

## BOLETIN MINERO

DE LA

## Sociedad Nacional de Minería

SANTIAGO DE CHILE

## SUMARIO

	Pájs.
Participacion del profesor Andres Dumont, en el descubrimiento de carbones en la «Campine del Limburgo belga».....	216
Calefaccion por carbon pulverizado.....	221
El porvenir de la produccion electro-térmica del fierro, por el Dr. Helfenstein.	230
Algo sobre la fabricacion del acero i en especial sobre el método Basset.....	238
Estudio histórico del desarrollo del Servicio de Minas de Francia.....	262
Primeros auxilios a los heridos en las labores mineras.....	268
Consultas.....	278
Sumario de Revistas.....	278
Cotizaciones.....	209

## Participacion del profesor Andres Dumont, en el descubrimiento de Carbones en la "Campine del Limburgo belga".

A la muerte de este ilustre jeólogo belga acaecida el 2 de Noviembre de 1920, en Bruselas, se publicó un folleto en su memoria, en el que aparecen recopilados algunos discursos pronunciados en diversas ocasiones de su vida i de su muerte, por algunos ilustres hombres de ciencia. Ellos, a la par que nos detallan su admirable vida de esfuerzo i la audacia de su jenio coronadas con el descubrimiento de los yacimientos hulleros del N. de Béljica, nos muestran cuánta admiracion i cariño despertó el ejemplo de su vida entre sus colegas i discípulos. Creemos de interes para los lectores del Boletin, dar a conocer brevemente algunos datos biográficos de este eminente ingeniero i la historia de su descubrimiento.

*Rasgos biográficos.*—Nació Andres Dumont en Lieja, el 9 de Setiembre de 1847, hijo del célebre jeólogo del mismo nombre cuya estatua se inauguró en esa ciudad en 1847. Perdió a su padre mui jóven i fué educado por su madre. Desde jóven mostró gran inclinacion por las ciencias exactas que lo llevaron a seguir la carrera de Ingeniero en la Universidad de Lovaina i obtenia su título despues de brillantes estudios en 1870.

El fué uno de los promotores de la «Union des Ingenieurs» que ha conquistado un lugar primordial en la historia de nuestro país i cuyo tesoro fué durante casi medio siglo.

Poco despues se entregaba por completo a los estudios mineros i en especial de los descubrimientos mas recientes que en la ciencia minera se realizaban. I a él llamó el Consejo Académico cuando el eminente profesor Guillermo Lambert pedía un reemplazante para los cursos de explotacion que pasaba a ocupar como titular en 1894, i en 1890 se le invitó a reemplazar a M. Cousin en las cátedras de Física Industrial i Topografía.

El profesor Dumont, ya era conocido en esa época por sus campañas en favor de la exploracion por medio de sondajes de la «Campine Limbourgeoise», que aun entre sus colegas sólo encontraron incredulidad, a pesar que él proclamaba su certidumbre con una fe vibrante i misteriosa, sus deducciones jeológicas i mineras.

A pesar de todo, algunos hombres le cedieron bien pronto su confianza, especialmente M. M. Leon Deloucq i Nestor Deulin, quienes fundaron en 1894 con varios otros, una Sociedad Exploradora i Esplotadora, destinada a trabajos de prospeccion. En 1901, la Nouvelle Societé Exploradora i Esplotadora reemplazaba a la anterior i el 2 de Agosto del mismo año los esfuerzos de sus fundadores se encontraron recompensados por el sondaje que encontraban por primera vez la hulla en Asch. El espectáculo de su triunfo manifestado por su fe modesta i su júbilo silencioso, fué digno de la inalterable confianza que siempre manifestó. En Junio de 1904 la Universidad de Lovaina, justamente reconocida de su profesor, celebraba grandes fiestas en su honor.

La Societé des Charbonnages «André Dumont» una vez constituida se vio llena de dificultades en sus primeros trabajos. Debían trabajar en un terreno desconocido, mezcla de arenas auríferas i de masas sueltas, donde la audacia sólo podía pensar en profundizar pozos de centenares de metros. Había que adquirir nuevas esperiencias, con grandes gastos de tiempo i capital.

En el año 1914 se veía acercarse el final de los trabajos, con la realizacion de todas las esperanzas, cuando sobrevino la guerra con sus destrucciones, sus requisiciones, el secuestro, la paralizacion de todos los trabajos, acompañada de todas las depredaciones de un enemigo implacable.

Otro que Andres Dumont, habria visto destallecer su coraje; pero él a pesar de todo trabajaba, continuaba esforzándose para que su obra llegase a buen fin. Pero la guerra impedía al noble anciano ir a tomar, segun su costumbre, al país del sol, el descanso de todos los años. Su salud robusta que las privaciones pusieron en rada prueba, se alteró bien pronto.

Felizmente si no tuvo el consuelo de inaugurar la explotacion de las minas de carbon, Andres Dument, tuvo la alegría de ver a la mina vecina

Winterslag sacar las primeras toneladas de este carbon que su jenio habia presentado bajo el manto agreste de la pradera limburguesa.

