoria contiene principalmente silicato de protoxido de hierro, i es mui fluida; tiene una débil proporcion de oxídulo de cobre cuando el súlfuro de hierro ha podido obrar hasta el fin de la operacion, i por consiguiente se encuentra en la carga en gran cantidad; i cuando la proporcion del súlfuro de cobre es mui débil, la escoria es necesariamente mui rica en oxidulo de cobre. La riqueza de la escoria está, pues, en relacion con la naturaleza de los productos obtenidos; si se trata solamente

en la operacion de sacar ejes, la escoria es pobre, i cuando se obtiene cobre negro la escoria es rica.

«Hablando de las escorias, debo hacer una observacion importante; el óxido de cobre, los arseniatos i los antimoniatos que se encierran al principio de la fusion, se descomponen en gran parte por el súlfuro de cobre i de hierro, miéntras dura la fusion pastosa; cuando las escorias i el eje llegan a tomar la fluidez necesaria para separarse, el súlfuro de hierro hace el principal papel en el empobrecimiento de las escorias. Si no está en cantidad suficiente para descomponer completamente el oxídulo de cobre, no obrará mas que sobre los óxidos de antimonio i de estaño, que la escoria retiene con mayor enerjia que el oxídulo de cobre. Se puede dejar, pues, en la escoria una cierta proporcion de antimonio i de estaño, no precipitando todo el cobre.

«Este medio de purificacion del eje no debe emplearse mas que en el tratamiento de los minerales mui impuros; se obtiene gran cantidad de escorias para que se pueda perder el cobre que contiene; conviene separarla en la primera fundicion, i desde aquí se va dejando en la serie de operaciones el cobre, el estaño i el antimonio que contiene la escoria; pero se debe evitar cuanto sea posible la presencia de estos tres cuerpos. Solamente se ha considerado hasta aquí el oxídulo que contienen las escorias en combinacion con la silice; encierran ademas granallas de ejes, las unas tan pequeñas que no se pueden percibir, i las otras al contrario, de dimensiones a veces mni grandes. Su proporcion depende en gran parte del cuidado i de la habilidad de los obreros en la operacion, i del grado de fluidez que pueden tomar las escorias, segun la composicion de las cargas."

Cuarta operacion, tuesta del eje repasado i afinacion del cobre. Comprenden en esta operacion nuestros fundidores, la quinta i sesta operacion de los ingleses; se carga el horno por la puerta de trabajo o bogadora, haciendo uso de una pala de hierro; se quebranta el eje en grandes pedazos, i se van colocando sobre el plan del horno unos sobre otros, hasta que se complete un peso de 75 a 80 qq.; se cierran las puertas i se principia a elevar la temperatura hasta el rojo sombrio. Cuando ha tomado el calor suficiente, se abre la ventana lateral i principia la calcinacion. El eje principia a destilar gota a gota, i el oxíjeno del aire a obrar sobre él; se hace aquí una oxidacion lenta, i el eje se reune en estado pastoso en el plan del hormo.

Cuando ya queda poco eje en colpa, se cierra el orificio lateral i se calienta el horno hasta la fusion completa del eje, *a planar la carga;* se agrega entónces un poco de metal de color para recojer el hierro oxidado que puede haberse formado, i tambien ayudar a la accion del aire por medio del óxido de cobre del metal. Se funde mui bien, se boga la escoria que sobrenada, limpiando perfectamente la superficie del

baño, i se principia la oxidacion del eje al estado de fusion, *calcina en baño.* Al cabo de seis a ocho horas principia a formarse cobre, principalmente en las paredes del horno i en el medio; cuando la capa de cobre es bastante gruesa se empuja con el rastrillo hacia el puente, limpiando siempre la superficie del eje; se principia de nuevo la oxidacion, i cuando se vuelve a formar el cobre se empuja otra vez al puente; esta operacion de echar el cobre al puente, la llaman *arrollar la carga.* Se continúa así hasta que se seque el eje en el plan, o mejor hasta la completa metalizacion del eje; se agrega entónces un poco de eje repasado, i todo el cobre que ha sobrado de la operacion anterior, como el que ha salido en el repaso, i se echa fuego al horno. Una vez bien fundido el cobre se sangra, recibiéndolo en unos moldes hechos de una mezcla de arena con ceniza, mui bien apretados para evitar que el cobre se derrame. Se deja enfriar en los moldes un poco, se marcan, i se van a arrojar las barras de cobre a un pozo lleno de agua fria.

Reacciones. El eje sometido a la calcinacion tiene de 65 a 70° de cobre, siendo lo demas azufre, hierro, estaño, arsénico i antimonio, en proporcion variable, segun la naturaleza del mineral. «El objeto de la operacion, dice Rivot, es espulsar la totalidad del azufre, del arsénico i del antimonio; escorificar el hierro i el estaño, i obtener el cobre al estado metálico.

"El primer período es una fusion lenta, durante la cual atraviesan las gotitas de eje el aire esterior introducido en el interior del horno por el orificio del ángulo del puente.

«El contacto con el oxíjeno de los diferentes cuerpos que contiene el eje, no es íntimo, porque la accion no puede tener lugar mas que en la superficie de las gotitas; no se forma mas que una proporcion mui débil de arseniatos i antimoniatos. Una parte del azufre, del arsénico i del antimonio se volatiliza al estado de ácido sulfuroso, arsénioso i de óxido de antimonio; i una parte del hierro, cobre i estaño pasan al estado de óxidos.

"Cuando la fusion lenta se ha concluido, la masa pastosa reunida sobre el plan contiene una mezcla mui íntima de óxidos i de súlfuros, entre los cuales tiene lugar una serie de reacciones bastante vivas, que se producen durante el período del enfriamiento. La accion principal es la del súlfuro sobre el óxido de cobre; porque el cobre i el azufre entran en la composicion del eje, en mayor cantidad que los otros cuerpos. Esta accion sirve para aislar, del estado metálico, una gran parte del cobre oxidado durante el período de la fusion, i al mismo tiempo volatilizar una nueva parte del azufre al estado de ácido sulfuroso. Este desarrollo del gas, que atraviesa la materia durante el enfriamiento, le da la porosidad necesaria para la oxidacion interior.

"Los súlfuros de hierro i de estaño obran al mismo tiempo sobre el

oxídulo de cobre, los arseniatos i antimoniatos, produciendo oxidos de hierro i de estaño, i formando el cobre combinaciones con el arsénico, el antimonio i el azufre. Por consiguiente en este período de reacciones, una parte del azufre se espulsa i una parte del hierro i estaño se oxidan. El óxido de cobre i las combinaciones oxijenadas del arsénico i antimonio, que se forman durante el primer período, se descomponen i se separan, o al estado metálico, o al de aleaciones o de súlfuros, que permanecen diseminados en la masa solidificada."

En el segundo período de la operacion, o sea de la calcina en baño, la accion oxidante obra tambien con bastante facilidad, ejerciendo mayor influencia sobre el cobre que se encuentra en mayor cantidad. Oxidándose el cobre, obra inmediatamente sobre el eje que tiene en contacto, dando ácido sulfuroso i cobre metálico, que sobrenada en el baño, apareciendo por su aspecto como escoria; cada vez que avanza mas la operacion, la oxidacion del cobre va haciéndose tambien mayor, i por consiguiente hai mas reacciones entre el súlfuro con el óxido de cobre. Llega el momento en que la capa de cobre se hace mui gruesa i tambien mas dificultosa la penetracion del aire a la parte que está en contacto inmediato con el eje; entónces el obrero retira esta capa de cobre hácia un punto donde haya poco baño, regularmente en las paredes i en el puente, i presenta de este modo la superficie del eje limpia, para que principie de nuevo la oxidacion del cobre i sus reacciones sobre el súlfuro. Los óxidos de hierro i estaño formados por la oxidacion del aire, se reunen en escorias, que les da silice el plan del horno i las paredes. Estas escorias son regularmente mui ricas en óxido de cobre, i se usan para el repaso.

FUNDICION DEL ESTABLECIMIENTO DE LAS VACAS. CATEMU.

Tomaré como ejemplo, para esplicar el mecanismo de la fundicion de un modo bastante detallado, el establecimiento que he tenido bajo mi observacion inmediata, siguiendo siempre en mi esposicion el método del metalurjista frances, M. Rivot.

El mineral de Catemu, como dejo dicho, es el mas importante de la provincia, i el mineral único que puede abastecer los establecimientos que le rodean. De las diversas minas que se encuentran en sus metalíferos cerros, se puede avaluar en 3000 cajones la cantidad de metales que esplotan anualmente, de lei de 14 a 16° el comun jeneral, i presentándonos el cobre en todo estado de combinaciones químicas. Como en todo mineral rico en su esplotacion, se produce con preferencia una clase de mineral; aquí en Catemu abundan mas las especies sulfuradas con ganga cuarzosa, que las especies oxidadas.

La hacienda de Catemu está situada al norte del rio de Aconcagua i

principia en ella *la rejion esencialmente minera,* como ha observado M. Pissis (1). Es una ensenada que está rodeada de altos cerros, corriendo dos cadenas que le sirven de límite al oriente i al poniente, con direccion aproximativa de norte a sur, teniendo otra al norte, i que la termina por este lado con direccion de oriente a poniente. En estas tres cadenas de cerros se producen minerales de cobre variados, conservando un carácter particular que es propio a cada una de ellas: carácter que llega a estenderse hasta las formaciones o lechos, i aun a las gangas mismas que acompañan a las especies minerales de cobre.

En la cadena que está al poniente encontramos el cobre en anchos filones, o en mantos pellejeados, jeneralmente al estado de súlfuro, formando unas pequeñas hojuelas en medio de una masa cuarzífera o arcillosa, o al estado de óxido combinado con la sílice, i formando a veces llancas de diversa naturaleza. Es mui raro encontrar una escepcion a lo dicho anteriormente, i si se encuentra en el modo de formarse las vetas, no dejará de aparecer la sílice predominante, caracterizando este costado.

En la rama del norte no se ven vetas ni filones de cobre, i solamente se encuentra el metal en pepas o riñones de bronce morado, sin guardar órden ninguno en su formacion, pues se necesita la paciencia de un minero para buscarlos i desenterrarlos de donde se hallan; no se puede pues trabajar ni emprender gasto ninguno por estas pepas, que, aunque es verdad que son mui ricas, el minero no lleva una espectativa halagüeña, i muchas veces ni esperanzas de recobrar lo que va perdido en buscarlas. Solo trabajan aquí personas pobres que emplean toda su familia, i ellos mismos se emplean con la esperanza remotísima de encontrar estas pepas, para alimentar con el producto de su venta a sus innumerables hijos, los cuales viven sumidos en la miseria i en la desgracia.

La tercera cadena o la del oriente, varia completamente de las que dejo descritas; a la simple vista aun notamos una diferencia palpable en su aspecto jeolójico i vejetal. Parece que comunica esta diferencia, o imprimen nuevo carácter, como lo tiene ella, a las riquezas que encierra en su seno i al modo de formarse con que se nos presentan en sus lechos. Ya desaparecen aquí completamente los anchos filones de gran esplotacion de metal, i solamente vemos hermosos mantos de calcarea carbonífera impregnada de cobre piritoso o bronce morado, o bien encontramos ricas vetas que atraviesan las rocas eruptivas, perturbadoras de la horizontalidad de las capas sedimentarias, que contienen el cobre al estado de súlfuro o de óxido.

Se nos muestran estas vetas i mantos con su carácter especial, distin-

---

(1) Revista de Ciencias i Letras, p. 589, en un artículo titulado *Consideraciones sobre el estado actual de la industria minera en Chile.*

guiéndose inmediatamente por los criaderos que sirven de compañeros a las especies de cobre. La sílice desaparece aquí casi del todo, cediendo su lugar a los criaderos básicos, entre los cuales predomina la cal, las sustancias fierrosas, el plomo i el zinc; jeneralmente están todos al estado de óxido, combinados con el ácido carbónico, o hidratados, o formando silicatos mui básicos. Como se ve, estos minerales son excelentes para la fundicion, porque comunican, empleándoles en las cargas, óxidos metálicos para la combinacion de la silice de los metales secos, formando excelentes silicatos, o lo que es lo mismo, dando mui buenas escorias.

