

*METALURJIA. Algunas nociones prácticas sobre el mecanismo de las fundiciones de cobre—Comunicacion de don Juan Manuel 2.º Cobo a la Facultad de Ciencias Físicas en abril de 1862.*

### INTRODUCCION.

He visto algunos escritos sobre el método de fundiciones de cobre anglo-chileno, pero no son mas que una esposicion teórica de dicho procedimiento, destinada a satisfacer una curiosidad científica; mientras que yo, tratando en el mio muº especialmente de su parte mecánica i económica, podré talvez ilustrar sobre esta materia a los que por primera vez entran a especular con esta industria.

Por la naturaleza de los datos de que me ocupo, casi me parece inoficioso prevenir que, de todos ellos, solo debo algunos a mis experimentaciones directas i a mis propios cálculos, siendo los demas el fruto de los conocimientos i experiencia del principal director del establecimiento del Cobre i de sus *maestros de hornos*.

Me parece importante llamar la atencion, sobre que las noticias que dé yo en este trabajo de dicho establecimiento, deben ofrecer un motivo mas de interes, porque ellas pueden tomarse por tipo de todos los establecimientos de fundiciones de cobre del Departamento de Quillota, a los cuales siempre ha servido de modelo, tanto por ser el mas antiguo, como por la autoridad de que revestimos al que ha obtenido un constante buen éxito en cualquiera especulacion, i tanto, en fin, porque desde su inauguracion, su direccion ha estado siempre en manos de personas muí sensatas e inteligentes; i me pareceria no obrar en justicia sino llamara la atencion sobre la capacidad de su fundador don Gregorio Amunátegui, la cual resalta en toda la organizacion que dió i dejó a este establecimiento, i débese reconocer sobre todo en la eleccion tan acertada que hizo de la localidad en que lo planteó, dándole preferencia sobre muchas otras vecinas, que, pudiéndolas tomar, por ella las despreció, i en las cuales otros levantaron despues establecimientos que han dado solo pérdidas a sus empresarios; i nada pone tan de manifiesto las condiciones tan económicas en que dejó al suyo, que el hecho elocuente de rendir algunas ganancias en una época tan contraria en el país a esta industria, que, por regla jeneral, estan en

bancarrota todos los establecimientos de fundiciones de cobre en la República.

Fuera de esto, nada mas advertiré que el que para metodizar esta exposicion, he agrupado en artículos separados, que hé llamado *nociones*, todos los datos que se refieren a uno cualquiera de los pormenores principales de la negociacion.

### NOCION 1.<sup>a</sup>

*De la proporcion entre el mineral i el combustible para fundirlo, i cálculo del consumo de leña para estraer 50 quintales de cobre en barra de un mineral de lei de 10 por ciento.*

Mui pocos son los fundidores que saben esta proporcion, no obstante que debiera desempeñar en sus cálculos, sobre las probabilidades del éxito de su especulacion, un papel tan importante como los cimientos en la construcción de un edificio. En los hornos de reverbero, como lo demuestra un cálculo que presentaré a continuacion, que se halla comprobado con las esperiencias de algunos fundidores intelijentes, se consume un peso de leña algo menor que el duplo del peso del mineral que se funde por cobre en barra. En efecto, el laboratorio de los hornos que se usan en el establecimiento del Cobre, hace de 40 a 50 quintales de minerales de baja lei, i, por consiguiente, de poco peso i voluminosos; i la carga es de 32 quintales, que es medio cajon, del mineral que se va a beneficiar, fuera de 8 a 12 quintales de flujos, que son piritas i escorias básicas. Mas cuando el horno está ya bien caliente, las materias secas, especialmente la leña, da constantemente una sangria cada seis horas; i, por consiguiente se funden en el dia dos cajones, o 128 quintales del mineral beneficiable, con el consumo de ocho carretadas o 200 quintales de leña.

Consumo de leña para estraer 50 quintales de cobre en barra de un mineral de lei de 10 por ciento

*Primer fuego.*—Se queman 128 quintales de mineral al dia, i se sacan 25,6 quintales de eje de 50 por ciento, con el consumo de 200 quintales de leña. Así, segun la siguiente proporcion:  $128 : 500 :: 200 : x$ , se gastan 781 quintales de leña en reducir a ejes de 50 por ciento los 500 quintales de mineral que contienen los 50 quintales de cobre en barra; i se producen 100 quintales de esta clase de ejes.

*Segundo fuego.*—Se carga el laboratorio con 50 quintales de ejes atrasados de primer fuego, i se alcanza a sangrar tres veces al dia, con el consumo de seis carretadas de leña. Así, se adelantan en las 24 horas 150 quintales de eje, con el consumo de 150 quintales de leña o seis carretadas; i por consiguiente se adelantan los 100 quintales de eje con 100 de leña; i al fin del segundo fuego van ya gastados  $881 = 781 + 100$  quintales de leña.