Andres Dumont habia concluido su tarea i Dios podia llamarlo a su seno; ya estaba demostrado el valor del yacimiento de la Campine i la prueba habia santificado al cristiano. Al dejar esta tierra llevaba junto al sacrificio consentido de su gloria personal, la conciencia del inmenso servicio prestado a su pais. Iba a juntarse en el cielo con la esposa que Dios le habia enviado al final de su carrera; iba a gozar por fin del gran reposo.

Al lado del descubrimiento grandioso, que es el descubrimiento de las minas de Limburgo, Andres Dumont ha publicado en el Boletin de Union de los Ingenieros de Lovaina numerosos estudios notables.

*Historia del descubrimiento.*—Andres Dumont, descubridor de los yacimientos hulleros del N. de Béljica, revolucionó la industria nacional dando el carbon para las usinas i asegurando el combustible necesario para el futuro. Con sus trabajos proporcionaba tambien nuevos e importantes conocimientos a la ciencia jeológica. Este fué el resultado de su fe que durante 20 años se mantuvo firme i tenaz contra todos los obstáculos, contra la indiferencia i los sarcasmos. El éxito sobrepasó todas las previsiones aun las mas optimistas; él que tuvo la serenidad de los hombres de ciencia i cuyas publicaciones tocaban los límites del escándalo. Leed esas pájinas ya cubiertas de polvo, i vereis cómo cuando la pasion se mezcla, la atmósfera se oscurece i en el horizonte el faro de la verdad se pierde en las tinieblas.

Publicó en la Union de los Ingenieros, una docena de artículos referentes a la minería de los que mencionaremos una nota sobre el Método Poetsch, aparecida en 1883. Parece que presentia Dumont la importancia de este método de escavar por medio de la conjelacion i fué el único que pudo emplearse 25 años mas tarde para las escavaciones mineras de la Campine.

Toda idea nueva encontraba fácilmente su apoyo i cuando la creia fecunda, no la abandonaba jamas i volvia allá sin cesar. Tal es la del descubrimiento del N. de Béljica, cuyo primer protagonista fué Guillermo Lambert.

Los sondajes hechos en 1873 en Limbourg, por los Ingenieros belgas habian descubierto la estension hácia el Oeste del yacimiento explotado por las antiguas hulleras de Kerkraede en las fronteras prusianas. Guillermo Lambert fué encargado de hacer un informe sobre ese descubrimiento en el año 1876. Este informe dice la gran importancia de la formacion hullera que se estiende desde Westfalia hasta Inglaterra, pasando por Béljica i el N. de la Francia. La idea de la continuidad de esta formacion no era nueva pero he aquí una nueva i profunda observacion: miéntras que en los estrechos de esta formacion se desarrollan en una gran estension, en el centro, es decir en Béljica, se restringe considerablemente. Por otra parte, al comparar los depósitos ingleses i alemanes, se admira el paralelismo del sistema,

irregular i tuortuoso hácia el S., mas i mas regular en sentido contrario, es decir hácia el N. Entónces Lambert sacó la conclusion que los yacimientos belgas mui dislocados no corresponden a la parte S. de la formacion, i que la parte regular puede ser buscada mas al N. con grandes probabilidades de encontrarla.

En 1877 Dumont invitaba a estudiar los resultados de los sondajes emprendidos en Limburgo, publicando su informe sobre el nuevo yacimiento hullero en que afirmaba que habia fundadas esperanzas de encontrar en el N. de Béljica la prolongacion del nuevo yacimiento dentro de Limburgo.

El decia: «pensemos que esta vasta formacion hullera que se estiende desde la Westfalia hasta la Inglaterra se subdivide en varias partes. Nosotros tenemos varias bandas hulleras dirigidas hácia el O. Una de ellas, la meridional es conocida casi en toda su longitud. Ella contiene los yacimientos del N. de Francia, los del pais de Gales i los de Béljica. Otra se estiende paralelamente al yacimiento meridional en una parte de su longitud, separándose en Limburgo para pasar bajo la formacion mas reciente del N. de Béljica, despues por las vecindades de Lóndres para ir a constituir los yacimientos del centro de Inglaterra... Es una suposicion probable que sobre tal estension por motivos de sollevamientos posteriores a la formacion hullera hai saltos talvez considerables, pero en el caso donde estas causas no existen, donde la alineacion de los terrenos es regular, se debe esperar encontrar depósitos hulleros importantes. En interes de la ciencia valdria la pena que el Gobierno belga encargara o hiciera ejecutar algunos sondajes hasta alcanzar los terrenos primarios. Estos sondajes proporcionarian preciosa enseñanza a la jeología, al mismo tiempo que resolveria el problema de la existencia de un yacimiento carbonífero en el N. de Béljica».

En esta época la hulla económicamente inesplotable a profundidad, a la que se la pudiera encontrar i ademas los sondajes costaban mui caro, así que no es raro que no se realizaran los deseos de M. Dumont. En cuanto a los jeólogos que no veian en sus razones sino conjeturas plausibles pero inverificables, no se ocupaban de ellas.