En el mineral de los Mantos, que pertenece a esta corrida, se saca un metal de cobre de poca lei; pero hablaré de él por el importante papel que hace en la refina. Es de un color amarillento, poroso, se le ve muchas manchitas verdes debidas al óxido de cobre, lo llaman *chicharron.* Consta principalmente de carbonato de cal, carbonato de hierro, silicato i carbonato de cobre, i un poco de arenisca. Como veremos mas adelante, este, que quizá desprecian muchos fundidores, es un metal cuya aplicacion en la refina nos reporta una utilidad inmensa para la economía del establecimiento.

Situacion jeneral de los establecimientos. Se escoje siempre para colocar los establecimientos, parajes bien planos, acercándose cuanto sea posible a las leñas, para evitar de este modo los fletes de los cargadores del combustible; al mismo tiempo deben estar cerca de alguna acequia o fuente de agua para las necesidades que tiene. En este lugar se forman las canchas para depositar los metales que traen; se amontonan los minerales sobre el piso preparado de antemano, pisonéandolo para que tome dureza i evitar que se tome tierra al hacer la carga; tambien se ven empedrados o enladrillados. Fuera de estas canchas i a un lado de los hornos, se hacen los depósitos para la leña, quedando espuesta a toda intemperie; se forman grandes pilas, a donde van los obreros a busbarla para surtir el horno.

Combustibles. Se corta la leña con seis meses de anticipacion, dejándola espuesta al aire i a los rayos solares, formando unos montoncitos hechos por los *hacheros,* o sea los cortadores. Los trabajadores empleados en la corta de la leña reciben una tarea para su trabajo diario, de diez i seis varas cúbicas de leñas de todos gruesos, o tambien una percha de once varas de largo i vara i media de alto. Se le paga al trabajador 25 centavos por la tarea, recibiendo ademas su comida diaria, que podemos estimar en 18 cent.; de modo que una tarea de leñas cortadas viene a costar 43 cent., puesta en el sitio mismo que la deja el hachero.

El costo de conduccion al establecimiento varía segun las distancias en que están i el camino sea mas o ménos bueno; se acarrea de las partes donde se ha cortado la leña en los cerros, en burros o mulas, pagando

al arriero tanto por *cajon* de leña; un cajon se compone de diez i seis cargas, de treinta i dos palos carga. El precio medio entre las distancias mayores i las menores se puede avaluar en 75 cent. cajon; agregando esto a la cantidad anterior, tenemos que nos cuesta la tarea 118 cent. Regularmente se hace cargo de la corta i conduccion de la leña el propietario del fundo, cuyo monte ha sido denunciado, pagando el denunciante 1,000 pesos por chimenea mensualmente. De este modo se halla el horno mejor servido, porque el hacendado tiene muchas ventajas para asistir mejor a los peones; dar pasto a los animales cargadores i hacer uso de sus carretas, si la leña la puede conducir así.

Las cenizas que resultan de la combustion de la leña, se utilizan en la Vacas para hacer jabon; se guarda en unos galpones de donde la saca el jabonero cuando la necesita. Como pasan por las parrillas tantas brasas de diversos tamaños, que dan mui buen carbon, cuando las saca el obrero del cenicero, las lleva a un depósito en donde se apagan mui bien con agua, usando despues este carbon para cubrir la capa de leña en las calcinas i evitar que pase el eje crudo para abajo.

Ladrillos. Los mejores ladrillos refractarios que nos llegan por el puerto de Valparaiso, son los que traen la marca *Stourbridge;* sus dimensiones, segun Rivot, son, de largo 0,228^{m} por 114^{m} de ancho. El precio a que se obtienen varía mucho, porque depende de la mayor o menor abundancia que hai en la plaza. Comprando un cargamento completo de 24 a 30,000 ladrillos, se pueden obtener a 70 pesos millar; pero comprando partidas pequeñas, sube su valor a 80, i tambien 90 pesos el millar. Los fletes o conduccion de estos ladrillos hasta el establecimiento de la Vacas, importan 50 cent. el quintal, que viene a formar de 28 a 30 pesos el millar.

Se usa como mezcla en la construccion de los hornos, para pegar los ladrillos, una sustancia blanca que llaman *tojo* (corolina); viene de una mina de la hacienda del Romeral, i cuesta, puesta en el establecimiento, despues de haberla molido en los trapiches, de 20 a 25 pesos el cajon, de sesenta i cuatro quintales. El pedernal, que es otra sustancia usada en los planes de horno, se esplota en gran cantidad en Tabon, e importa el cajon puesto en el establecimiento i despues de los gastos de la molienda, 30 pesos. Ahora se está perdiendo el uso de este cuerpo en la construccion.

Hierro. Se hace gran consumo de este metal para dotar al horno de todos los instrumentos necesarios para el trabajo, las puertas i las amarras del horno i de la chimenea. El precio del hierro en Valparaiso es jeneralmente de 3 ps. qql, al cual debemos agregar el costo de conduccion, 50 cent.; nos importa el hierro puesto en el establecimiento, 350 cent.

Fundetes. Teniendo la mayor parte de los minerales, gangas mas o

ménos infusibles, tenemos necesidad de agregar a las cargas ciertos cuerpos para ayudar o facilitar la fusion de las gangas cuarzosas o terrosas; estos cuerpos que se agregan son los que llaman los fundidores *flujos*. Nuestros fundidores no cuentan con el ventajosísimo flujo que tienen los ingleses para la fusion de las escorias, el Espato fluor; de modo que solo se aprovechan de las reacciones químicas, que tienen lugar al poner en contacto cobres piritosos o piritas de hierro con los óxidos de cobre. El mineral de Caleo o el del Rosario son los que producen los mejores flujos de alguna lei de cobre; estos son cobre piritoso en una ganga caliza, alcanzando en su lei desde 8 a 24 p.% de cobre. Se compran estos minerales sin rebajarles los cuatro quintales de cobre para la maquila, sino a seis u ocho pesos ménos del precio del cobre en el comercio.

Otro flujo mui estimado por los fundidores es de los que llaman *arsénicos*, que es un mineral piritoso de ninguna lei de cobre; el mas estimado es el que produce la mina del Risco, Catemu; consta este metal de una mezcla de protosúlfuro con bisúlfuro de hierro en una ganga caliza. Hai otros de estos arsénicos que son mispeckel o piritas blancas; son mas escasos. El precio que tienen es de 35 ps. el cajon, puesto en el establecimiento de las Vacas.

El uso que se hace de estos arsénicos lleva en sí una pérdida notable, porque se da valor a una especie que no produce nada; ademas de la ninguna utilidad pecuniaria que se saca de ellos, destruyen el horno con mucha prontitud, por la gran cantidad de galena que tienen. En algunos establecimientos hacen tanto uso de ellos, que fabrican *flujos* con dos hornos para abastecer a un tercero donde se saca eje de buena lei; para hacer bajar los ejes es mui conveniente poner a la carga uno a dos quintales a lo mas, i cuando no hai mas que metales de cobre; pero de ningun modo emplearlos en tanta abundancia, para sacar los ejes de 30 p.% que sirvan de flujo. En este método de fundir se cuenta desde luego con la pérdida que ocasiona el arsénico por el ningun producto que dá, pérdida a la cual debemos agregar el gasto que ocasionan dos hornos corriendo i que necesitan refacciones mui frecuentes. Suponiendo que el horno tercero (para el cual se emplean dos hornos consumiendo constantemente leña i dotados de los peones suficientes para su servicio), ande en su carrera perfectamente bien, la utilidad que deja esta buena marcha no igualará de ningun modo a las pérdidas ocasionadas por el gasto de un mineral que no produce, i por los hornos empleados. He observado que la marcha de los hornos que dan ejes bajos es siempre pésima, ademas de los mil atrasos que se esperimentan por la destruccion de los hornos, i tambien por el sumo cuidado que se debe tener al sangrar; porque si se encuentra el eje bajo con el molde de arena un poco húmedo, hai unas proyecciones horribles, que son mui espuestas para los trabajadores i en las que no se recoje ni una libra de eje.

Esposicion del método. El trabajo a que se someten todos los minerales cobrizos en el establecimiento citado, comprende cinco operaciones, ejecutándose dos al aire libre i tres en hornos.

1. *Tuesta o calcina del mineral crudo.* Se mezclan para esta operacion los minerales secos con los suaves, estando el cobre al estado de súlfuro, con el objeto de adelantar la combinacion de la sílice con los óxidos metálicos.

2. *Fundicion por eje bronceado.* Se trata en esta operacion de los minerales tostados con flujo i otros minerales crudos, agregando a estos las escorias ricas que provienen del repaso.

3. *Tuesta del eje bronceado.* Se ejecuta en cámaras abiertas, i se tratan los ejes de fundicion hasta que se apague sola la calcina.

4. *Fundicion por eje negro.* Se pasan los ejes tostados al horno de fusion, en donde se mezclan con metales de color, escorias ricas que provienen de la refina, i se obtiene un eje mui rico i escorias tambien de mui buena lei.

5. *Tuesta del eje negro.* La operacion se ejecuta por la reaccion del aire sobre el eje negro introducido, i da el cobre bruto, eje i escorias mui ricas en cobre, i que se usan en la 3.ª operacion.

Disposicion de los hornos. Antes de entrar a detallar las operaciones metalúrjicas, me parece mui conveniente que tratemos de los hornos que nos sirven para la fusion de los minerales. Para tratar los minerales en sus diversas operaciones, no se hace diferencia alguna de la forma i dimensiones de los hornos para usarlos en tal o cual operacion; en el mismo horno que se refina, se funde i se repasa tambien. Las dimensiones principales de los hornos son:

Hogar o savalera. Seccion interior, 26 pulgadas de ancho por 4 pies de largo; profundidad de las parrillas, medida desde el bordo esterior del puente, 25 pulgadas; la altura del cenicero varia.

Pasaje para las llamas. 26 pulgadas por 18 sobre el puente; ancho del puente, 14 i media pulgadas; la superficie del puente es paralela al plano del horno.

Dimensiones del interior. Largo, 14 i medio piés, por 7 piés 9 pulgadas de ancho; las paredes vienen anchando desde el puente, hasta que llegan al buitron, donde está el mayor ancho; despues siguen angostando hasta el canal, en donde tienen 26 pulgadas de ancho. La altura de la bóveda sobre el plan junto al puente es de 26 pulgadas, i encima del puente 18 pulgadas; va inclinando poco a poco hasta el arco doble, donde se apoya el canal, en donde tiene 19 pulgadas de altura. La puerta de trabajo tiene de altura 10 pulgadas, por 12 de ancho. El canal tiene 12 de ancho por 30 pulgadas de alto, i va a caer a una chimenea de 19 pulgadas por 18 pulgadas, i de alto 24 piés.

Hai un punto en la construccion de los hornos que merece fijar nues-

tra atencion: este es la materia de que se hace el plan, o sea el piso sobre el cual descansa el metal durante la fundicion.—Se usan planes de diversas sustancias, siendo ellos mas o ménos adaptables a las diversas operaciones de la fundicion. El mas recomendable es el de ladrillos refractarios, que se hace del modo siguiente. Despues que se ha emparejado i apretado bien el piso de tierra sobre el cual descansan los ladrillos, se cubre de un enladrillado, colocando el ladrillo tendido i dándole a la capa un pequeño desnivel hacia el buitron, para darle corrida al eje. Sobre este enladrillado se colocan los ladrillos parados, apretándolos lo mas que se pueda, i disponiéndolos de cierto modo para que vayan trabados, a fin de que la arista de un ladrillo dé en la cara del otro i evitar así los huecos que puedan quedar; llenándolos en caso que queden con un poco de tojo cargado de agua e introduciéndolo con la plana u otro instrumento cualquiera. Usan en algunos establecimientos, colocar el ladrillo parado sobre un empedrado mui parejo, economizando de este modo el ladrillo que se ocuparia en el enladrillado de abajo.