*Tercer fuego.*—Se carga con 70 quintales de ejes adelantados, que tienen 75 por ciento de lei; i, con el consumo de 5 carretadas, se refinan en 26 horas. Pero vamos a calcular el gasto de leña que ocasiona la refina de solo 66,6 quintales de ejes de 75 por ciento, cuya cantidad será la que contenga los 50 quintales de cobre. Se consume 125 quintales de leña para refinar 70 quintales de este eje; i por consiguiente, segun la siguiente proporcion:  $70 : 125 : : 66,6 : x$ , para refinar los 66,6 quintales de eje se gastan 118,9 quintales: así es que al fin del tercer fuego i último quedan consumidos 999,9 quintales = 881 + 118,9 quintales de leña, para producir los 50 quintales de cobre en barra.

Cuando para adelantar los ejes se tienen metales de color, se obtienen del horno cuatro i aun mas sangrias en las 24 horas; pero sin ahorro de leña, porque entonces se trabaja a mayor temperatura. Pero ordinariamente se gasta ménos cantidad, que la calculada, de combustible, cuando marcha la fundicion bien arreglada; o, mejor dicho, cuando se le dirige con atencion e intelijencia.

## NOCION 2.ª

### *Algunas calidades importantes de la leña para fundir.*

Un fundidor puede tener a su disposicion una gran variedad de leñas dotadas de propiedades diferentes, i es para él de mucho interes conocerlas, para poder elejir entre ellas las que le puedan reportar mayor ventaja en circunstancias dadas.

Como tienen las leñas la misma composicion, todas a peso igual pueden producir la misma cantidad de calórico, con tal que esten en el mismo grado de sequedad. Sin embargo, unas son mas ventajosas que otras para las fundiciones; i son tanto mejores cuanto mas temperatura producen i dejan ménos cisco: por eso se prefieren las leñas mas inflamables i livianas.

Las leñas se secan al sol, para que en la combustion se pierda ménos calórico en la evaporacion de agua higrométrica. Se sabe que unas leñas sueltan con mas dificultad que otras el agua higrométrica contenida entre sus poros: las rajadas se diferencian de la leña rolliza en este sentido, i las rajadas gruesas de las delgadas. Pero en jeneral, la leña adquiere para la industria al fin de un año de rajada, i preservada de las lluvias en el invierno i puesta al sol en el verano; un grado de sequedad mui suficiente i ventajoso. Sin embargo, esta regla tiene sus escepciones, porque para el molle no basta un año, ni dos; es la peor bajo este respecto de todas las leñas. Por el contrario, el talluen llega al mismo grado de sequedad en seis meses; i el guayacan en ménos. Esta es una de las mejores leñas, porque recién cortada, es mas inflamable i produce mas calor que otras maderas a los 3 o 4 meses de rajadas.

Para la buena o económica fundición conviene que la leña i los metales esten secos, i aun la atmósfera: solo así los hornos adquieren la actividad suficiente, para que la separación de las escorias se haga perfectamente i con facilidad, i para que en el día se puedan dar cuatro i mas sangrias. En tiempo seco i con los calores del estio se ha llegado a obtener en el Cobre hasta seis sangrias de primer fuego en 26 horas; i el aumento de consumo de leña no alcanza a ser proporcional. Por el contrario, cuando las leñas estan húmedas, como tambien los metales i la atmósfera, el baño no llega a la fluidez necesaria, no aclara sino imperfectamente i con mucho trabajo, se separan mal las escorias, i la fundición se hace tan morosa que no se puede conseguir en las 24 horas sino una o dos sangrias: sin que el ahorro de combustible sea proporcional. Si el tiempo es lluvioso, las carretas se estropean i los animales de acarreo padecen mucho; es indispensable muchas veces parar los hornos, i despues hai que gastar en calentarlos. Por todo esto, los mejores meses para fundir son noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo i abril; i cuando mas octubre i mayo.

### NOCION 3.ª

*De la division de la leña en rajás i su costo actual en el establecimiento del Cobre.*

En esta especulacion, despues del ramo de minerales el de combustible es el mas importante; i de la economia con que el fundidor se proporcione estos dos materiales depende ordinariamente el éxito de su negocio; observacion que me hace pensar que cualquiera luz, por mas insignificante que parezca, que se le dé sobre este punto, la recibirá con mucho interés i que jamas se puede ser para él minucioso: con lo que espero justificarme de haber entrado en esta Noción hasta en mui pequeños pormenores.

Allí clasifican todas las variedades de leña en tres grupos: 1.º, *leña por carretadas*, llamada vulgarmente así porque se trata por carretadas, i no por cargas, con trabajadores *de corta i carga*, que se ocupan de cortarla i de reunir la en puntos de carguio de carretas. Consta de leña que resulta tanto de rajar maderas secas, que se encuentran por el campo, como de trozar solo ramas secas: es, pues, mui heterojénea, demanda poco trabajo al hachero, i es leña que se corta en puntos de los cuales sin mucho trabajo se puede trasladar a los de carguio de carretas; donde la carretada de esta leña se paga a seis reales, sin racion; i por pesadas directas hechas por mí sé que trae de ella 25 quintales.