Si daba importancia a los pozos artesianos i preconizaba para la captacion de aguas subterráneas los pozos de seccion grande, sistema Lambert, no ocultaba a sus alumnos el deseo de sacar carbon i no agua. Durante veinte años la fe de Mr. Dumont no disminuyó un solo instante i fueron numerosas sus vanas tentativas ante los hombres de negocios para reunir el capital necesario, aunque muchas veces estuvo a punto de conseguirlo, pero no faltó un motivo desgraciado que echara por tierra sus proyectos. Sin embargo, el perfeccionamiento de las sondas o la posibilidad de esplotar yacimientos, en terrenos acuíferos, aun en profundidades de 500 a 600 metros hacia la empresa cada vez mas tentadora. Ademas las semillas sembradas por sus enseñanzas debian jerminalar tarde o temprano i fué uno de sus alumnos, M. Leon Debourcq quien vino a ofrecerle constituir con algunos de sus ca-

maradas un grupo que proporcionara el capital necesario para la ejecución de un sondaje.

Después de algunos esfuerzos M. Debourcq logró reunir adhesiones valiosas que le permitieron lanzar una Sociedad Anónima con el objeto de encontrar i explotar el yacimiento carbonífero del N. de Bélgica. La circular que explicaba los fines de la sociedad invocaba como única autoridad la de M. Dumont; eran los argumentos publicados durante veinte años por M. Dumont los presentados. Por lo tanto, ya que los únicos argumentos de que se disponía eran los de M. Dumont, debemos considerarlo como padre espiritual de la Empresa i que ésta es completamente independiente del avance de la ciencia geológica en esos últimos veinte años. Esto basta para afirmar que el trabajo contemporáneo de los geólogos nada tiene que hacer. La sociedad formada «Société de Recherche et d'Exploitation», contaba con un capital de 180,000 francos, el 12 de Octubre de 1898 se eligió como punto de sondaje la aldea de Eelen, al S. de Maeseyck, que después de varias alternativas se detuvo a la enorme profundidad de 900 metros, por un accidente sin remedio. Después de este semi-fracaso, se formó una nueva sociedad llamada «La Nouvelle Société de Recherche et d'Exploitation», que plantó audazmente su sonda en Asch, en la misma campiña, el 2 de Agosto de 1901 i que a 531 metros encontró el primer manto de hulla. Se había resuelto, por fin, el enigma gracias a la ciencia i a la voluntad infatigable de un hombre. El éxito de este sondaje despertó un gran entusiasmo i en ménos de dos años eran mas de sesenta los que habían atravesado el subsuelo hasta profundidades de 1,200 metros que permitieron reconocer el yacimiento en un largo de 80 kilómetros i en un ancho de veinte.

A la lucha bastarda de intereses de aquellos que intentaban sus derechos al botín, se mezclaron las rivalidades políticas i las rivalidades de Escuela. Discusiones por la prensa, en el Parlamento, apasionadas e interminables. Algunos geólogos, sin duda algunos estimables, pero cojidos por el ardor de denigrar, perseguían a los descubridores con audacias i sofismas. ¡I es claro! Los descubridores eran, por desgracia, ingenieros de Lovaina i habían tenido la poca delicadeza de hacer solos el descubrimiento i la impertinencia aun mas grande de decirlo. Esto era mas de lo que ellos no podían tolerar i ved cómo contestaban.

Las ideas de Lambert eran mas viejas de 70 años; i el descubrimiento mismo se debía al sondaje de Lanaeken; rindamos pues, homenaje a su autor. Pero mas entretenido era cuando pretendían dar lecciones de cómo se debe descubrir un yacimiento hullero. Ellos sólo poseen el principio «científico», «marchar de lo conocido a lo desconocido», principio intangible, verdad profunda que Dumont, no ha comprendido, i que aun mas, pasó por alto. Prohibición absoluta de sacar un pié de lo desconocido ántes que el otro haya entrado, para estar seguro que los pasos no serán mui largos. Lo que sí, no dicen es cuando llegará. ¿Pero qué importa esto a los geólo-

gos? El tiempo les sobra. Este pedantismo hará sonreír a cualquiera, pero a Dumont le importaba i debía defenderlo.

Los descubridores pidieron una concesion de mas o menos 13,000 hectáreas, i una contribucion por cada tonelada de hulla estraída. Aunque al final resultó su concesion una de las mas pequeñas, vale la pena recordar que fué la primera otorgada. «El Monitor» belga publicó el 3 de Agosto de 1906 El Decreto Real que la otorgaba:

«Considerando que la Nouvelle Société de Recherche et d'Exploitation a la que pertenece actualmente la Société de Recherche et d'Exploitation Eelen-Asch, hizo un sondaje con el fin de encontrar carbon en Asch, constatando en Agosto de 1901 la existencia de importantes hulleras esplotables; que por tres sondajes subsiguientes efectuados inmediatamente despues del buen éxito del primero la sociedad ha establecido la importancia i la riqueza del yacimiento».