Una vez hecho el plan, se levantan sobre él las paredes del horno, dándoles las dimensiones indicadas; concluido, se principia a calentar gradualmente, hasta las diez horas despues del momento en que se le principió a echar fuego. Al cabo de este tiempo se deja caer una carga de escoria, la suficiente para formar una capa de una pulgada de grueso sobre el plan; se tiene adentro del horno cuatro a cinco horas, o hasta que su fusion haya sido completa, revolviéndola de tiempo en tiempo. Tiene por objeto esta capa de escoria, llenar todos los intersticios que pudieran haber quedado en los ladrillos entre sí i entre los costados i el plan; cuando se juzga que está concluida la operacion, se tira con el rastrillo, limpiando mui bien el horno para que reciba la carga de mineral que va a entrar.

Se usa con mucha frecuencia hacer los planes de pedernal molido, siendo su hechura mui odiosa, i ademas pocas veces queda bien apretado. Se hace del modo siguiente: despues de construido el horno i en punto de prenderlo, se principia por estender una capa de arena sobre el piso, de seis a ocho pulgadas de alto, repartiéndola igualmente por todo el horno. Concluida esta primera parte, se le echa fuego al horno aumentando gradualmente la temperatura, para que no revienten las amarras del horno, hasta que esté fundida una pulgada de la capa de arena; se deja caer en seguida sobre esta capa fundida, una parte del pedernal, se estiende igualmente i se hace *calcinar*, aumentando la temperatura; se debe revolver cada media hora. Cuando está bien caldeado, se deja caer otra parte del pedernal, sujetándola a las mismas operaciones que la anterior, i se continúa así hasta que se juzga que el plan tiene la altura que debe llevar.

Una vez con la altura suficiente, se comprime con el *Replanador*, que

es un rastrillo cuyo cabo donde va la pala es encorvado, de modo que el plano de la pala es paralelo con el mango del rastrillo; se comprime, pues, dando con este instrumento golpes fuertes sobre el pedernal, hasta que quede con la suficiente dureza; se rebaja entónces para el lado del buitron, viendo que el desnivel venga insensiblemente de todo el horno a formar la corriente necesaria para darle salida al baño; concluyendo de trabajar con el replanador, se cierra la puerta de trabajo i se le da un golpe de fuego vivo, por 24 horas.

Concluido el golpe de fuego, se tiran por la puerta bogadera varios pedazos de escorias para formar una capa de ellas de una a dos pulgadas de grueso, que cubra el pedernal; se le da fuego hasta su total fusion, i se sangra, no solo con el objeto de sacar el exceso que haya sino tambien para formar mejor el desnivel del plan. Se cierran despues todas las puertas del horno para impedir el contacto del aire frio sobre el plan, i se principia a *pasmar*, que es la operacion de enfriar lentamente el plan o de solidificarlo; al cabo de cuatro horas se abren las puertas i se continúa pasmando por cinco o seis horas; despues de esto queda el horno en estado de recibir carga.

La otra clase de plan mui usado i quizá el mas económico i el que presenta mayores seguridades al fundidor, es el de *escorias*. Se principia, como en el plan de pedernal, fundiendo primero una capa de arena, que se cubre con una carga de escoria chancada, i se funde, teniendo cuidado de revolverla de hora en hora para que no queden pedazos crudos; sobre esto, inmediatamente despues de fundida, se deja caer por la tragadera otra cantidad de escorias, que se somete al mismo tratamiento que la anterior.

Para esta clase de plan, como para la lijera capa que cubre los planes de ladrillo i de pedernal, se escoje siempre la mas fusible, regularmente la que llaman de *cola*, que es el remate o la punta final de la escoria, a donde pasa lo mejor fundido i la que puedo clasificar como *escoria neutra*, es decir, escoria en cuya composicion química no predomina ni el ácido ni la base, de modo que siendo de esta naturaleza no podrá tener influencia alguna sobre el baño que descansa inmediatamente sobre ella.

Cuando ya está fundida la segunda cantidad de escorias, se deja caer otra i otra hasta formar el plan de la altura conveniente; se sangra en seguida para darle el desnivel necesario para la corriente del eje, i se pasma; debemos aumentar, en la pasma de estos planes, las precauciones que se han de tomar, para evitar un enfriamiento repentino, porque sucediendo este caso se rasgaria el plan en todas direcciones, i por consiguiente se perderia todo el trabajo hecho, i no habria mas remedio que volverlo a fundir para sacar esta escoria por la puerta de trabajo i cubrir con una nueva capa, por lo ménos de diez pulgadas, la parte dañada.

Estos planes no se pueden usar indistintamente en las operaciones de la fundicion, porque presentan unos inconvenientes para una operacion, siendo ventajosos para otra. Para fundir es inmejorable el de ladrillo, porque conserva mucho el calor, i una vez que haya sido bien caldeado, obra este calor sobre la carga ; de manera que se encuentra con el calor inferior, comunicado por el plan i el calor que le da la llama; esta abundancia de calórico hace que su fusion sea mui pronta; ademas no engaña nunca al trabajador, porque el ladrillo que no esperimenta fusion alguna, se conoce cuando la carga se ha desprendido perfectamente del plan.

Estas ventajas que tiene para la fundicion, las pierde en la refina, porque habiendo tanta cantidad de un cuerpo fundido, como lo hai cuando se funde la carga de cobre, i siendo este cuerpo pesado, puede suceder que haya quedado algun ladrillo mal ajustado ; pasa entónces el cobre por este hueco a colocarse entre los dos enladrillados. El cobre necesariamente ha de obrar sobre uno de los enladrillados i obrará sobre el mas débil ; de aquí nace, pues, que no pudiendo ejercer accion alguna sobre el enladrillado inferior, levanta el superior, dejando el horno inutilizado.

Este inconveniente se salva en gran parte, usando planes de escorias para la refina ; formando esto una sola masa, no hai cuidado que se escape el cobre i cause perjuicios, i sobre todo si al hacerlo se ha tenido cuidado de fundir bien la escoria. Como la escoria de que se hace es mui fusible, está espuesto que por algun descuido del obrero demore mas la carga de refina, que el tiempo necesario ; puede entónces comunicar el cobre fundido demasiado calor a la escoria i fundirla ; pero este inconveniente no traerá ningun grave resultado, i se puede evitar mui fácilmente, dejando en la primera carga de refina un planchon de cobre i pasmarlo, formando así un sobre plan, i despues, cuando se quiera parar el horno, se calienta hasta fundirlo i se sangra junto con la última carga.

Para fundir pierde todas sus ventajas; porque como el horno mantiene siempre una temperatura elevada, i mucho mas cuando los metales que se benefician son secos, el calor alcanza a obrar sobre él i hace mui difícil poder apreciar bien el momento en que se desprende la carga. Suelen dejar, para evitar esto, carga cruda o pegada, dando de tiempo en tiempo una *rebaja*, o sea, sacando este metal pegado, dándole fuego al plan. Tambien es necesario, cuando lo necesita, que es con mucha frecuencia, darle un refresco o pasma, en lo que se pierde mucho tiempo i calor para el horno.

El plan de pedernal es el peor de todos, porque a mas de lo dificultosa que es su hechura, está espuesto continuamente a levantarse la capa de escorias que cubre el pedernal; así es que con las composturas, que

consisten en renovar esta capa, viene a parar por lo comun en plan de escoria. Otra desventaja que tienen estos dos últimos planes es que, fundiendo en ellos, con mucha frecuencia se hacen unos hoyos, a donde se va el eje, dejando lo demas del horno en seco; el metal para fundirse necesita baño, que vaya despegándolo del plan e incorporarlo con la masa de escorias; no sucediendo así, demora mucho su fusion; con dejar en este hoyo carga cruda, despues de haberle sacado todo el eje que contenia i darle una pasma, es bastante la compostura.

Disposicion de las parrillas. En todos los hornos se ponen parrillas de hierro movibles, separando una barra de la otra, de una pulgada a pulgada i media. La leña se consume sin dejar nada en las parrillas, i la habilidad del portero consiste en mantener al horno una temperatura fija i constante, lo cual hace manteniendo siempre una cantidad igual de combustible en el hogar. Debemos fijarnos ademas en la cantidad de aire que debe penetrar al interior del horno en la operacion que se está trabajando.

A este efecto hace Rivot las observaciones siguientes: "para la tuesta o calcina, la combustion debe ser mui lenta; el oxíjeno del aire que pasa por el cenicero se emplea en la savalera, i debe producir principalmente éxido de carbono, i determinar, por el calor que desarrolla la combustion incompleta de la masa inferior de la leña, la destilacion mui lenta de la leña nuevamente cargada." En los hornos de fusion necesitamos una elevada temperatura; por consiguiente se debe procurar que el tiraje de las llamas sea mucho mayor, para convertir en ácido carbónico todo el combustible que se ha echado al horno. No tenemos en nuestros hornos las ventajas que tienen los hornos alimentados con hulla; porque pueden éstos, a voluntad del obrero, cambiar las acciones de las llamas, rompiendo la reja artificial de *craya,* que llama Le Play, o dejando que se engruese mas.

DESCRIPCION DEL TRABAJO.

Entremos ahora a tratar detalladamente del mecanismo en las operaciones de la metalurjía del cobre, en el establecimiento puesto como modelo. Se hacen varias distinciones en el mineral que entra a las canchas, atendiendo a su lei i a la ganga mas o ménos seca que le acompaña, i se forman varias pilas segun las calidades i estado en que se encuentra el cobre. El mineral de la Fortuna i de la Patagüita pasa en gran parte a las calcinas.

PRIMERA OPERACION, CALCINA DEL METAL CRUDO.

Son las calcinas para metales, nada mas que un empedrado de piedra

mui sólida, sin estar rodeado de ninguna muralla; sobre este empedrado se coloca una lijera capa de mineral, la que se cubre con otra de leña, de una vara de grueso, cubierta con chamisas o basuras, i de estension variable. En este estado se le principia a echar el metal de la Patagüita o Fortuna, mezclado con los bronces morados de los Mantos, de ganga caliza i ferrujinosa; se suele tambien poner una capa del metal seco, cubierta con otra de los Mantos. Se lleva esta capa mezclada o dividiendo los metales hasta una altura proporcional al vuelo de la capa de leña, no pasando nunca de dos varas i media. Colocan de nuevo leña sobre el metal, la que la cubren con metal otra vez. Se debe tener cuidado de poner de distancia en distancia grandes postes, para que sirvan durante la calcina como chimeneas.

Dispuesta así la calcina se prende fuego a las dos capas de leñas, las que principian a arder inmediatamente, comunicando su calor al metal, que sufre una transformacion completa. La corriente de aire que se establece por los conductos dejados por los trozos de madera, i que se activa por el calor que va tomando la pila, obra sobre el metal espuesto a su accion oxidante; principia por hacer sufrir una oxidacion al mineral sulfurado, que va desprendiéndose del metal. Por esta oxidacion se forma mucho sulfato de cobre, óxido de cobre, i óxido de hierro que se combina inmediatamente con la sílice del metal seco, formando escorias porosas: porosidad causada en gran parte por el bronce que sigue destilando gota a gota, i tambien por la incompleta fusion que esperimenta la ganga, debida al calor comunicado, no tanto por la combustion de la leña, cuanto por la combustion del azufre i quizá por las demas combinaciones químicas que se efectúan. El óxido de cobre formado obra sobre el súlfuro, i se forma cobre metálico que queda confundido en medio de la masa escoriacea. Miéntras se efectúan todas estas reacciones, bota mucho vapor sulfurado, por veinte a treinta dias, al cabo de los cuales se principia a enfriar i ya se puede hacer uso del metal.

La parte del metal que ha estado en contacto inmediato con el aire, sufre apénas una lijera modificacion; pero a medida que se va separando de la superficie, vamos notando una lijera fusion, primero en las asistas de los criaderos, despues en las caras; hasta que llegando al centro, todo es una sola masa negra, escoriacea i sumamente dura, en donde no se nota el menor vestijio de los minerales puestos a calcinar. El producto, pues, único que nos da esta operacion, es esta masa escoriacea, que contiene el cobre, o al estado metálico, o al estado de un eje mui subido, formando en medio de la masa pequeños globitos de diversos tamaños.

El objeto que se propone el fundidor al hacer esta operacion, no es, como en Inglaterra, adelantar o quemar el azufre; aquí solo tienen en vista, adelantar las combinaciones de la sílice con los óxidos metálicos,

por medio de las reacciones que acabo de esplicar, i abreviar así el tiempo de su fusion, lo que realmente sucede; por medio de esta operacion tan sencilla, se adelantan mucho las cargas, i un metal cuya fusion era ántes mui dificultosa, se convierte ahora en metal suave; i no solo para sí mismo, sino tambien para ayudar la fusion de los demas metales duros no calcinados.