2.º *Leña de raja*, que se paga por cargas; i cuestan las 16 que trae una carreta, sin racion, ocho reales, por solo la corta; i de ella algunas carretadas pasan hasta 32 quintales. Las rajás se cortan lo mas recto posible, sin ganchos ni grandes nudos o cabezas, para su fácil manejo i que no se

estropee la savalera: tienen tres pies de largo; sin que jamás pasen de una yarda, que es el largo de la savalera; i su grueso es tal que, con estas dimensiones, pesan unas con otras tres libra.

3.º *Leña de percha*, que se paga por vara cúbica. Es la leña mas delgada, i forma con ella un paralelepípedo, cuya base es una vara cuadrada i cuyo largo es cualquiera, es lo que llaman *aperchar*. Diez varas cúbicas entran en una carretada que pesa 22 quintales; i por 16 varas de esta leña se pagan, sin racion, ocho reales.

#### DIMENSIONES DE LAS CARRETAS.

3  $\frac{1}{2}$  vs. de largo de yuguillo a yuguillo esclusive.

1  $\frac{1}{4}$  vs. de ancho de limon a limon esclusive.

I de alto 1  $\frac{1}{4}$  vs. de estaca recta fuera de la espiga.

La mantencion que se acostumbra dar es: de almuerzo, un pan de alibra, en que entra la 16.ª parte de un almud de harina, cernida por un cedazo grueso que solo separa el afrecho; de comida, frejoles guisados con grasa i ají, una racion en que entra la 14.ª parte de un almud de frejoles; i de merienda, la 20.ª parte de un almud de frangollo, cocido puramente en agua, lo que llaman punche de minas. Todo lo cual hace como tres libras de alimento.

Tomando en cuenta el precio medio a que se ha pagado en la última temporada la corta de un quintal de leña; el término medio de lo que se ha pagado por su acarreo hasta los puntos de carguio de carretas, lo que no pude deducir exactamente por falta de algunos datos en el establecimiento; el cánon anual que se paga por el denunció de leñas, rebajando lo que se ahorra i se pagaria por el talaje de 100 mulas; el número de bueyes que hai que comprar todos los años en repuesto de los que se mueren; el interés del capital invertido en bueyes i carretas, i lo que se gasta en salarios de carreteros i capataces; seria la única marcha que nos conduciría a la determinacion exacta del costo de un quintal de leña, puesto ya en las canchas de los hornos. Como dejo dicho, me faltaron algunos datos para resolver a mi satisfaccion esta cuestion tan interesante: pero creo que puedo contar con haberlo conseguido de una manera suficientemente aproximada. En efecto, con el auxilio de los administradores calculé el valor medio de la corta de una carretada de leña; i confiándome en la certeza de los tanteos del ojo práctico, dí por un tanto igual el costo de su traslacion a los lugares de carguio de carretas: lo que hace ya subir a dos pesos el valor de 25 quintales de leña, que es en término medio el peso de una carretada. A mas, supe que el número de carretadas que se consumen por año es 2,500, como tambien a cuanto asciende el valor anual del cánon: con lo cual pude ya calcular en cuanto debia recargar por esta parte el valor

de una carretada. Así mismo, hice en la forma arriba indicada todos los demás recargos por bueyes, salarios, etc.; i obtuve por resultado que una carretada de 25 quintales cuesta 25 rs.: por consiguiente, se puede admitir que actualmente un quintal de leña cuesta proximately un real.

Para evitar muchas trampas i robos de parte de los cortadores de leñas; conviene no recibírselas en el campo, sino en las canchas de los hornos; aunque, como en el Cobre, el acarreo se haga por la casa i de su propia cuenta.

#### NOCION 4.<sup>a</sup>

##### *De la construccion, materiales i costo de un horno de reverbero en el establecimiento del Cobre.*

Sucedee en el país que, el empresario de un establecimiento de fundiciones tiene ordinariamente que formar sus operarios de simples peones: que improvisar desde el peon savalero, hasta los maestros fundidores i los constructores de hornos. Por eso, i suponiendo que no haya entrado nunca en estas construcciones, yo procuraré en esta Noción ponerlo en aptitud de levantar sus hornos, con la ayuda de solo un albañil, mediano constructor de paredes. Con ese propósito, no he querido variar del todo o suprimir la manera práctica de dar las alturas de las diversas partes de los hornos en hiladas de ladrillos: porque así, se instruye al operario a un tiempo de las dimensiones i de la manera de trabajar su obra. Costumbre que ha tenido su orijen, sin duda, en la circunstancia de que el ladrillo refractario para hornos, (que se consume talvez exclusivamente de la manera Runford Stourbridge) se importa siempre de la dimension constante de 3 plgs. de alto; i sale de la fábrica hasta con un peso constante de 7 libras.

Las partes esenciales o necesarias de un horno de reverbero son: el cenicero; la savalera u hogar, que es una continuacion hácia arriba del cenicero i no se separa de el sino por una reja de hierro; el puente que separa la savalera del laboratorio; el laboratorio o cuerpo del horno donde se hace la fundicion; i la chimenea.