«Considerando que este descubrimiento es de una importancia considerable para el adelanto de la industria nacional i para la prosperidad de la Provincia de Limburgo».

«Considerando que el jefe de la sociedad solicitante trata de adquirir un título eminente en el otorgamiento de una concesion de minas:

.....  
 «Se accede a la Société de Recherche et d'Exploitation... la concesion de ocupar dos mil novecientas cincuenta hectáreas. Esta concesion, que toma el nombre de concesion André Dumont—sous-Asch, tiene los límites como sigue,..., etc.»

Sus amigos, colaboradores, alumnos i ex-alumnos no esperaban esta consagracion oficial para demostrarle su sincera admiracion. En efecto, dos años despues decidían ofrecerle su busto, que le fué entregado, en sesion solemne en el salon de honor del College du Pape el 19 de Junio de 1914.

Entraremos ahora a estudiar lo mucho que le debe la ciencia jeológica, al descubrimiento del nuevo yacimiento carbonífero. Cuando esta ciencia estaba en pañales, el padre de Mr. Dumont habia trazado los grandes rasgos de la carta jeológica de la Béljica. La obra de su hijo ha permitido conocer la formacion tectónica a profundidad en todo el pais. Sabemos algo que antes ignorabamos, que en el N. al contrario del S. las capas carboníferas permanece sensiblemente en sitio. Sus estratos no han hecho si no descansar en el vasto cinclinal que nos separa de Escandinavia, permitiendo que se acumulara encima un espeso manto de capas mas recientes.

Las dificultades inherentes al terreno i profundidad, los trabajos de conjelacion i la profundizacion retardaron los trabajos.

La concesion vecina, de Winterslag, alcanzaba la primera el terreno carbonífero el 28 de Julio de 1914, i la inauguracion debia efectuarse con toda solemnidad algunos dias mas tarde; el 4 de agosto, pero la aurora de ese día no la saludaron las alegres trompetas de fiestas, sino las que anunciaban

una nueva guerra. En 1917 salian por fin de la concesion de Winterslag, los primeros carros de carbon. Mr. Dumont veia por fin salir de las entrañas de la tierra esa hulla misteriosa que su pensamiento buscaba desde 40 años ántes.

Sin poder ir a tomar el descanso necesario a su salud resentida en los años de guerra, un cortejo de enfermedades, terminado con una pulmonía, lo conducia a la tumba.

Una reflexion ántes de terminar: a 15 metros de la ciudad de Eelen donde Andres Dumont ubicó su primer sondaje existe una depresion inmensa de terrenos antiguos que continúa en Holanda i que los holandeses llaman «Graben». Es un pozo en que los terrenos carboníferos se encierran a profundidades inconcebibles i las cuales jamas habrian sido alcanzadas con las sondas. Desplazad el primer sondaje en solo esos 15 metros, ¡i qué son 15 metros en esos inmensos matorrales! Las sondas habrian podido alcanzar 900 ó 1,000 metros sin salir de los terrenos recientes, ni aun el coraje mas heroico habria podido resistir tal contratiempo i el descubrimiento del yacimiento carbonífero se habria retardado, sin duda, muchos años.

---

---

## Calefaccion por carbon pulverizado (1)

Memorial de la comision francesa de utilizacion de los combustibles.

Damos a continuacion los puntos principales de este estudio, redactado por M. Paul Frion, Director de la Oficina Central de Calefaccion Racional.

### I.—DESARROLLO ACTUAL DEL EMPLEO DEL CARBON PULVERIZADO

Aunque conocido desde mas de un siglo i aplicado desde hace veinticinco años en América a la calefaccion de los hornos rotatorios de cemento, el empleo del carbon pulverizado no entró en la práctica corriente de las industrias metalúrgicas, sino en 1911, cuando los perfeccionamientos introducidos en esta forma de calefaccion permitieron su adaptacion a la mayor parte de los hornos.

Al finalizar 1919, en los Estados Unidos, el consumo de combustible pulverizado por el conjunto de industrias se elevaba a 12 millones de toneladas. Sin embargo, en las calderas no se empleaba mas de 200,000 toneladas al año; pero aumenta en los comienzos de 1920 i tiende a crecer continua-

(1) Revue Universelle des Mines, Tomo XI, N.º 1.

mente. La importante central eléctrica en construcción de la «Milwaukee Electric Railway and Light. Co.», de 200,000 kw. empleará únicamente carbon pulverizado.

En otros países el empleo del carbon pulverizado aunque tardó i vacilante, parece ahora progresar; así Inglaterra, Italia, España, Bélgica i Alemania lo están adoptando.

## II.—DESCRIPCION SUMARIA DE UNA INSTALACION DE CARBON PULVERIZADO I CONDICIONES DE SU EMPLEO

El carbon pulverizado puede producirse, sea en aparatos que alimentan cada uno un sólo hogar o sea, en centrales de pulverización desde donde se le conduce i distribuye en hogares mas o ménos numerosos i distantes.