Combustible. La cantidad de combustible que se emplea en esta operacion varía mucho; porque pende de la cantidad de metales que se van a calcinar, i tambien que es casi imposible poder determinar la cantidad de combustible que se emplea. Creo que para 50 cajones de metal crudo, se necesitarian 10 a 12 cajones de leña: calcularemos el valor de la leña en 120 centavos el cajon cortado, i puesto en el establecimiento forma entónces el valor 12 pesos a 14.40 centavos en el combustible.

Trabajadores. Aun esto no se puede estimar con exactitud; porque muchas veces los arrieros depositan el metal que traen de las minas en la calcina misma, i otras hai que formarlas acarreando en angarillas el metal de las canchas del establecimiento a la calcina.

En el primer caso es una economía mui grande para el fundidor, pero en el segundo tiene que pagar 25 centavos al peon i ademas darle la comida; cinco peones pueden pasar los 50 cajones a las calcinas i formarla desde el principio en ocho o diez dias. Despues de prendida, hai necesidad de mantener un peon diario para que la cuide, tapando los huecos que se formen i tirando el metal crudo que cae al suelo, encima de la pila, i quemarlo de este modo. Para deshacerla se necesitan cuatro peones constantes, trabajando con barretas, *combo* de gran peso i *cuña* para quebrar la dura masa que se ha formado en el centro; los trozos que se desprenden con estos golpes, se chancan por estos mismos trabajadores, ayudados de dos niños, recibiendo estos 18 centavos de salario.

SEGUNDA OPERACION, FUNDICION POR EJE BRONCEADO.

Carga. La proporcion de los diversos metales que se tratan en esta operacion, varía muchísimo; porque pende de la naturaleza de las gangas que acompañan al cobre i de la riqueza de los minerales. Se debe procurar aquí formar buenas escorias, mezclando en proporcion conveniente los minerales, para que los silicatos que se forman no tengan demasiada sílice o demasiado hierro i cal, etc., procurando así que sean las mas fusibles. Owerman aconseja que es mui bueno para la fusion completa de los metales, hacer las cargas con los metales de naturaleza mas variada, porque esta diferencia en sus criaderos ayuda mucho a las combinaciones que se efectúan en el horno durante la fusion. Como varía tanto la naturaleza de los minerales que entran a un establecimiento, será imposible poder determinar, con toda exactitud, el modo de preparar

la carga para que su fusion sea pronta i completa; produciendo tambien eje de buena lei de cobre, i las escorias que carezcan, si es posible, de todo el cobre que pueden tener, sea en suspension o en combinacion con la sílice. Aquí es mui necesario un conocimiento perfecto en las gangas i su modo de portarse en el horno, como tambien conocer las acciones que obran durante la fusion; i a falta de esto, el conocimiento práctico en estas operaciones puede lograr obtener buenos resultados; pero estos se vienen a ver, por lo regular, al cabo de infinitas pruebas que se han hecho, que suelen ser mui costosas.

La composicion de la carga se puede representar así:

	Mineral tostado	12 qq.
bronces	" seco no tostado	4 "
bronces	" suave id	4 "
	" de color suave	5 "
	" " seco	4 "
	Flujo de lei	3 "
	" sin lei o arsénico	1 "
	Escorias del repaso	2 "
	Suma total	35 qq.

Hablando de los metales tostados, se entenderá que son la mezcla que dejo esplicada mas arriba, de metal de la Patagüita o Fortuna con el mineral de los Mantos. Esta tabla no puede ser de ningun modo absoluta, sino que se debe tomar como una muestra para la composicion de las escorias; variará tambien por la mayor o menor riqueza de los metales; la carga dispuesta mas arriba está calculada para una lei de 8 a 10 por ciento.

Combustible. Necesitando esta operacion una temperatura mui elevada para la fusion de los minerales, se debe escojer la leña mas seca i la que produzca mas calor; para hacer esta eleccion debemos tener presente lo que he espuesto mas arriba, en el artículo del combustible. Hemos visto la dificultad que hai para poder estimar el valor de la leña, contando por cajones; nos fijaremos para esto en el precio corriente que ha tomado, o mejor, el precio que acostumbra pagar el fundidor al propietario.

Se ha establecido jeneralmente, el pagar 1,000 pesos por chimenea mensualmente, corriendo de cuenta del hacendado los gastos de corta i acarreo al establecimiento. Debo advertir que el consumo de la leña pende de su calidad, del grado de humedad i del grueso i largo que tiene; atendiendo a todo esto, se ve la dificultad grande que hai para poder fijar con exactitud la leña consumida por un horno diariamente. Sin embargo, midiendo por varas cúbicas i tomando leña de dos pulgadas o

pulgada i media de diámetro se consumian en las Vacas de 260 a 265 de estas varas; pagando 1000 pesos por la chimenea mensualmente, importa la vara cúbica 13 centavos, cortada i puesta en el establecimiento. Si se usa leña blanca, i está en buen estado higrométrico, aunque sea delgada, su consumo no pasa de 250 varas cúbicas.

Personal. Para servir a un horno en actividad, hai necesidad de ocho hombres que trabajen cuatro de dia i cuatro de noche; los domingos de cada semana, los que trabajan de dia tienen que trabajar la noche, para que los que estaban empleados de noche vengan a trabajar de dia, i quedar los que han *hecho las veinte i cuatro,* trabajando de noche; de este modo se cambian los trabajadores. En el trabajo diario, se relevan por la entrada i salida del sol, entregando el horno al oficial que viene a remudar, quien tiene la obligacion de entregarlo en el mismo estado.

Se compone, pues, el servicio del horno del modo siguiente:

2	oficiales	que ganan al dia	58	centavos cada uno.
4	miteros	" "	48	"
2	porteros	" "	48	"
8	Suma de los salarios....		404	centavos al dia.

Es costumbre que a los oficiales empleados en la refina se les aumente el salario diario en 15 centavos sobre el salario ordinario. Hai ademas un maestro fundidor, que está a cargo de todos los hornos, con la obligacion de atenderlos en todas las operaciones.

Se entrega el horno al cuidado del oficial, quien tiene que dar cuenta i razon de su marcha i estado, i a quien se le tiene que avisar las innovaciones que se quieran hacer. Están bajo las órdenes de éste los demas peones subalternos, es decir, los miteros i porteros; los miteros tienen por obligacion hacer las cargas, botar las escorias, i llevar el eje al lugar donde se deposita i abastecer al horno con la leña necesaria para su consumo. Acarrean la leña en unas angarillas de madera, desde el lugar donde se encuentra al horno, en donde forman una pila que llaman *burro,* a la izquierda del portero. Llevan tambien las cenizas que deja el combustible, en unos cajones de laton, al lugar donde se depositan. Regularmente, a las tres de la tarde i a las tres de la mañana, tiran con un rastrillo las brazas a la parte de afuera del cenicero, en donde les echan agua, i despues que las han apagado bien las sacan en el cajon.

El oficial es el empleado en la vijilancia inmediata del horno; i está obligado a dirijir a los porteros en la cantidad de leña que han de quemar, o en otras palabras, a cuidar que el portero no gaste demasiada leña, ni deje el horno parado. Es tambien obligacion suya velar

cuando hacen los miteros la carga, hacer los moldes de arena que van a recibir el eje, revolver las cargas, bogarlas i sangrar el baño. El portero solo está obligado a atender a la puerta i ayudar al oficial en las revolturas.

Operacion. Los minerales se acarrean a la tolva, por los mineros, en unos capachos de peso de 70 a 100 libras, en donde se revuelven con las escorias que entran en la composicion de la carga. M. Rivot aconseja que las escorias se echen al horno por la puerta de trabajo, despues de estendida la carga; porque como éstas se prestan mas para la fusion, esta fusion ayuda la de las demas materias. Se deja caer la carga, descorriendo el rejistro de la tolva que da a la *tragadera;* el oficial la estiende con su rastrillo, i miéntras tanto el portero limpia el puente de las cenizas que han pasado, revisando tambien las parrillas, para acomodarlas si están mui separadas.

Despues de estendida la carga, se cierran i se embarran todas las puertas, i se principia a activar el fuego. A la hora despues se abre la puerta de trabajo, i el obrero ayudado de su rastrillo *abre la carga,* que consiste en sacar el metal frio de abajo para ponerlo en contacto con las llamas, poniendo el caliente abajo; de este modo se abrevia mucho la fusion de los silicatos; concluido esto, se vuelve a cerrar la puerta i activar el fuego. A la hora i media despues se vuelve a revolver, despegando cuanto sea posible el metal i ajitando el baño para que las reacciones tengan lugar. Se vuelve a revolver a la hora, para conocer el grado en que se encuentra la fusion i separar definitivamente la carga que se encuentre pegada. Durante esta revoltura, se ha de hacer cargo el obrero i calcular el tiempo suficiente para que se concluyan las reacciones químicas, para poder apreciar la duracion del golpe de fuego final i obtener la fluidez deseada en las escorias i su completa separacion del eje.

Concluido el golpe de fuego, se abre la puerta de trabajo i se tiran las escorias con el rastrillo, cayendo en un molde o una zanja de tierra, por donde corren, haciéndole en la cabeza, o en la parte que queda mas inmediata al horno, una especie de taza, para que el eje que sale en las últimas rastrilladas se deposite aquí, i poderlo echar al horno sin fundir toda la masa de escoria. Acabándose de sacar la escoria, se sangra el eje, rompiendo con el *espeton* el tapon de cenizas que se ha puesto para sujetarlo; se recibe el baño en moldes de arena húmeda. Si el eje que se sangra es mui bajo, conviene secar con anticipacion estos moldes; porque si se encuentra con los moldes húmedos hai siempre *reventazones,* en las cuales salta el eje con mucha fuerza, derramándose en todos sentidos. Una vez sangrado el eje, se deja caer la carga nueva, tapando miéntras tanto el oficial el orificio lateral que ha servido para sangrar. Se dejan enfriar los productos de esta operacion por

media hora, i se sacan despues con angarillas de hierro, teniendo cuidado de poner el *cogote* de la escoria en un lugar separado, para que el oficial lo *pallaquee*, o separe el eje que puede contener. Se economiza mucho tiempo, sangrando cada dos cargas, i ayuda este baño a la fusion de la carga que se le deja caer.

Manteniendo siempre los hornos dedicados a la fundicion a una temperatura mui elevada, se deterioran con mucha frecuencia, i de aquí nacen las contínuas reparaciones que se tienen que hacer a estos hornos. La puerta de trabajo, que es donde topa la llama, al entrar al canal, no dura mas de un mes; el canal tambien se halla en igual caso, aunque sus reparaciones son mas tardías. La bóveda, sobre todo en la parte que está cerca del puente, se rompe a los tres meses de trabajo; i cuando la rotura toma dimensiones considerables, se pára el horno para hacerle una refaccion completa. En este caso se mudan tambien los costados, en donde los ladrillos se han fundido o comido por los óxidos metálicos. El plan es lo único que no sufre nada, i si es de ladrillo puede servir en buen estado hasta tres años.

Productos. Esta operacion nos da dos productos principales: el eje i las escorias. La cantidad de eje obtenida es mui variable, porque pende de la lei de los minerales que se trabajan; se obtiene en unos linguetes de color bronceado en su fractura fresca, i en la parte que ha estado en contacto con el aire tiene color gris mui negro. El color en la fractura fresca varía, segun la lei que tenga; así, de 45 p°/° aparece el color descrito con lustre metálico, aumenta la lei o va tomando un color gris de acero, i tambien su lustre se hace mas brillante; si disminuye, toma color amarillento i pierde su lustre.

«La escoria, dice Rivot, tiene composicion mui variable; contiene siempre una gran porcion de protóxido de hierro, al cual es debida su gran fluidez en la temperatura, que se puede obtener fácilmente en los hornos de reverbero. Los fragmentos un poco gruesos de cuarzo, que provienen de las gangas de los minerales, no pueden disolverse en la escoria durante el corto período de la operacion, i quedan por decirlo así, en suspension en los silicatos bien fundidos, que forman la pasta de una pudinga bastante fluida para que el eje la pueda atravesar.