Las dimensiones que daré de estas partes, son las que hallé en los hornos del establecimiento del Cobre, i tomaré, para espresarlas, por' unidad la yarda, aunque algunas veces, por las razones emitidas, daré las alturas en hiladas de ladrillos.

Para cortar las humedades del terreno i evitar que se comuniquen al plan del horno, se construye primero, de ladrillo comun de muralla, una bóveda subterránea a lo largo de todo el laboratorio; i encima de ella se levanta el horno. Esta bóveda se cierra, sin duda, para quitar toda corriente de aire, que enfriaria el plan, como para impedir que tome una mala direccion el aire, i para que no se internen en ella con el viento las cenizas.

El cenicero tiene treinta pulgadas de ancho i cuatro pies de largo; pero puede parecer mayor por existir una pequeña bóveda, que se le agrega para que el savalero tenga en que pararse, de un largo suficiente para que pueda gobernar el fuego con comodidad. El cenicero tambien se construye de ladrillo de muralla, i tiene de alto seis pies; (i a esta misma altura arranca la bóveda accesoria) pero para su construccion, se abre una zanja de una hondura tal, que las murallas sobresalgan un pié de la superficie del terreno. Se tapa con la reja en que descansa la leña; i sobre ella se alza la savalera, que no debe tener de ancho mas que el largo del puente, que son treinta pulgadas; i de largo cuatro pies, lo mismo que el cenicero.

Hácia la parte del laboratorio se alza tambien el puente sobre la reja, con el alto de ocho hiladas del ladrillo refractario i con el espesor de dos ladrillos de cabeza o dieciocho pulgadas.

Se corren desde luego estas ocho hiladas del puente por los costados de la savalera i los del laboratorio, i despues por todos ellos se corre todavia otra hilada, para completar con ella la altura de la puerta bogadera, que comprende cuatro, i empieza tres hiladas antes. Se hace el plan de tal grueso, que queda a nivel con la quinta hilada del puente: de modo que éste sobresale en altura del plan tres hiladas, i los costados del laboratorio cuatro, que es el mismo alto de su puerta. Mas, luego se alzan los costados de la savalera otras cuatro hiladas, que empiezan i concluyen a perderse en los del laboratorio gradual e insensiblemente, sin llegar ninguna a la chimenea: para que la altura de los costados quede inclinada hácia la puerta, como la bóveda, que se apoya sobre ellos i sirve de tapa al laboratorio i a la savalera. La distancia vertical del puente al centro del arco de la bóveda es de dieciocho a veinte pulgadas; siendo la flecha de este arco de tres a cinco pulgadas.

El laboratorio de los hornos en dicho establecimiento tiene la forma de una elipse proximamente; i en claro, su ancho o eje menor es de siete pies, i su eje mayor o su largo, exclusive la planta de la chimenea, es de trece pies. A uno de los extremos del diámetro menor lleva un buítron de tres pulgadas de ancho, para las sangrias; el cual durante la fundicion se mantiene tapado con barro de ceniza. Cerca del puente i a su altura se deja tambien un registro en cada costado, para establecer, abriéndolos, corrientes de aire durante la operacion de calcinar.

La chimenea tiene una altura, contada desde encima de la puerta, de veintiuno a veintidos pies, i da por seccion un rectángulo de veinticuatro pulgadas de largo, con doce de ancho; siendo trasversal al horno su mayor dimension; i ocupa el centro de la cabecera del horno, como la puerta bogadera; la cual tiene un pié de ancho, como la de la savalera.

Me parece útil prevenir a los aficionados a hacer esperimentos que, se ha ensayado agrandar el horno para fundir con mas economía en este esta-

blecimiento, dándole al laboratorio de largo diecisiete piés, tres pulgadas, inclusa la planta de la chimenea, que recibió quince pulgadas de ancho; dándole de ancho ocho piés; i que se ha obtenido un mal resultado: pues el horno se arruinó dos veces en el curso de una temporada, por la destruccion mui rápida del ladrillo refractario, sin duda, a causa del mayor peso de la carga i del aumento de temperatura que se necesita dar al horno, siendo mas largo, para mantener en fusion la masa que se encuentra próxima a la chimenea.

Para trazar la curv usada allí en el laboratorio, se empieza por determinar primero el puente (que es una continuacion de la muralla cabecera del cenícero) sobre una línea recta, i en el medio se le tira una perpendicular: a esta se le tira otra a los seis i medio piés, contados del puente a la chimenea, i sobre esta se mide tres piés i medio a cada lado, para fijar el eje menor, que divide al laboratorio en dos partes desiguales; siendo la una, la mitad de un elipse; i siendo la otra una porcion de un óvalo particular, unida a la semi-elipse por dos elementos rectilíneos (fig). En seguida, por las dos estremidades del eje menor se tiran dos paralelas al eje mayor; se fija una de las puntas de una cuerda de siete piés de largo en uno de los extremos  $e'$  del puente, i con la otra se describe un arco; se marca el punto  $b$  en que corta a la paralela tirada al eje mayor, i haciendo centro en él, con el mismo radio se traza el arco  $b'e'$ . Luego despues, tambien con el mismo radio, haciendo centro en  $b'$ , determinado del mismo que  $b'$  se traza el arco  $b'e$ .