En el primer caso, se pueden utilizar aparatos que forman un conjunto, que preparan el carbon i lo envían al hogar con el aire necesario: éstos son los aero-pulverizadores i los pulvero-quemadores.

En el segundo caso, el carbon preparado en una central de pulverización, se distribuye a los aparatos de calefacción por una canalización fija en la cual él se mueve mediante dispositivos mecánicos o neumáticos.

La central de pulverización puede ser comun a varias fábricas o usinas.

La preparación del combustible en una central, comprende cuatro operaciones: molienda en grueso (concassage), secamiento, pulverización i separación del carbon.

La molienda en grueso tiene por objeto facilitar el secamiento, el cual no es posible sino cuando el combustible está en trozos mas gruesos que una avellana (tamiz de mallas de 15 mm. por lado); un separador magnético debe quitar previamente todos los materiales metálicos que pueda contener el carbon (pernos, tuercas, etc.)

Para obtener una buena pulverización hoy se preconiza hacer previamente una desecación mui completa del carbon, que contenga ménos de 0,5 a 1% de humedad.

Los secadores son hornos rotatorios inclinados, que jiran mui lentamente i se les calienta por medio de un pequeño hogar de parrilla. El carbon debe secarse de una manera mui moderada, mui regular, evitando toda probabilidad de destilación. Los gases del hogar deben rodear el cilindro que contiene el combustible ántes de pasar por el interior, este contacto preliminar de los gases con las paredes debe ser lo mas completo posible.

La pulverización debe hacerse mui cuidadosamente. La termicidad del carbon está relacionada con la calidad de éste; mientras mas cenizas contenga el carbon mayor debe ser la termicidad, la presencia de elementos incombustibles en las cenizas reducen el contacto de los granos de carbon con el aire de combustion.

La finura de la molienda se obtiene a menudo con aparatos que jiran

a gran velocidad (1,400 vueltas por minuto); éstos deben ser simples para evitar los entorpecimientos frecuentes i muy cuidadosamente calculados para evitar un desgaste muy rápido. Por otra parte, deben ser perfectamente herméticos, fáciles de limpiar i que consuman el mínimo de energía.

Hai tambien molinos de poca velocidad i de gran superficie de pulverizacion; pero son mas incómodos que los precedentes, su instalacion es mas costosa i consumen mayor cantidad de potencia para su funcionamiento.

Segun la calidad de los molinos la separacion i evaporacion del carbon molido puede hacerse de dos maneras: sea por medio de un tamiz de mallas finas a traves de las cuales se aspira el carbon por un ventilador de poca velocidad (mínimo de potencia i poco desgaste), o sea, por el arrastre de una corriente de aire en circuito cerrado producida por un aspirador de gran velocidad (1,000 ó 1,250 revoluciones por minuto) i con un separador ciclón quitar el carbon arrastrado.

Una pulverizacion insuficiente puede causar una mala combustion trayendo consigo todos los inconvenientes del caso; pero una molienda llevada al extremo acrecenta inútilmente i en rápida progresion el gasto de energía. Segun el tipo del molino i el modo de separacion adoptado, la potencia consumida para dichos efectos puede variar de 10 a 15 kw. hora por tonelada de carbon pulverizado.

En su conjunto una central de pulverizacion comprende:

Un silo de recepcion del carbon con una parrilla de barrotes que retenga los trozos que van a molerse en grueso;

Un trasportador que conduzca estos trozos al quebrantador;

Un quebrantador de mandíbulas o de dientes;

Un elevador del carbon molido en grueso;

Un separador magnético;

Un tamiz receptor del carbon quebrantado;

Un distribuidor automático que envíe este carbon al secador;

Un secador rotatorio;

Un elevador de carbon seco;

Un molino pulverizador con su sistema de reparacion;

Un depósito-tolva de reserva.

Para el transporte del combustible pulverizado se han utilizado diversos medios i para su seleccion influyen esencialmente las condiciones de cada instalacion, su estension, su configuracion i su complejidad.

Para cortas distancias con instalaciones de pocas ramificaciones el transporte mecánico por tornillo helizoidal simple i poco costoso es siempre el sistema preferido.

Para instalaciones complicadas i largas distancias se prefieren procedimientos de transporte neumático: sea por emulsion, es decir, arrastre del carbon pulverizado por una corriente continua de aire con velocidad de 25 metros por segundo, i con una relacion de 1 kg. de carbon por 4 ó 5 kgs. de

aire, o sea, por el transporte a alta presión con aire comprimido que actúa sobre el carbón con serie de impulsiones sucesivas i discontinuas.

Existe un procedimiento misto, relativamente reciente, en el cual el carbón es «aireado» (aéreo) por una corta cantidad de aire comprimido a alta presión i es enviado a un tubo de fierro de poco diámetro por medio de un tornillo sin fin que gira a gran velocidad (750 revoluciones por minuto), constituyendo, en suma, una bomba rotativa. Este procedimiento, que consume la cantidad menor de energía, reúne a la vez, la simplicidad de transporte mecánico i suavidad del neumático.