"Esta es una de las ventajas de los hornos de reverbero empleados para la fundicion de los minerales, de permitir la separacion de las gangas terrosas, sin que haya necesidad de agregar fundentes para formar silicatos fluidos con la totalidad del cuarzo. La ventaja está compensada en parte por la presencia de una pequeña proporcion de eje, que permanece en suspension en la escoria; la habilidad de los obreros puede solamente limitar esta pérdida de cobre, o en otros términos, la economía de tiempo i de combustible, que resulta de este estado particular de las

escorias, no puede ser obtenida sin pérdida de cobre mas que pagando mui bien la habilidad del obrero.»

Es de admirar la íntima relacion que tiene la escoria con la calidad del eje, i parece increible que pueda un fundidor diestro conocer la riqueza del eje por la escoria que ve bogar solamente.—Sacando ejes bajos, toman las escorias un aspecto particular, que el ojo práctico solamente puede reconocer, duran mucho tiempo sin enfriarse i su fusion es mui mala. Si el eje es mas subido, cambian las escorias de aspecto, toman mayor fluidez i tardan ménos en enfriarse, despues que se ha sacado del horno. Si seguimos el exámen de las escorias, que provienen de ejes mas i mas ricos en lei, llegamos a las que resultan del repaso del eje calcinado; éstas salen mui fluidas, se enfrian inmediatamente despues que salen del horno, i se hace necesario tirarlas con un fierro para que no se derramen las que están saliendo. Esta fluidez es debida a la mayor cantidad de protóxido de hierro que tiene lugar para combinarse con la sílice en la escoria, lo cual no sucede con los ejes bajos por el exceso de azufre que hai en accion en el interior del horno; obra tambien sobre el hierro, sulfurándolo i haciéndolo pasar al estado de eje, que se reune con el que está formado; esta reaccion disminuye, por consiguiente, la cantidad de hierro para combinarse con la sílice, i resulta de aquí la poca fluidez que poseen estas escorias.

Entre las escorias que se producen, podremos dividirlas en tres clases i describirlas. La calidad de la escoria pende del metal que se funde i de la destreza que tiene el fundidor para preparar las cargas; así, la que proviene de la mezcla de los metales de la Patagüita o Fortuna, usados en buenas proporciones con el metal de los Mantos, metales de color suave i escorias, es la que creo de mejor calidad. Tiene color negro, lustre de vidrio, estructura mui compacta, quebradiza, i en medio de la masa pequeñas manchas blancas, cuyo diámetro no pasa de una línea; contiene regularmente mui poca lei de cobre, i demora mui poco tiempo su fusion.

La segunda clase de escoria es tambien mui buena; resulta de fundir metales de color, cuyos criaderos son mui suaves (básicos), como los de la Poza, Pleito, Riscos, etc., etc.; tiene color negro mate, sin lustre, estructura granuda mui fina; mirándola al sol, refleja sus rayos tomando un brillo tornasolado i en unas pequeñas cavidades que se forman en su masa, se llenan de una reunion de cristales, como en las podas, de color negro o verde mui oscuro, que parecen ser de pyroxena; su lei tambien es mui corta, $\frac{1}{2}$ p $\frac{o}{o}$.

La otra clase de escorias que he observado, proviene de la mala disposicion de las cargas, encontrándose en ellas una proporcion mui notable de sílice, de modo que hace que su fusion sea mui demorosa. Es la peor clase, porque nunca se funde bien, sale jeneralmente con mu-

cha dificultad i la lei de cobre que contiene es exorbitante, pues ha alcanzado a 1.60 p%. Se reconoce mui fácilmente, por los grandes pedazos de quifo que contiene en su masa; i sobre todo, basta tomar un pedazo de ella, golpearlo con el eslabon, i dará tantas chispas como el pedernal.—La lei jeneral de las escorias, aunque sea mui difícil determinar esto con exactitud, he podido sacarla como término medio de la serie de ensayos que he hecho en ½%, en las escorias fundidas en el establecimiento de las Vacas.

Un carácter mui recomendable i comun a toda buena escoria, que la hace distinguir inmediatamente, es: despues que se enfria queda una cavidad aplanada, por donde pasaba durante la boga; si esta cavidad en su cara inferior está bien lisa, la escoria es excelente, pero si tiene ampollas o agujeritos, debemos desconfiar mucho de ella, porque provienen regularmente de la mala disposicion de la carga, o de que se ha sacado ántes de su completa fusion.—Tambien debo recomendar que las escorias no se saquen mui fluidas, porque esta fluidez perjudica mucho al bogar i porque es casi imposible que el trabajador deje de sacar un poco de eje tirándola con el rastrillo.

Al botar las escorias, se separan los *cogotes* para pallaquearlos i volverlos a fundir, porque contienen siempre bastante eje, que, al limpiar el baño el oficial, arrastra con el rastrillo.

Siendo esta operacion, a mi modo de ver, la mas importante de la fundicion de cobre, he entrado en los detalles precedentes para llamar la atencion de los fundidores. En esta operacion se separa la parte rica de la estéril, que se bota; si la carga ha sido mal preparada o ha habido algun descuido de parte del trabajador, lleva consigo mucho cobre que no se recobrará. Se recomienda el cuidado de hacer las cargas i velar en los hornos al maestro hornero, quien, siendo una persona pagada a sueldo, no tomará el interes que tendria el dueño; pero no sucede así en la refina, porque la atienden i están casi siempre presentes a todas las sangrías. Nace todo esto de que se cree que, sacando muchos quintales de cobre en cada sangría de refina, gana el fundidor, i no se trae a la memoria que en la fundicion se saca una gran cantidad de escorias que se botan, las cuales si no ha sido bien atendido el horno o ha habido alguna falta en la carga, pueden llevar, como he dicho, mucho cobre que ha sido comprado i que aparece de ménos despues. De aquí se orijinan las pérdidas frecuentes que vemos en los fundidores, i tambien el poco cuidado que hai para ensayar las escorias; mui pocos son los fundidores que sepan mensualmente, a lo mas, la lei de la parte estéril, i si alguna vez las ensayan, usan métodos tan malos que no hacen mas que confirmarlos en su error.

He sabido que en algunos establecimientos acostumbran ensayarlas, fundiéndolas con bórax; como si este cuerpo fuera capaz de separar

el óxido de cobre que se encuentra en combinacion con la sílice; parece que se tratara de saber solamente la lei de eje que contienen i no la de cobre. En otros, las tratan por los ácidos; pero existiendo en tan pequeña cantidad el cobre, es imposible precipitarlo completamente por el hierro, i si se precipita se pierde la mayor parte en el lavado.

Consideraciones económicas. Con los números precedentemente indicados, podremos establecer, aunque aproximativamente, lo que nos costaria un cajon de sesenta i cuatro quintales de mineral para fundirlo i sacar eje. Cociendo el horno seis cargas al dia de 32 qq., sin contar las escorias ni el arsénico, tendremos el cuadro siguiente:

Trabajadores	1.34 cent.
Combustible	11.10
Arsénico	0.46
Destruccion de útiles i hornos, etc., etc.	0.45
Costo de fundicion por eje de un cajon	13.35 cent.

Comparemos ahora lo que nos costaria un cajon, fundiéndolo en Inglaterra, o sea con carbon de piedra. Rivot da como costos para una tonelada 8 fr. 400; teniendo el cajon tres veces mas peso que la tonelada, nos resulta que importaria 5 ps. 20 cent. "Si el injenio, agrega, estuviera colocado en las costas del Mediterráneo, el combustible costaria mas de 20 fr. (5 ps.) la tonelada, i los gastos de la fundicion se elevarian a 19 fr.»; o lo que seria lo mismo, 11 ps. 40 cent. el cajon. Entraremos despues a estudiar los costos que nos tendria un establecimiento en la provincia de Aconcagua, usando el carbon de piedra.

TERCERA OPERACION, TUESTA DEL EJE BRONCEADO.

El eje producido por la fundicion se lleva al depósito, donde se chanca i se separa de la escoria que sale en el primer linguete. De aquí se conduce, en angarillas de madera o en capachos de cuero, a las calcinas.

Trabajadores. Haciéndose esta operacion al aire libre no necesita trabajadores que la vijilen; solamente veremos los peones que son necesarios para conducir el eje a la calcina. Se puede emplear cuatro peones diarios en llenar estas calcinas, acarreando 150 qq. al dia. El salario de los peones es de 25 cent., dándoles ademas la mantencion que costará 18 cts. El trabajo de una calcina dura segun la cantidad de eje que se va a echar; así si se trata de calcinar 600 qq., que es la cantidad que comunmente entra, en cuatro a cinco dias pueden los cuatro peones armarla i cargarla, dejándola en estado de prenderla.

Combustible. Solamente se pone una capa de leña bajo del eje, de una vara de alto, tres de ancho i cinco de largo. La leña consumida en

esta operacion, es costumbre pagarla separada, arreglando su precio por un convenio entre el hacendado i el fundidor; jeneralmente se paga 2 pesos por cada una.

Operacion. Las calcinas son cámaras de tres murallas de piedra o escoria, asentadas en barro, de dos varas i media de alto, i cuyo piso es bien empedrado. Se principia, para acomodarlas, por colocar una capa de metal de color, de tres pulgadas de alto; se coloca encima la leña, poniendo abajo los trozos mas gruesos i cubriéndola con chamiza, hasta que tome una vara de altura; sobre esta leña se pone el eje de fundicion. Una vez bien dispuesta la calcina, se allegan a la leña basuras, virutas u otro combustible de fácil inflamabilidad, i se les prende fuego. En el primer dia solo se quema la leña, comunicando calor al eje; a los dos dias ya principia a obrar el aire i el calor sobre el azufre. Se establece una especie de destilacion i una fusion, que cae al fondo, en donde se encuentra con la capa de metal de color, el cual impide que se pegue en el piso.

El calor va subiendo gradualmente por la pila, i forma algunos hoyos por el eje que se ha corrido; se tiene cuidado de taparlos, para que se desparrame igualmente por toda la pila i evitar su pérdida. Al cabo de veinte dias ha cesado de botar humo, i se deja enfriar por dos o tres dias mas, en que ya está en estado de chancarlo para pasarlo a la refina.—Por esta operacion adelanta el eje 10 °/₀, óxidándose ademas una gran parte del hierro i formándose mucho sulfato de cobre, i cobre metálico de inferior calidad.

Consideraciones económicas. Variando la cantidad de eje que entra en una calcina, me parece difícil poder dar el costo absoluto de esta operacion; sin embargo, suponiendo que la cantidad de eje para una calcina sea de 600 qq., formaremos el cuadro siguiente:

Trabajadores.....	6.88	cent.
Combustible.....	2.00	
Herramientas, calcinas, etc.....	80	
Suma del costo de una calcina.....	9.68	

Para colocar las calcinas, se busca un terreno parejo i que esté cerca de los hornos, para que los miteros vayan a buscar allí el eje para las cargas de repaso i ahorrar así el costo de peones para conducirlo al horno en que se repasan.

CUARTA OPERACION, FUNDICION DEL EJE CALCINADO O REPASO.

Desde la operacion anterior tratamos de espulsar el azufre que nos habia servido en la fundicion para concentrar el cobre; en dicha ope-

racion nos sirvió de principal ajente el oxíjeno del aire, quemando el azufre i convirtiéndolo en ácido sulfuroso; tambien se perdió mucha parte por destilacion. El ajente que obra aquí ahora, es el óxido de cobre que se introduce en la mezcla de la carga, aprovechándonos de su reaccion sobre el súlfuro, que he esplicado mas arriba.

Necesitando en esta operacion oxidar el azufre, debemos fijar nuestra atencion en el horno que se emplea; así es que se debe buscar el horno mas calcinador, para que su accion ayude al óxido de cobre introducido.

Carga. La proporcion en que entra el eje i el metal de color, varía, porque pende de la mayor o menor riqueza del metal; por lo comun se hace así:

Eje calcinado.....	30 qq.
Metal de color.....	15
Escorias de refina.....	5
Suma.....	50 qq.

Cuando hai metales de cobre sulfúreo bastante puros, se agregan tambien cuatro a cinco quintales. El metal de color que se usa, es siempre silicato de cobre, para que la sílice se apodere del óxido de hierro formado i no destruya el horno.