Fijada la porcion  $b'e'$   $b'e$  de la curva del plan, para trazar la  $a'd'a'$ , que no es sino la mitad de un elipse, truncada, de catorce piés de diámetro mayor i siete de diámetro menor; se empieza por determinar los focos  $f, f'$ , tomando con una cuerda las distancias  $af$  i  $af'$ , iguales a siete piés cada una; i en seguida, fijando en cada uno de ellos una de las puntas de una cuerda de catorce piés, se pone en contacto con ella un punzon, que se hace resbalar, de modo que la mantenga tirante i siga las inflexiones de la cuerda en todo el camino que se describe desde  $a$  hasta  $a'$ .

El grueso de las murallas de los costados del laboratorio, para que tengan la suficiente consistencia i duracion, debe ser de un ladrillo refractario de cabeza por la parte interior i otro, de la misma calidad, de soguilla por la exterior, i sin trabar estas hileras.

Para reforzar las partes principales del horno, sabelara, laboratorio i chimenea, se les echa una camisa o forro de ladrillo ordinario; subiendo en la chimenea hasta cinco o seis piés mas abajo de la cúspide, para que un hombre parado sobre él, alcance a barrer el ollin que se deposita en el interior. La camisa del horno es un paralelepípedo rectángulo, tanjente a la superficie curva exterior del laboratorio en las dos rectas de seccion que daría sobre ella un plano vertical i trasversal tirado por el centro de la saugra-

dera; i se deja a una altura tal, que las amarras de hierro, que descansan sobre ella; pasen tanjente a la bóveda del horno; la cual es del grueso de un ladrillo refractario de cabeza; i se construye por arcos.

Sabida la forma del laboratorio i la del forro, se conocerá fácilmente que en los ángulos del último resultan entre las murallas de ambos, vacíos, que se rellenan sólidamente con barro i cascote de piedras, pedazos de ladrillos o de escorias; pues, si se hace este relleno de solo tierra o barro, queda flojo por lo mucho que se contraen por el calor estas materias, i pueden desplomarse las paredes del forro i hundirse la bóveda del horno.

Para mayor seguridad, se refuerza el forro de la sabalera i laboratorio con pilastras, unidas con tirantes de hierro. Las pilastras vienen a propósito de hierro colado; i en su defecto, sirven barras de hierro cuadrangular o cilíndrico de dos i media a tres pulgadas de diámetro i de siete a ocho piés de largo para que se les pueda enterrar una porcion grande. La sabalera lleva dos pilastras por su frente i dos por cada costado; i el laboratorio por su frente dos i por cada costado seis: debiendo corresponder la de un frente con las del otro, i las de un costado con las del otro, para amarrarse por encima del horno con los tirantes, que deben tener una pulgada de diámetro: resultando que amarran el horno con la sabalera dos tirantes a lo largo; que al ancho amarran el laboratorio seis tirantes, i dos la sabalera.

Para apoyar el forro de la chimenea, se atraviesan sobre la camisa del laboratorio dos barras largas de hierro cuadrangular de dos i media a tres pulgadas de ancho, que toman todo el ancho del horno, i sirven de llaves como las soleras de madera que se echan en las paredes de las casas. Después mas arriba se colocan otras llaves, igualmente horizontales de hierro *planchuela* de una i media pulgada de ancho; las cuales se amarran con otras barras verticales de tres cuartos de pulgada de diámetro. La parte superior de la chimenea que queda sin forro, se asegura con iguales llaves i clavijas.

Al alto de la reja de la sabalera se deja en la muralla una endija, para introducir una docena de dientes de hierro, movibles para que se pueda arralar o cerrar la reja i sacudir la ceniza; para regular la actividad del fuego sin pérdida de combustible. Para esta abertura se necesita un umbral, compuesto de dos planchas del hierro que sirve para llantas de carretas.

Para la puerta de la sabalera se necesitan dos umbrales de *lingotes* de hierro colado de dos a tres piés de largo; i uno se necesita para el umbral de abajo de la puerta bogalera, la cual por arriba se cierra en arco, como la boca de la pared interior; i se les ponen dos arcos, uno sobre otro, porque el fuego del horno devora mucho las puertas, i deshecho el arco inferior mientras se repara, el superior sostiene el peso de la chimenea. Por esta misma razon por la parte interior del laboratorio se levanta tambien esta sobre arco doble.

A fuera, i sostenido por ganchos fijados en las pilastras del frente del horno, se atravieza en la puerta otro hierro de dos o mas pulgadas de diámetro, que se llama *bogador* i sirve de eje para sostener los rastrillos i pallas de hierro que se introducen i mueven dentro del laboratorio.

La muralla del frente de la sabalera va de soguilla en el forro, para que no quede en su puerta un largo zaguan, i se refueza con tres barras de hierro planchuela, del modo de las llantas; de las cuales, dos sirven tambien de marcos a la hoja de hierro, de cinco hiladas de alto, con que se cierra: quedando las tres embutidas esa muralla i las pilastras i sostenidas por las últimas, ajustadas contra las murallas por los tirantes.