La utilización perfecta del carbón es uno de los puntos mas importantes i mas delicados del problema. Ante todo, es indispensable que el quemador sea aprovisionado con regularidad perfecta para lo cual el dispositivo que lo hace debe funcionar irrefragablemente.

A veces los conductos de transporte del carbón terminan directamente en los quemadores i una simple válvula de compuerta regula la admisión de la mezcla pulverizada que va al quemador.

Sin embargo, en general, el carbón pasa del depósito de utilización al quemador mediante un distribuidor colocado en la parte inferior del primero.

La alimentación continua del quemador es el punto mas delicado de la calefacción por el carbón pulverizado. Su regularidad que asegura la continuidad de una buena combustión, evita los apagamientos i encendidos imprevistos.

El combustible llega al quemador arrastrado por el aire que ha servido para su transporte o cae simplemente por gravitación.

Una corriente de aire de presión mediana (8 a 25 cm.) i de gasto variable según la proporción de aire mezclado con el carbón, arrastra el combustible a través del aparato. Una adición regulable de aire secundario a baja presión (2 a 3 cm.), permite obtener una combustión completa.

El aire primario llega según el eje del quemador, i el secundario por la periferia.

En ciertos casos, sólo se hace uso de aire a baja presión (3 cm.): una parte de este aire, que arrastra el carbón que cae por gravitación, se canaliza en forma de un chorro anular i según el eje de éste se insufla el aire secundario. Se obtiene, de este modo, una llama de gran volumen sin velocidad. La presión del aire en los quemadores debe regularse con cuidado según el fin que se desea alcanzar; gran velocidad en la llama tiene en algunos casos grandes ventajas i en otros serios inconvenientes.

En ciertos dispositivos especiales, el distribuidor i el quemador están combinados.

La instalación de una central tal como la que acabamos de describir es sólo práctica, para el caso que el consumo de carbón pulverizado llegue a lo menos a 20 toneladas por día. Para consumos menores, para ensayos, para hogares aislados, se pueden emplear aparatos que constituyan un conjunto

simple i manejable, pudiendo variar en estos casos el consumo de combustible molido de 100 kgs. a 2 toneladas por hora.

Estos aparatos se componen especialmente de un pulverizador de discos, que jiran a gran velocidad, de un ventilador que aspira el polvo de carbon i el aire necesario para la mezcla enviándola en seguida al hogar; la regulacion se hace por un registro que actúa sobre la aspiracion del aire.

En estos aparatos tanto el gasto del aire como el de carbon, son funcion de la velocidad de rotacion del molino-ventilador. El aire comburente, no es objeto de ninguna regulacion independiente. Esta se hace automática i basta en la práctica.

La mayoría de los carbones pueden emplearse en estos aparatos; pero los carbones de cenizas fusibles o de humedad variable dan lugar a una combustion mui irregular.

Sin embargo, estos dispositivos prestan buenos servicios ya que permiten con una instalacion simple, el empleo de carbones sin secar.

En ciertos lugares de Estados Unidos se han instalado grandes centrales de pulverizacion i por canalizaciones a grandes distancias o por caminos cisternas se distribuye el carbon pulverizado a las pequeñas instalaciones, en las cuales el equipo de cada hogar no consiste sino en un depósito-tolva i un quemador.

### III.—VENTAJAS DEL CARBON PULVERIZADO.—POSIBILIDAD DE EMPLEARLO EN DIVERSAS INDUSTRIAS

Debemos distinguir dos casos:

- a) Empleo de un combustible de calidad corriente;
- b) Empleo de combustibles de calidad inferior.

#### A).—Caso de los combustibles corrientes

Las principales ventajas que se adjudican al sistema en estudio son:

1.º *Una mejor combustion del carbon*, produce una mejor regularizacion en la llama i un aprovechamiento mas completo del poder calorífico.

Del exámen de las cifras i referencias dadas por el autor resulta que, para diversas temperaturas de los humos las pérdidas totales en la chimenea correspondientes a distintas leyes medias de  $\text{CO}_2$  en hornos o calderas calentados, sea por hogar de parrillas o sea por carbon pulverizado, se disminuyen estas pérdidas de 4 a 9% cuando los humos salen a  $600^\circ$  i de 5 a 12% cuando se evacuan a  $1,000^\circ$ .

Para calderas, esta disminucion será de 2 a 5% cuando la temperatura de salida de los humos es  $180^\circ$  i de 3 a 10% cuando ésta es de  $300^\circ$ .

En jeneral, se puede admitir que para los mejores hogares en la actuali-

dad las pérdidas por carbon no quemado no baja del 2,5 % del peso del combustible, mientras que el empleo del carbon pulverizado la baja a 1,5 %; por consiguiente, este último presenta, al respecto, una ventaja apreciable.