Combustible. La cantidad de leña que se consume, podemos estimarla lo mismo que en la fundicion; aunque aquí se gasta ménos, en razon que se demoran mucho mas las sangrías, i el tiempo que permanece el horno sin echarle leña es mayor. No se hace esta diferencia si el fundidor se ha arreglado con el dueño de la leña; paga aquel 1000 pesos por chimenea mensualmente. Bajo este principio, importa el horno al dia 33.33 cts., sin atender a la cantidad de leña consumida.

Obreros. Se emplea para esta operacion un horno, i rara vez se ocupan dos; este horno en actividad exije para su servicio dos cuadrillas de trabajadores de cuatro hombres cada una, alternándose en su trabajo cada doce horas. El domingo, la cuadrilla de dia trabaja 24 horas, para que entre a trabajar de dia la que estaba de noche; cada cuadrilla se compone de

Un oficial que gana.....	58 cts. al dia.
Dos miteros "	96 " los dos.
Un portero "	48 " al dia.
Suma de los salarios en doce horas.....	2.02 cts.

Las obligaciones de estos peones son las mismas que tienen en la fundicion por eje. Cuando la calcina se encuentra mui retirada del hor-

no, se acostumbra ayudar a los miteros con uno o dos peones, aumentando esto el costo en ochenta i seis centavos al dia.

Operacion. La mezcla dispuesta para formar la carga, está preparada en la tolva; se deja caer, descorriendo la tapa que tiene en la parte inferior, al tiempo que se ha concluido de sangrar la carga anterior. El oficial la estiende con su rastrillo, distribuyéndola igualmente por todo el horno; concluido esto cierra la puerta de trabajo, tapando los huecos que quedan con ceniza mojada, i manda activar el fuego. Miéntras el oficial estiende la carga, el portero limpia el puente de las cenizas que se encuentran aglomeradas, revisando ademas las parrillas para acomodarlas si no están bien.

Miéntras se dá este primer golpe de fuego, se ocupan los miteros con el oficial de hacer la carga para llenar la tolva, i despues llevan las escorias i el eje a los depósitos especiales. Concluido esto, el oficial abre con el rastrillo la carga, despues cierra las puertas i se le da fuego por dos horas, hasta que vuelve el oficial a revolverla, siguiendo las revolturas de hora en hora, hasta que la crea en estado de sacar. Dura la operacion cinco horas. Al cabo de este tiempo tira el obrero la escoria por la puerta bogadora, que se recibe en una zanja de tierra; idéntica cosa a la que se usa en las bogas de fundicion. Se ha de procurar limpiar mui bien el *baño*, es decir, privarlo de toda la escoria formada i que sobrenada en su superficie, porque esta escoria puede ser perjudicial para la refina.

El eje se recibe en moldes de arena húmeda, teniendo cuidado, si el repaso ha marchado mui adelante, de secar los primeros moldes para evitar las esplosiones que se pueden orijinar al recibir cobre en arena húmeda.

Productos. Se obtienen en esta operacion dos productos, un eje bastante rico en cobre, i escorias mui cargadas de oxídulo de cobre.

El eje obtenido tiene lei variable, porque pende de la naturaleza de los metales de color mezclados en la carga, sacarlo mas o ménos subido. Cuando la calcina i el repaso han andado bien, sale un *eje negro* granudo, teniendo en la superficie muchos granos gruesos; en la fractura fresca i que no ha estado en contacto con el aire, tiene color blanquecino, lustre metálico, i su contestura mas bien hojosa, de hoja mui ancha. En las cavidades que se forman en la parte inferior del linguete o que ha estado en contacto con el suelo, se ven muchos hilos de cobre, que a veces alcanzan a cuatro i cinco líneas de largo. Este eje es el mas estimado por los fundidores, contiene mui poco azufre, nada o mui poco hierro, i alcanza en su lei de cobre a 73 %. A veces se obtiene ejes de inferior calidad; a estos, que no se les forman los hilos de cobre, ni los granos en la superficie del linguete, se llama *ejes plateados*, i su lei es de 65 %.

El otro producto obtenido son las escorias. En el primer caso, o sea

cuando se produce eje negro, tienen las escorias hasta 8 % de cobre, color negro opaco, i no se ven fragmentos de quijo en su masa. Jeneralmente son mui fluidas recien salen del horno, i se enfrian inmediatamente; para ayudar a la fusion de los silicatos en la segunda operacion son excelentes, porque contienen todo el hierro que se habia oxidado en la calcina, i a mas el obtenido despues por medio de las reacnes químicas, efectuadas en el interior del horno. Rivot da el siguiente análisis de estas escorias:

Sílice.....	0.35
Protóxido de hierro.....	0.58
Cal, magnesia, alumina..... ...	0.05
	0.98

En aquellas cargas en que entra el metal de color en abundancia, i en que el eje no ha sido calcinado, se obtiene la segunda clase de eje ya descrita i escorias recargadas de cuarzo, las cuales contienen por consiguiente mucha sílice i mui pocos óxidos metálicos en su combinacion. No se pueden usar estas escorias para la segunda operacion, sino en mui pequeña cantidad, porque entorpecen mas bien que ayudan la fusion de las escorias.

Se depositan las escorias en lugares que tengan el piso firme, para no perder el eje que va en granallas en medio de la masa; sufren ahí una chanca i el apartado del eje grueso que pueden contener; sin escepcion ninguna se funden en la segunda operacion.

Consideraciones económicas.—Para calcular los costos que tiene un cajon de eje para repasarlo, no debemos tomar en cuenta el metal de color, porque esta operacion se puede considerar como la de fundicion para este metal; i así nos fijaremos solamente en el costo que tendrá un cajon de eje calcinado.

Trabajadores.....	2 30
Combustible	23 80
Destruccion de horno, útiles, etc.....	45
	26 75

Atendiendo a la dificultad que hai para hacer estos cálculos con precision, se tomarán los anteriores como aproximativos solamente.

Fundicion del eje calcinado.—Sucede con mucha frecuencia que el metal de color se ha concluido i no hai para repasar los ejes calcinados; en este caso se acostumbra echar al horno carga doble de eje, es decir, de un cajon o mas, i se funde hasta su total fusion mezclado con escorias de refina. Despues que está fundido, se saca la escoria formada, de-

jando la superficie del baño perfectamente limpia i se abren las puertas laterales para principiar la calcinacion. El único ajente desulfurante que obra aquí es el oxíjeno del aire, que quema una parte del azufre i oxida el hierro; éste forma una escoria apoderándose de la sílice de los ladrillos. Cuando se ha formado una lijera tela sobre el eje, se abre la puerta bogadora i se *bate el baño*, esto es, se mueve el eje con el rastrillo para que se incorpore el óxido de cobre formado en la superficie con el súlfuro i haya reduccion; ademas, se proponen botar el óxido de hierro a los costados i presentar la superficie del baño siempre limpia para que el aire pueda obrar mejor.

Se bate el baño hasta que se juzgue que el eje está en buen estado, lo que conocen los obreros mui bien en el rastrillo; se tira entónces la escoria para afuera, se cierran las ventanas i se da un golpe de fuego por media hora. Al cabo de este tiempo se sangra, recibiendo el eje en moldes de arena. Dura toda la operacion diez horas.

El eje que se produce es mui inferior al que se obtiene repasando con metal; contiene regularmente hierro, i su lei pocas veces pasa de 65 p.% de cobre. La escoria es sumamente buena para la fundicion, tanto por su rica lei de cobre como por la gran cantidad de hierro que contiene, sea al estado de óxido o de súlfuro.

Consideraciones económicas.—Si el combustible que se usa en esta operacion corre de cuenta del fundidor, no hai duda que le seria mas económico emplear este método para repasar los ejes calcinados; pero como regularmente paga la leña al propietario a tanto la chimenea mensualmente, emplea el primer método por adelantar mas el eje, i tambien por ahorrar de la primera fundicion del metal de color empleado en el repaso. Los costos que tiene el repasar un cajon son aproximativamente menores, i si se reune la circunstancia indicada, disminuyen mucho mas.

Trabajadores.....	1	70	cts.
Combustible.....	13	80	
Destrucciones, etc.....	0	80	
Suma de los costos de un cajon de eje repasado.....	15	30	

Comparando este cuadro con el anterior, tendremos una diferencia de 11 ps. 25 cts. ménos; si el combustible fuera comprado por varas cúbicas, seria todavía menor, porque durante las diez horas de la operacion solo se gasta leña, seguido, al principio i en el golpe de fuego final; por lo demas, se echa la leña suficiente para mantener el horno en una temperatura baja, propia para calcinar. Esta diferencia quizas se pier-

da en la refina, por el mayor tiempo que se demoran estas cargas, aumentando así los gastos en combustible i trabajadores.

QUINTA OPERACION, REFINA.

Los ejes repasados se quebrantan en grandes trozos i se colocan en un enladrillado cerca del horno, para someterlos a la última operacion de su beneficio. Se da a esta operacion mucha importancia, casi sin tenerla, porque se cree que la ganancia del fundidor consiste solamente en sacar uno o mas quintales por hora en cada sangría de cobre; así es que jeneralmente se halla mui bien atendido este horno. No se trae nunca a la memoria que este cobre sangrado es el producto de muchos cajones de metal beneficiado por otras operaciones, en las cuales, si las cargas han sido mal dispuestas o ha habido descuido, se cuenta una gran pérdida, irrecuperable, que se va en la escoria de fundicion, recargándose ademas en costos, por el tiempo perdido. No quiero decir por esto, que se desatienda la refina; al contrario, es necesario vijilarla mucho, para no tener los atrasos frecuentes en esta operacion; pero de ningun modo miraria como mas importante esta operacion que la primera. En esta, todas las pérdidas que puede haber, ademas de que se pueden evitar con suma facilidad, no son jamas tan caras como en la fundicion; todas ellas son recobrables, al paso que en la fundicion obtenemos una gran cantidad de escorias, o mejor, el producto estéril o que se bota de esta operacion, es cuatro o seis veces mayor que el producto útil. Si las escorias sacan mucha lei de cobre, ¿a dónde va a parar esta enorme pérdida? Los costos que tendria su refundicion serian exorbitantes, i hacen desechar toda idea de beneficiarlos. Nace, pues, de aquí la necesidad de vijilar la fundicion sobre todas las demas operaciones de la metalurjia, porque obtenemos un producto que se bota como pobre, miéntras que en las demas se vuelve a fundir (3).

La carga que se echa al horno de refina, que suele ser de dimensiones un poco mayores, es tambien mayor, i se acostumbra poner de 70 a 80 quintales de ejes repasados.

Combustible.—Esta es la operacion que consume ménos leña; aquí solamente se trata de mantener el eje a la temperatura suficiente para que el oxíjeno del aire pueda obrar sobre el azufre, i así podemos estimar la cantidad de combustible en dos terceras partes ménos que el

(3) Insisto siempre en llamar la atencion de los fundidores sobre la primera operacion para desarraigar la creencia universalmente admitida de la importancia de la refina; discúlpeseme si llego a ser cansado con estas esplicaciones, pues todas nacen de mi deseo de ver coronadas las esperanzas de los fundidores i de contribuir a evitar de este modo las pérdidas que suelen sufrir.

gastado en la fundicion. Sin embargo, el fundidor paga, como he dicho, al propietario 1,000 pesos mensuales por este horno tan económico.

Trabajadores.—La dotacion que exije un horno de refina en actividad, es la misma que para los demas; es decir, un oficial con su cuadrilla de dos miteros i un portero, que se remudan con el compañero i su cuadrilla cada doce horas. Necesitando esta operacion un hombre intelijente para que pueda dirijir la calcina, se paga a este hombre mejor. Consta cada cuadrilla de los hombres siguientes:

Un oficial, ganando en cada remuda...	75	cts.
Dos miteros.....	96	„
Un portero.....	48	„
Suma de los salarios en cada remuda...	2 19	„

Ademas, hai maestro fundidor para vijilar sobre las calcinas i los moldes que se hacen; este hombre se contrata por año, recibiendo de sueldo 500 pesos, i corriendo de su cuenta su alimento.