La muralla de la camisa en el frente del horno tambien va de soguilla; tanto porque no se necesita allí mas refuerzo, como porque conviene no constituir en la puerta un largo zaguan. Así mismo, desde una yarda de altura la camisa en la chimenera puede ir de soguilla. Pero en los costados del laboratorio i en los de la sabalera el forro se construye con ladrillo que va de cabeza.

Encima del horno i al centro del laboratorio se coloca al aire la tolva, sostenida entre dos barras de hierro o dos gruesos maderos, apoyados i embutidos en pilastras de ladrillo que se alzan sobre la muralla del forro. La tolva es de una capacidad de mas de cuarenta quintales, aun de minerales poco densos; i se hace de laton o de madera, pero la parte inferior en todo caso se aforra con laton por dentro i fuera. Para yaciar la torva i cargar el horno, se deja en la bóveda del laboratorio una *cargadera*, que cierra o tapa con una puerta portátil de ladrillo refractario.

Del mismo modo se tapa la puerta bogadera, i ambas se enlodan con barro de ceniza para no dejar paso al aire. Para estas puertas viene ladrillo *pastelon*, fig. 2 a propósito, de un pié cuadrado. En su defecto, se hacen de cuatro ladrillos i un pedazo, colocados dentro de un marco de hierro.

El plan es la parte de la construccion de un horno mas difícil de ejecutar bien; es la piedra de toque de la rutina de los fundidores meramente prácticos. I tan cierto es lo que digo, que hai muchos antiguos fundidores en el país que, no habiendo podido acertar jamas a hacer un buen plan, están bajo la firme persuacion de que es imposible conseguir que un plan nuevo no absorva cobre en las fundiciones, i de que todo plan de horno de refina inevitablemente con el tiempo pasa a ser esencialmente de cobre, despues de haber chupado de ochenta a cien quintales, i de que solo en al estado puede llenar cumplidamente su objeto; i aconsejan, por esta razon, que, si por fortuna se tiene un plan viejo de esta clase, se resista a la codicia de aprovechar el cobre de que está impregnado, i sobre él se levante el horno nuevo. Pero varios modos de hacer un plan han dado buen resultado, i entre ellos hai dos que me parecen mui recomendables.

Uno es el que consiste en hacer el plan de la manera siguiente: se

construye primero una capa de ladrillos refractarios puestas de plano i encima otra de ladrillos colocados de canto, asentados prolijamente los de una i otra en cemento de tofo (científicamente feldspato terroso), i despues otra de escorias mui silicatadas de primer fuego, con el objeto de evitar el agrietamiento del plan por la contraccion que opera el calor en aquellos materiales; la cual se prepara como sigue: se fracturan las escorias en pedazos del tamaño de una nuez, i de ellas se echa al horno la cantidad suficiente para que, despues de fundidas i aplanadas, formen una capa igual mas o ménos de dos pulgadas de espesor; i, una vez corrida esta primera porcion, se trata otra igual del mismo modo.

El otro, que, como se inferirá de la esposicion que haré de él, puede ser ventajoso solo en los establecimientos situados no mui distante de un trapiche; es el siguiente: de la arena que se obtiene de moler el pedernal (cuarzo), preliminarmente ablandado echándolo mui caliente al agua fria; se estiende con regularidad una capa de ocho pulgadas de espesor, i se da fuego hasta fundirla en una pulgada de profundidad. Se aprieta con una replanadera, i se prepara encima otra capa igual; i sobre esta se esparce una de escorias silicatadas de dos pulgadas de grueso, que se correse aplana i se deja enfriar mui lentamente, hasta el grado en que se pueda ya cargar el horno.

El fundidor debe poner todo su conato en hacer que el horno, que se encuentra a esta época a una temperatura elevadísima, se enfrie mui paulatinamente: porque, si se deja bajar bruscamente la temperatura, se pierde todo el esmero que se haya puesto en la eleccion de los mejores materiales, i no se alcanza sino un mal plan: porque seguro es que se quebranta en todos sentidos i mui luego se llena de grietas que dan paso a cobre.

Ya se habrá inferido que el plan es lo último que se construye en un horno, i que antes de prepararlo, todo se opera sobre la superficie del suelo, que se levanta un poco, para que se pueda dar alguna caida, al bogar i sangrar, a los productos que se estraen del laboratorio.

Como dejo indicado, la arcilla infusible que llaman tofo i de que sacan tanto partido nuestros fundidores, es una verdadera caolina, que yace en vetas en el Mineral del Cobre; i ellos, aunque no mui abundantes en conocimientos científicos, la prueban o la reconocen, mui atinadamente, en los siguientes caracteres: su color debe ser blanco, o blanco agrisado, i nunca amarillo ni rojizo, i, siendo agrisado o negruzco, debe emblanquece, despues de calcinada; no debe hacer efervescencia con los ácidos; i amasada con una cantidad conveniente de agua debe formar una pasta bien ligosa.