En fin, a igual que con los combustibles líquidos i gaseosos se puede regular la llama en forma de darle su desarrollo mas razonable i acercarse constantemente a las condiciones teóricas de combustion. Este mejor empleo de la llama junto a las ventajas precedentes, permite llegar a una economía de 30 % i mas. Nótese aun que con rendimiento análogo, la combustion del carbon pulverizado es mas económica que la de los combustibles líquidos, pues es mas barato que éstos. Tambien es sensiblemente igual a la de los combustibles gaseosos porque se evitan las pérdidas por gasificacion que llegan a 20 % por lo ménos siendo a menudo mas superiores cuando el carbon que se gasifica no es apropiado al gasógeno que se emplea. Contrariamente con lo que sucede con el empleo de los gasógenos, la combustion del carbon pulverizado se efectúa de una vez i a una temperatura cercana de la temperatura teórica de combustion del *carbono*.

2.º *Permanencia del rendimiento, sea cual sea el carbon.*—En los ensayos i esperiencias hechas en América, se ha comprobado que el rendimiento calorífico de los aparatos queda casi constante a pesar de la diversidad de los carbonos empleados.

3.º *Simplificacion del material de los hogares.*

4.º *Sencillez del funcionamiento.*

5.º *Economía en la mano de obra.*

#### B).—*Empleo de combustibles de calidad inferior*

Los diferentes combustibles mui pobres (carbonos esquistosos, malas lignitas, polvos provenientes del manipuleo del coke o recuperados de los carboncillos, (1) pueden, en la mayoría de los casos, emplearse en la forma pulverizada, ya que por esta pulverizacion se aumenta considerablemente la superficie de contacto de la partícula de combustible con el aire i puede así entrar en combustion.

Una mina de Pennsylvania, por ejemplo, ha podido durante dos años, quemar con éxito, residuos de antracita que tenian 24 % de cenizas i 6 % de materias volátiles.

En Francia se ha tratado de emplear antracitas con 30 i 35 % de cenizas con animadores resultados, igualmente en América se ha podido quemar polvillos de coke con 51 % de ceniza.

Damos a continuacion las características de algunos tipos de combustibles de mala calidad que se emplean en los Estados Unidos:

(1) En otra ocasion hemos ya empleado este término para designar el equivalente frances «exabilles» que en realidad ambos se corresponden con bastante exactitud.

NATURALEZA DEL CARBON	Materias volátiles	Cenizas	Azufre	Poder calorífico
Graso, ceniciento i sulfuroso.....	32.41	18.02	5.14	6688
Id. Id.....	28.40	29.90	4.70	6382
Graso i ceniciento.....	28.—	33.70	.....	4995
Medio-graso.....	15.39	10.57	0.90	7742
Semi-antracitoso.....	9.50	29.98	0.10	5648
Antracita.....	6.34	27.96	.....	5827
Antracita de rio.....	8.75	16.92	.....	6957
Finos de antracita de rio.....	4.—	25.—	.....	.....
Polvo de coke.....	4.72	51.48	.....	3798
Lignita de Texas.....	40.55	17.06	1.97	.....
Id. Id.....	38.—	8.50	0.53	5870
Lignita.....	33.—	12.—	1.30	5660
Turba.....	45.67	12.21	0.93	6965

### C).—Aplicaciones diversas

El carbon pulverizado puede emplearse en casi todos los casos de la calefaccion industrial, sobre todo en hornos i jeneradores de vapor.

Tambien es posible su empleo en los hornos metalúrgicos o de otras clases, siempre que los productos por elaborar en ellos no sean susceptibles de entrar en combinacion con las cenizas mas o ménos fusibles.

Las cenizas no presentan actualmente grandes dificultades, sólo es menester tomar ciertas precauciones. Es necesario tener una cámara de combustion de capacidad suficiente, espaciosa en todo sentido. La capacidad debe alcanzar a lo ménos de 6 a 7 decímetros cúbicos por kgs. de carbon quemado por hora. La calefaccion por el carbon pulverizado debe considerarse como aplicacion corriente en hornos de cal i de cemento, en hornos para tostar minerales, en hornos de pulleo, en hornos de recocido i de recalentamiento, en hornos de fusion de cobre i de fundicion, en hornos Pits, en baños de estampado o de galvanizacion i en mezcladores de acero. Está aun en ensayo en pequeños hornos de forja, en hornillos para calentar remaches, para fundir Spiegel, ferromanganeso i en fin en hornos Martins.

En el calentamiento de los jeneradores a vapor el punto mas importante está en la disposicion de las cámaras de combustion, que deben ser muy grandes para permitir que la combustion se efectúe completamente ántes que las llamas encuentren el contacto frio de las superficies de calefaccion.

Segun los americanos la capacidad de estas cámaras debe ser, a lo ménos de 30 decímetros cúbicos por kg. de carbon quemado por hora. A menudo son aun mas grandes.