Operacion.—En esta operacion ya no se deja caer la carga por la tolva, i sí se hace por la puerta de trabajo. Se introduce el eje por medio de una pala de fierro, i se va colocando en el interior del horno un trozo sobre otro hasta que no se pueda entrar con la pala; de modo que, dando esta disposicion, puede el aire obrar sobre toda la superficie. Cuando ya se ha acabado de hacer la carga, se cierra la puerta bogadora i se da un golpe de fuego por una hora, para que el eje tome la temperatura necesaria para calcinarse; se abren en seguida las ventanas laterales, i se da principio a la *calcina en colpa.*

En este primer período de la refina se procura mantener el eje a una temperatura baja, suficiente para su fusion lenta. Para dirijirla se coloca el trabajador en la ventana i observa el aspecto que van tomando las colpas para aumentar o disminuir el fuego. Recien se destapan las ventanas, vemos que tienen las colpas mucho brillo; pero, a medida que va disminuyendo la temperatura, van tomando cierta opacidad que indica la falta de fuego; ademas, las gotas que destilaban al principio tambien se enfrian; en este caso se manda aumentar la temperatura. De este medio tan sencillo se valen para dirijir esta operacion, la cual se continúa así hasta que se haya corrido la mayor parte del eje. Se aumenta entónces la temperatura, para que obre el óxido de cobre formado sobre el súlfuro, que permanecen en el piso del horno en un estado pastoso; llaman esto *aplanar la carga.* Dura toda la calcina seis horas, jeneralmente.

Despues de aplanada la carga se cierran las ventanas i se da un golpe de fuego. Al cabo de una hora se abre la puerta bogadora i se revuelve el eje, dejando caer al mismo tiempo cuatro o seis quintales de metales

de color de buena lei, con el objeto de que la sílice introducida se apodere de la pequeña cantidad de óxido de hierro formado durante la calcina. Se cierra la puerta bogadora i se vuelve a aumentar el fuego, revolviendo de hora en hora hasta la total fusion del eje i de la escoria formada. Concluida la fusion completa del eje i de la escoria, se abre la puerta bogadora i se saca la escoria por medio de un rastrillo por la puerta, en donde cae en una plancha de hierro. Es menester que la superficie del baño quede completamente limpia, para que la oxidacion se haga con mayor facilidad; una vez bogada la escoria, se cierra la puerta de trabajo, se abren las ventanas para dar entrada al aire fresco, i se principia la *calcina en baño.*

Hasta aquí nuestro modo de beneficiar el cobre tiene mui poca diferencia del método usado en Inglaterra; pero en este segundo período de la refina nuestros metalurjistas han sobrepujado al injenio ingles. Como se sabe, en el método ingles se va disminuyendo la temperatura gradualmente, lo que solamente puede hacer una persona mui ejercitada en esta operacion, formando así una tela de óxido de cobre; despues se aumenta el fuego para que obre el óxido sobre el súlfuro, disminuyendo otra vez la temperatura gradualmente, i continúan así hasta que se forme el cobre.

Nuestros metalurjistas, sin las luces de aquellos beneficiadores, han sabido aprovecharse mejor de ciertas reacciones químicas que hacen el método mas sencillo i mas breve. Así, despues que bogan la escoria, tiran en todas direcciones los pedazos de metal de color que producen los Mantos. Este metal contiene 8 a 10 p.% de óxido de cobre, una gran cantidad de cal, un poco de sílice al estado de silicato o de arenisca, i hierro oxidado. Estos trozos que regularmente se escojen los mayores, caen en medio del baño i obran inmediatamente sobre el súlfuro de cobre, reaccion ayudada ademas por la temperatura que tiene el horno.

Las reacciones que se efectúan son las siguientes; el óxido de calcio, en contacto con el súlfuro de cobre, se despoja de su oxíjeno para quemar el azufre, i el calcio que queda obra tambien sobre el súlfuro dando cobre metálico i súlfuro de calcio; de este modo tenemos dobles reacciones, la del oxíjeno de la cal sobre el súlfuro, que dá ácido sulfuroso i cobre metálico, i la del calcio que dá, como he dicho, cobre metálico i súlfuro de calcio. Este súlfuro de calcio se escorifica con la sílice que contiene el metal, tomando esta ademas el hierro oxidado que puede haber. Obtenemos, pues, por estas reacciones tres productos: cobre metálico, ácido sulfuroso que se escapa por la chimenea, i una escoria mui recargada de cal.

Sucede que el metal de color se ha acabado o no cuenta el establecimiento con él; en este caso se echan en su lugar los recortes i las tapas de cobre que han sobrado en la refina anterior. Las reacciones que

se efectúan en este caso no son tan enérjicas, como en el anterior; aquí solamente se forma el óxido de cobre que puede obrar sobre el súlfuro, i solo se puede usar este método a falta del otro.

Para dirijir esta operacion no hai mas que fijarse en el aspecto que toma el baño. Recien se boga la escoria que se habia formado, queda la superficie del baño perfectamente limpia; mas al poco tiempo despues de haber principiado a calcinar, vemos que viene cubriéndose con una lijera capa o tela de un color blanquecino, que es el cobre ya formado. Cuando esta capa ha cubierto todo el baño, se abre la puerta i se *bate el baño;* así incorporan el óxido de cobre con el súlfuro. Esta tela, cuando le falta calor a la calcina, se pone opaca i de un color amarillento, de modo que parece avisar que le falta fuego; se aumenta la temperatura i vuelve a formarse de nuevo la tela que cubria el eje. Se hace la misma operacion de batir el eje, hasta que veamos cobre grueso en las paredes; regularmente se bate el baño dos o tres veces, i despues se deja tranquilo manteniendo una temperatura uniforme.

Principia el cobre a reunirse primeramente en las paredes del horno, despues lo vemos en el medio, tomando siempre una forma globular concrecionada. Este cobre va aumentándose a medida que avanza la calcina, i cuando se juzga que ha tomado el grueso suficiente, se *arrolla.*

Consiste la arrolla en tirar el cobre formado al puente o a las paredes; se hace esto por medio de un rastrillo, presentando así la superficie del baño siempre limpia al contacto del aire. Se da a cada refina dos o tres arrollas, i despues se deja *secar la carga* en el plan, o sea, se deja que el cobre se forme sin tocarlo. Cuando ya no se oye ningun sonido, como que hierve alguna cosa, se dice que está seca la carga; se cierran las ventanas laterales i la puerta de trabajo, i se da un golpe de fuego por media hora para *pelar el grano;* al cabo de este tiempo se vuelven a abrir las ventanas i se principia a calcinar de nuevo; a veces se arrolla i otras nó hasta que se seque otra vez el baño; se cierran las ventanas i se da el golpe de fuego final para fundir el cobre.

A la hora despues de principiado el golpe de fuego, se revuelve la carga, i se sigue así hasta que se juzgue que está perfectamente fundido todo el cobre. Se sangra entónces, manteniendo el horno con fuego para que no se enfrie el cobre, en moldes de arena mui bien cernida, mezclada con una cuarta parte de ceniza.

Se hacen los moldes de arena del modo siguiente: se principia por humedecer la arena, para que tome mas consistencia; se colocan los moldes de madera en un plano un poco inclinado, a distancia de cuatro pulgadas uno de otro, i se echa la arena húmeda entre los huecos que dejan entre sí, como tambien se rodean estos por todas partes; se aprieta lo mas que se pueda con pisones de madera, i a la pared que divide un molde del otro se le rebaja en el medio un poco, para que corra el eje durante la san-

gría i tambien para darle la altura que deben llevar las barras de cobre.

Una vez hecha la hilera de 25 a 28 moldes, se coloca leña encima i se prende fuego; se deja que se consuma, teniendo cuidado de remover la ceniza. Se saca despues esta ceniza i se pone otra capa de leña, que permanece hasta el momento en que se da el golpe de fuego final, en que se reemplaza entónces por otra tercera capa. Esta serie de *fuegos*, que reciben los moldes, tienen el objeto de secarlos mui bien para recibir el cobre.

Antes de sangrar, se saca la escoria que se ha formado i se limpian los moldes mui bien; concluida la boga se cierra la puerta de trabajo i se activa el fuego, i al mismo tiempo se principia a sacar la arena que hai en la sangradera, rompiendo primeramente arriba para que el eje que ha quedado en la refina, i que cuando no hai se le echa al horno, salga ántes que el cobre; se va aumentando poco a poco el agujero de sangría hasta que se llenen los cuatro primeros moldes; pasados estos, se rompe toda la sangradera para que salga todo el cobre, i corra lo mas lijero posible i no tenga lugar a enfriarse.

Cuando se han llenado todos los moldes o cuando el cobre se ha enfriado, se cierra la sangradera i se cubren las barras de cobre con arena. Despues que se han enfriado se sacan con tenazas, se marcan i se arrojan a un pozo de madera lleno de agua, en donde permanecen todo el dia. Se sacan de aquí, se limpian de todo el eje que tienen pegado, i quedan despues en estado de llevarlas a Valparaiso.

Productos. Obtenemos en esta operacion tres productos principales, el cobre metálico, eje i escorias. El principal es el cobre negro o cobre de comercio, en lei de 94 p.%; cuando la operacion ha marchado bien, se obtiene en las veinte i cuatro horas que dura, de 50 a 60 qq. El eje obtenido es de lei mui subida, alcanza a veces a 79 p.%; la cantidad producida varia en razon que hai necesidad de agregarle a la carga, al tiempo de sangrar, 8 a 10 qq. La escoria se produce en pequeña cantidad, pero alcanza en lei hasta 15 p.%; se emplea toda para el repaso.

Consideraciones económicas. Una carga de refina de 70 a 80 quintales nos tiene de costo, lo siguiente:

Trabajadores	4. 38
Combustible	33. 33
Destruccion de hornos i útiles	1. 90
Suma	39. 53

Con estos números podemos calcular lo que nos cuesta refinar un cajon de eje, i obtendremos en resultado 31 pesos 62 centavos. Como he dicho hablando del repaso, esta operacion es mucho mas económica, corriendo de cuenta del fundidor la leña o pagando esta a tanto la vara cúbica, porque tendriamos entónces el cuadro siguiente:

Trabajadores	4. 38
Cmb ustible	11. 70
Destruccion, etc.	1. 90
Suma	17. 98

Comparando estos dos cuadros, se vé la ganancia que reporta al fundidor comprar la leña por varas cúbicas, mas bien que pagar a 1000 pesos la chimenea, aunque de aquí se orijina tambien una pérdida para el propietario de la leña.

La primera vez que ví usar este método de refinar, me admiró tanto la sencillez i facilidad que tiene para ponerse al alcance de todo el mundo, que me puse a indagar el oríjen que habia tenido; saqué por conclusion que era invencion de esta provincia i se usaba solamente aquí. Basta comparar los resultados, espuestos mas arriba, para darle la preferencia al método ingles.

La sencillez que tiene para dirijir una calcina, suponiendo que los resultados sean iguales, lo hace preferible a ese método puramente científico usado en Inglaterra, pues necesita hombres mui hábiles en este trabajo para poderlo hacer bien.

Comparemos ahora los productos de nuestra refina con la inglesa. La carga, aquí como allá, son iguales; el tiempo que demora la carga aquí son veinte i cuatro horas, lo mismo que en Inglaterra; aquí obtenemos de 50 a 60 quintales de cobre bruto de 94 p.% de lei, i en Inglaterra segun Muspratt da el resultado siguiente:

Cobre en barra	46 qq.
Cobre en eje	14 qq.
Escorias	8. 50

De modo que nuestra refina nos dá de 4 a 14 quintales de cobre mas; pero se nos puede decir que el cobre ingles es mucho mas puro que el nuestro, i esto tampoco sucede así. Segun Overman, el cobre bruto o de comercio obtenido en las refinas inglesas, tiene 94 a 96 p.% de cobre fino, exactamente igual a la lei de nuestros cobres esportados por Valparaiso.

APÉNDICE.