El buen cemento ha de contener una tercia parte de esta arcilla cuando

mas, i su materia principal en sus otras dos tercias partes, por lo ménos, ha de ser cuarzo molido, bien puro.

En un horno como el que he descrito, entran seis mil ladrillos refractarios i de cuatro a cinco mil ladrillos ordinarios de muralla.

Desde algunos años a esta parte, se ha comprado el ladrillo refractario de la marca *Runford Storbridge* a razon de setenta pesos el millar; el hierro a razon de tres i medio a cuatro pesos el quintal, i se ha pagado tres reales por el flete de un quintal de Valparaiso al Cobre; i mientras esto suceda, i se pueda comprar el ladrillo colorado a doce pesos el millar, como hasta ahora, en un punto vecino, desde donde cuesta el trasporte de esta cantidad otros doce pesos; el aviador i principal director de este establecimiento regula qué allí el costo de uno de estos hornos de reverbero, con la herramienta necesaria i la mano de obra inclusive; es poco mas de mil pesos. Pero conviene saber que, toda esta herramienta, de que trataré en una Noción separada, es de una forma tan sencilla i se trabaja tan toscamente, que cuesta mui poco mas que el material que entra en ella.

#### NOCION 5.<sup>a</sup>

##### *De los operarios para fundir, i de su mantencion i salario en el establecimiento del Cobre.*

Los obrerós que se necesitan para fundir con un horno son: Un *maestro fundidor* i un *oficial*, que dirijen las fundiciones i trabajan en todas las operaciones delicadas, como bogar, revolver i sangrar; debiendo el primero ser intelijente en la albañileria, porque dirige tambien la construccion i las reparaciones de los hornos. I no se necesitan mas operarios de este rango aun corriendo dos hornos; pero si marchan tres, deben ser dos los oficiales, uno para de dia i otro para de noche, i el maestro debe ayudar a ambos.

Un *savalero* i dos *miteros* o acarreadores de dia, i otros tantos para de noche, por cada horno.

En este establecimiento, estos peones ganan dos reales i medio diarios, fuera de racion; el maestro un peso, i cada oficial tres reales; pero actualmente hai uno, que, gozando de mas consideraciones por su intelijencia, gana cuatro reales. Hai i debe haber un buen herrero, que sepa no solo fabricar las herramientas para fundir, sino tambien la mayor parte de las obras de su oficio que se puedan ahí ofrecer; como las piezas de hierro que entran en la construccion de las carretas, etc.; i gana veinticinco pesos pagando de su cuenta un auxiliar.

Se da a estos trabajadores un alimento mas esmerado que el que se da al comun de los peones. La racion de los peones de dia es la siguiente: de almuerzo, dos panes en que entra la décima sesta parte de un almud de

harina: de comida, frejoles condimentados con grasa i ají: lo mismo de merienda; i esta debe ser la principal comida, porque a ella tambien concurren como a la anterior los que entran al servicio en la noche, i es preciso que a esta hora se alimenten bien para que los encuentre vigorosos la trasnochada. Reciben cuatro panes para pasar la noche, pero no se les da a la hora de almuerzo porque se les supone durmiendo.

Los oficiales de día tienen dos panes, los de noche cuatro como el maestro fundidor, i tanto este como aquellos almuerzan un plato por la mañana, i comen dos al medio día, siendo uno de ellos hervido de charqui.

En las primeras doce horas de cada refina se ahorra un mitero.

La guardia del día i la de la noche se alternan entre sí semanalmente; teniendo que hacer las veinticuatro horas los que entran el domingo por la mañana, pero ganan las pagas correspondientes i les toca de vacante el domingo siguiente.

Los peones que dan de obligacion los inquilinos, se destinan a peones de horno, con el sueldo ordinario de dos reales por día; i solo el savalero recibe algo mas por gratificaciones, porque debe ser un hombre de buena razon, ayuda a los fundidores a estender i revolver la carga, i de él depende en gran parte que la fundicion sea dispendiosa o económica. Debe saber i tener la buena voluntad de echar la leña sin estropear la savalera ni el puente, ni hacerla pasar al laboratorio: debe llevar el fuego parejo, sin elevar demasiado la temperatura para dejarla en seguida bajar; cuyas alternativas dilatan la fundicion i ocasionan un gasto superfluo de combustible; i una temperatura exesiva, no solo perjudica porque se consume leña demas, sino tambien porque se destruye mas aprisa el horno. Por fortuna, cuando es ya demasiado viva, como dicen los prácticos, el horno mismo avisa, porque empieza a bramar i se estremece.

## NOCION 6.ª

### *De la herramienta para fundir.*

En todos los establecimientos de fundicion se usan indispensablemente ciertas herramientas o instrumentos, siendo unas, de las mismas que sirven en todas las faenas, como carrétilas i baldes, i siendo otras peculiares a esta industria, como los rastrillos i las largas palas de hierro; i se clasifican prácticameute en herramientas para los miteros, herramientas para el savalero i herramientas para los fundidores. Para hacer saber qué herramienta se necesita para fundir en un horno, daré a continuacion un cuadro en que seguiré la clasificacion indicada por parecerme la mas natural i práctica.

La herramienta que se emplea para fundir en un horno consta de lo siguiente:

## PARA EL SABALERO.

- 1 rastrillo de hierro, para limpiar el puente de las cenizas que se acumulan sobre él e impiden el paso a la llama.
- 1 horqueta de hierro, para acomodar la leña en la sabalera.

## PARA LOS MIFEROS.

- 2 capachos.
- 2 palas comunes, para llenar los capachos del metal con que se carga la tolva, para raspar las canchas i para limpiar la bóveda de los derrames de la tolva.
- 2 baldes comunes, para apagar con agua las escorias, rociar las barras, regar las canchas, etc.
- 2 barrones o barretones de hierro de seis a siete pies, para quebrar las escorias, despegar las barras, desencallar o abrir el buitron para las sangrias.
- 2 ganchos manuales, para levantar los rastrillos calientes.
- 2 pares de angarillas de hierro para cargar las escorias calientes; i consiste cada par en dos barras arqueadas de una pulgada de diámetro.
- 1 gran tenaza de hierro, para mover las barras calientes.
- 6 picos, para limpiar las barras de cobre.
- 1 pesado combo aporreador, para romper las barras de eje i para golpear en los barrones, etc.
- 1 cabra o gran rastrillo, para desbrasar el cenicero.
- 1 pala larga de hierro, para cargar las carretillas con la ceniza caliente.
- 1 eje de hierro o de madera, para apoyar el rastrillo desbrasador.
- 1 carretilla de mano toda hierro i caja de laton, para transportar la ceniza.
- 1 angarilla de cuatro palos i sin cuero, para aproximar las leñas de las canchas al horno.

## PARA LOS FUNDIDORES.

- 2 palas de largo mango de hierro, para cerrar por dentro del laboratorio el buitron con unos boyos de ceniza mojada.
  - 2 rastrillos de hierro, para estender, despegar o revolver la carga.
  - 2 rastrillos, para bogar.
  - 1 pala, para introducir i distribuir los trozos de eje.
  - 1 gran replanadera, para arreglar los planes nuevos, dejándolos parejos i con alguna inclinacion hácia el buitron.
  - 1 hachuela i una plana de albañil.
  - 2 moldes de madera, para hacer los dé arena en que se recibe el cobre fundido.
- Como el operario no se puede acercar mucho al fuego, toda esta herra-

mienta de hierro se caracteriza por sus enormes mangos, siendo los mas cortos i ménos pesados los de los rastrillos bogadores i los de las palas para tapar el buitron; todos los demas requieren la fuerza de dos hombres para manejarse.

---

*ASTRONOMÍA.*—Noticias del director de nuestro observatorio, don Carlos Guillermo Moesta, relativas a un interesante descubrimiento astronómico que acaba de hacerse.

La mas brillante estrella del cielo, *Sirio*, manifiesta, entre otras notables propiedades, un considerable movimiento propio ascendiendo a todo el diámetro de la luna en el curso de 1,400 años. Las exactas observaciones referentes a dicha estrella no datan sino del año de 1,755, hechas en aquella época por *Bradley*; i al confrontar estas posiciones de *Sirio* con las observaciones de la misma estrella hechas posteriormente i principalmente con las practicadas en el observatorio de Königsberg, reconoció, en el año de 1844, el astrónomo *Bessel* que habia, en el movimiento propio de *Sirio*, ciertas irregularidades i que éstas no podian provenir sino de la atracción ejercida sobre dicha estrella por otro cuerpo celeste situado en su inmediata cercanía. Como no se podia distinguir ninguna estrella próxima a *Sirio*, *Bessel* fué indicado a creer que el supuesto astro perturbador fuese un cuerpo opaco, hipótesis que dió lugar a una chistosa correspondencia entre *Humboldt* i *Bessel*, mencionada tambien en el tercer tomo del *Cósmos*.

En el año de 1850, el astrónomo *Peters* recojió todas las observaciones sobre *Sirio*, hechas desde el tiempo de *Bradley* hasta entónces, i sometién-dolas a un exámen detallado dedujo de ellas la órbita que *Sirio* debe recorrer al rededor del presumido cuerpo opaco o mas bien al rededor del centro de gravedad de ambos astros. Los datos en que fueron fundadas dichas investigaciones no resultaron suficientes para determinar la órbita con toda la exactitud necesaria; i varios astrónomos indicaron, en aquel tiempo, la conveniencia de continuar, por algunos años más, las observaciones referentes a *Sirio* desde el observatorio, recién establecido entónces en Chile, por ser la posicion de este Observatorio mui favorable para tal objeto. En consecuencia se dedicó en el Observatorio de Santiago, desde un principio, una atencion especial a esta tarea; i luego despues de la publicacion del primer tomo, que contiene las observaciones hechas desde 1853 hasta 1856, el astrónomo norte-americano *Safford*, trató la cuestión bajo un nuevo punto de vista, sometiendo a una discusion matemática toda la série de las observaciones, tocantes a *Sirio*, desde el tiempo de *Bradley* hasta las mas recientes, practicadas en el Observatorio de Chile