Pensando quizá muchas personas poner establecimiento para fundiciones de cobre, usando como combustible, no la leña sino el carbon de piedra, i esperando para este objeto que se aproxime el ferrocarril de Valparaiso al centro de algun mineral; me creo obligado, porque me hallo en

posesion de datos que derramarán mucha luz sobre este punto, a esponer claramente las pérdidas a que se espondrian los individuos que tengan tal pensamiento. Me aprovecho tambien de esta oportunidad para tratar sobre un asunto que me ha ocupado algun tiempo, i que es la causa de las pocas o mas bien ningunas utilidades que tienen los establecimientos del norte de nuestra República: pérdidas que pueden ser remediadas en gran parte. Al hablar de este último punto, debo manifestar mi reconocimiento a mis estimados amigos don Francisco de P. Perez i don Alejandro Walker, que han tenido la bondad de facilitarme, con toda franqueza, los laboriosos cálculos que han hecho durante un viaje por la provincia de Coquimbo, sobre las economías de los establecimientos que usan el carbon de piedra.

Para simplificar mas los cálculos i hacerlos tambien mas comprensibles, nos fijaremos en el costo diario de un horno, i compararemos la fundicion con leña, que ya conocemos. Como he indicado mas arriba, los costos de fundicion de un dia alcanzan a 40 ps. 05 cent., o en otras palabras, 13.35 cent. el cajon de mineral, suponiendo que se saquen seis cargas, de medio cajon cada una.

En la fundicion con carbon de piedra se aumentan los costos casi en el doble; no solamente por el mayor precio del combustible, sino tambien por el mayor número de empleados que requiere esta fundicion. Pasaremos la vista por el cálculo que adjunto sobre los costos de la fundicion de 7475 qql. de mineral en un mes, con un horno, empleando en fundirlos 3120 qqls. de carbon.—Lei 13 p.%

COSTOS.	Carbon, 10 ps. tonelada de la mezcla	1,404. »
	Administracion	330. »
	Labor, oficial, miteros	126. »
	» Herreros i albañil	67. »
	» Maestro fundidor	30. »
	» Carbonero, a 56 cent. carga	17. »
	» Carguero, a 12 ½ cet. id	14.37
	Arena, tofo i quifo	37.75
	Ladrillos	83. »
	Herramientas	15. »
	Interes del capital al 10 p.%	17.70
	Suma total	2,141.82

Segun el cuadro precedente, un quintal de mineral nos cuesta fundirlo 29 centavos, o lo que es lo mismo, 114 centavos el quintal de eje de 30 p.%; pero en el presente cálculo no se ha contado para nada con la pérdida de cobre en la escoria; agregando esta i admitiéndola que sea solamente de ½ por ciento, tendremos el resultado siguiente: $ 2889. 22

como costo de 7475 quintales de mineral de 13 p. %. Para aclarar lo dicho espondré el cuadro nuevamente;

Combustible	1404.00
Administracion	330.00
Labor	254.37
Utiles, ladrillos etc., e intereses	153.45
Cobre perdido en la escoria 37.37 lbs. a 20 $	747.40
Costo de 7,475 quintales mineral	2889.22

O un quintal de mineral costará 40 centavos su fundicion.

Un quintal de eje importa 156 centavos.

En el repaso importa el quintal de eje, obteniéndolo para la refina, es decir, de 75 p. % a 80 p. %, segun el cálculo de D. F. de P. Perez, 173 centavos. Si agregamos a los costos ya obtenidos en los cálculos citados, los que nos cuesta un quintal de eje en su refina, podremos estimar el costo de un quintal de cobre manufacturado. Para la refina son los gastos siguientes.

Refina de 88 quintales de eje.

Carbon	55
Administracion	4
Labor, horneros, herrero, etc	8.46
Herramientas	1
Ladrillos, tojo, quijo	5.87
Arena	1
Leña	75
Suma	$ 76.08

O por un quintal de cobre, 86 ½ centavos.

Con estos datos veremos que un quintal de cobre en el mineral, nos tiene de costo el reducirlo al estado metálico, lo siguiente:

Dos quintales de eje de 50 p. %	$ 3.12
1.34 quintales de eje repasado	2.31
Un quintal de cobre refinado	0.98
Suma de los costos	$ 6.41

Bajo estas bases podremos ya calcular el costo que tendria un establecimiento en Llallai, por ejemplo. En el establecimiento citado importa la tonelada de carbon, mezclando el ingles con el de Lota o Coronel, solamente 10 ps.; no sucederia lo mismo en Aconcagua, porque el carbon se recargaria con el costo de conduccion de Valparaiso, los costos de de-

sembarque, comisiones, bodegajes etc., i ademas se perderia quizas el diez por ciento, por lo que se remoleria con el movimiento del carro conductor: pérdida que recae toda sobre el fundidor. El establecimiento citado tiene la gran ventaja de estar situado en la costa, contando ademas con un muelle para el desembarque del carbon i el embarque del cobre; ademas, los metales que funde son de mui buena calidad, i se puede juzgar de esto por los cuadros que presento.

Establecimiento de los señores N. N. i Ca.—Puerto de Coquimbo.—Enero de 1860.

Horno.	Núm. de cargas fundidas.	Bronces.	Color.	Escorias.	TOTAL.	CARBON GASTADO EN FUNDICION.			REPASO I REFINA.		Núm. de barras de cobre.	CARBON GASTADO EN REPASO I REFINA.			N.º de dias de para.
						Ingles.	Chileno.	TOTAL.	Cargas de repaso.	Cargas de refina.		Ingles.	Chileno.	TOTAL.	
		qqls.	qqls.	qqls.	qqls.	qqls.	qqls.	qqls.				qqls.	qqls.	qqls.	
N.º 1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	31
„ 2	38	1140	380	760	2280	200	900	1100	...	..	...	...	...	...	21
„ 3	33	990	330	660	1980	180	810	990	5	...	...	120	324	444	16
„ 4	12	360	240	120	720	80	360	440	6	1	11	140	504	644	20
„ 5	19	620	320	200	1140	100	400	500	...	...	...	...	...	...	26
„ 6	...	...	...	...	...	...	...	...	8	4	80	220	792	1012	20
„ 7	...	...	..	...	...	...	...	...	...	7	150	300	810	1110	16
Suma.	102	2110	1270	1740	6120	560	2470	3030	19	12	241	780	2430	3210	150

$2\frac{000}{1000}$ de mineral fundidos por 1 qql. de carbon.

1332 lbs. de carbon en repasar i refinar una barra de cobre.

Establecimiento de los señores N. N. i Ca.—Puerto de Coquimbo.—Febrero de 1860.

Horno.	N.º de cargas.	Bronces crudos.	Bronces calcinados.	Calor.	Bronces.	TOTAL.	COMBUSTIBLE.			Dias de para.
							Ingles.	Chileno.	TOTAL.	
N.º 1	115	1725	3450	1840	460	7475	526	2594	3120	5
„ 2	...	.....	.....	.....	....	.....	.....	.....	.....	29
„ 3	....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	29
„ 4	64	960	1920	1024	256	4160	262	1298	1560	16
„ 5	.....	.....	.....	.....	.....	....	.....	.....	.....	29
„ 6	.....	.....	.....	. ....	.....	.....	.....	.....	.....	29
„ 7	.....	....	.....	....	.....	.....	.....	....	.....	29
Suma.	179	2685	5370	2864	716	11635	783	3892	4680	166

$2\frac{48}{100}$ qqls. de mineral se funden con un qql. de carbon.

La cantidad de combustible que gasta el horno en las veinte i cuatro horas de trabajo, alcanza, como término medio, a 6 toneladas, mezclando, aproximativamente, cuatro partes de carbon chileno con una parte de carbon ingles. Para una fundicion en Aconcagua no tendriamos ya por costo 10 ps. la tonelada, como en este establecimiento; porque el carbon ingles importa 12 ½ ps. a bordo, i el chileno 8 a 9 ps. tambien a bordo; ahora los costos de desembarque, bodegaje, comision i conduccion al punto donde se va a establecer el injenio, contando ademas la pérdida de carbon en estos viajes, como tambien la parte que se remuele e inutiliza, hará subir su precio a 17 o 18 ps. el ingles, i 14 a 15 el chileno; i la tonelada de carbon mezclado nos importaria entónces 15.17 cent.

Consumiendo el horno seis toneladas, que a veces tambien pasan, tendremos que en valor de combustible se gastan 91 ps. 02 cent. en las veinte i cuatro horas de fundicion: el cuadro puesto como modelo de los costos para fundir, 7475 qql. de mineral de 13 p.%, lo veremos cambiado por el aumento del valor del combustible:

Combustible.....	2154.14
Administracion.....	330 »
Labor.....	254.37
Utiles, ladrillos etc., intereses.....	153.45
Cobre perdido en la escoria.....	747.40
ps.	3,639.36

Aumentando los costos mensualmente, aumentarán tambien, en proporcion, los costos para un quintal de mineral o para un quintal de eje. Creo pues suficientes estos datos para desengañar al que crea que hace cuenta fundir con carbon de piedra en el interior de la provincia.

Recomiendo sobre todo el estado adjunto, mandado desde Copiapó por don Alejandro Walker; en él se verá la prolijidad esmerada que ha tenido para hacerlo, dándonos a la vez bastante luz sobre el particular:

(Por sus dimensiones, acompáñase este cuadro por separado.)

Ademas de estos grandes costos para beneficiar el cobre, con que se cuenta en las provincias del Norte, quizás influya mucho mas el de la compra del mineral. De un balance tomado en el año 1859, resulta que importaba el quintal de cobre en un mineral, de 13 p.% 12 ps. 92 cent.; agregando a esto los costos del beneficio, nos viene a costar el quintal de cobre 1,33; en este año el precio del cobre en Valparaiso no pasó de 20 ps. qql. Supongamos ahora que el establecimiento esté situado a distancia de la costa; tendrán que costear entónces la conduccion del cobre en barra al puerto mas inmediato, en donde se recargará con los derechos de bodegaje i comision. Por otra parte, no todos los establecimientos cuentan con las ventajas que tiene el propuesto en los cuadros:

buenos metales, suaves i de lei, un muelle para embarcar el cobre i desembarcar el carbon, i los hornos se hallan mui bien atendidos.

Se me ha informado que tambien contribuye mucho al mal estado que presentan estos establecimientos, la poca economía que hai en ellos, siendo este trabajo uno de aquellos en que se necesita el mayor cuidado en los gastos que se hacen. Existe un gran número de empleados inútiles, ganando grandes sueldos, habiendo ademas otro empleado superior a cargo de todos los hornos, el cual percibe de 8 a 9,000 ps. de renta anualmente. Este gran número de empleados es perjudicial, porque se confian unos en otros para la vijilancia de los hornos, i resulta precisamente de aquí que ninguno de ellos atiende los hornos, i andan estos por su cuenta. Para los estados que se presentan mensualmente, no hai necesidad de tener un director ingles que se hace pagar mui bien, i muchas veces quizá sin haber visto jamas un horno. Todos estos gastos recaen sobre el cobre, i como el producto no es satisfactorio se paraliza así una industria tan importante para Chile, i que quizás es el único artículo de retorno para las mercaderías importadas por el estranjero. Desearia que se fijara mucho la atencion sobre este punto i se tratara de adelantar i mejorar esta industria, cuya utilidad consiste en la marcha económica del establecimiento; i tambien seria digno de la atencion del gobierno que arreglara los derechos de aduana que pesan sobre el fundidor: derechos que, cuanto mas industrioso es el beneficiador, se hacen mas gravosos. En el mes de junio del presente año ha tratado esta cuestion, con toda la precision i claridad necesaria para ilustracion de esta materia, nuestro antiguo metalurjista chileno, el señor don Pedro F. Vicuña, en una série de artículos publicados en el *Mercurio* de Valparaiso.

ZOOLOJIA. Sobre las especies chilenas del jénero Tulica, *por los señores don R. A. Philippi i don Luis Landbeck.—Comunicacion del señor Philippi a la Facultad de Ciencias Físicas en su sesion de setiembre de* 1861.

Las Tulicas, que en idioma chileno se llama *Taguas*, son mui comunes en todo Chile en donde hai aguas i pantanos, i sin embargo los naturalistas las conocen mui poco i no las distinguen bien. Como se comen i se traen por eso con frecuencia a la plaza, habria sido fácil estudiarlas con toda comodidad, pero parece que por esta misma razon no han excitado la curiosidad, que suelen atraer las especies mas raras i mas difíciles de conseguir. A eso se ha de añadir que las Tulicas varian mucho en su plumaje, segun la edad, la estacion i otras