Un segundo punto de importancia es la evacuación de las cenizas. Se ha tratado de provocar su depósito con una anti-cámara o en la parte anterior de la cámara de combustión. Si las cenizas son muy fusibles se ha pensado en eliminarlas por fusión, realizando una temperatura de régimen tan elevado como sea posible el 85 % de las cenizas pueden depositarse en forma de escoria en la cámara de combustión. Si las cenizas son poco fusibles se tratará de obtener su depósito al estado pulverulento, sin escorificación; bajando la temperatura de régimen, sólo el 20 % se deposita en la cámara de combustión; el resto pasa a la chimenea en forma impalpable. Debe prevenirse, entonces, la fácil limpieza del haz tubular.

#### IV.—INCONVENIENTES DEL CARBÓN PULVERIZADO

Estos son de tres órdenes:

técnico;

peligro de explosión o accidente; i

elevado precio de las instalaciones.

Los inconvenientes del orden técnico comprenden: las dificultades ocasionadas por la acumulación de las cenizas i de las escorias, el rápido deterioro de las paredes del hogar, la falta de control en la llama i en la temperatura en el hogar.

El primero de estos inconvenientes varía mucho con la naturaleza de la ceniza i proviene, sobre todo, de una acomodación defectuosa o incompleta de los hogares debido principalmente a que las cámaras de combustión no son suficientemente estensas. Sin embargo, se le ha atenuado mucho con la introducción de los siguientes perfeccionamientos:

- 1.º Reducción de la velocidad de la mezcla a salida del quemador;
- 2.º Aumento en la cámara de combustión o adición de una anti-cámara;
- 3.º Distribución conveniente de quemadores i cámaras de combustión en los hornos i calderas para provocar la precipitación de las cenizas;
- 4.º Supresión de los codos i salientes en las cámaras de combustión, en los conductos de caldeo, en los conductos de humos, a fin de facilitar el paso i evacuación de las cenizas.

Los inconvenientes originados por las cenizas varían, por otra parte, con la naturaleza del carbón i con la del trabajo que se hace. En la medida de lo posible debe procurarse que el carbón sea apropiado al aparato que se va a emplear para quemarlo.

La destrucción de las paredes del hogar, tan frecuentes en los primeros tiempos del empleo del carbón pulverizado, se han reducido mucho en la actualidad, como consecuencia de la regulación en la llama, lo que permite darle a ésta un desarrollo bien relacionado respecto de las dimensiones del horno o de la cámara de combustión.

La importancia de la falta de control de la llama i temperatura en el hogar ha disminuido con el perfeccionamiento de los aparatos en uso.

Con el carbon pulverizado, los peligros de explosion o de accidentes son un verdadero inconveniente. Todos los conductos, todos los aparatos que contienen una mezcla de aire i carbon pulverizado constituyen un peligro permanente.

Es menester adoptar grandes precauciones, a saber:

- a) Vijilar la absoluta impermeabilidad de los aparatos; la menor fuga de mezcla que aparezca, debe inmediatamente ser suprimida;
- b) Evitar toda acumulacion de polvo en los talleres;
- c) Prohibir los hogares de llama en la cercanía de los talleres de pulverizacion, de trasporte i de almacenaje;
- d) Evitar toda fuente de calor en la vecindad de las canalizaciones o depósitos;
- e) No almacenar el combustible pulverizado sino durante corto tiempo en volúmenes restringidos.
- f) Proyectar i disponer los secadores i molinos de manera que el carbon no se caliente.

Si se toman todas estas precauciones, el peligro disminuye notablemente. I en todo caso no es tal que por él, a priori, se prescriba el empleo del carbon pulverizado.

La tercera objeccion se refiere al precio elevado de la instalacion i los gastos de su mantenimiento. De los razonamientos i cifras publicados, se puede deducir que los gastos especiales para pagar el interes i amortizacion que exigen el costo de la instalacion en ciertos casos es compensado en exceso por las economías que se pueden alcanzar por el capítulo de un menor consumo de combustible o por el empleo de otro de un precio menor.

P. GILARD.

---

---

## El porvenir de la producción electro térmica del fierro por el doctor Helfenstein (1)

Como consecuencia de las profundas modificaciones sociales i jeográficas ocasionadas por la guerra en los diversos mercados i el valor del dinero, la producción electro térmica del fierro partiendo del mineral, se presenta bajo nuevos puntos de vista en lo que concierne a las materias primas, los lugares de producción i las posibilidades de evacuación de los productos.

El procedimiento actual al alto horno, ha recibido en total pocos perfeccionamientos. Se ha tratado sobre todo de aumentar la producción. Antes de la guerra, el precio del coke había perdido gran parte de su importancia; el fierro colado (2) obtenido, daba entera satisfacción i la técnica estaba empeñada sobre todo en perfeccionar la transformación del fierro colado en acero de calidad, problema mas fácil que el de producir fierro de buena clase en el alto horno. A pesar de algunos ensayos, no se podía prever para el procedimiento electro-técnico, abstracción hecha de algunos casos especiales la posibilidad de tornarse en un tiempo mas o ménos próximo el igual del alto horno i con mayor razon suplantarlo. Se llegó así a limitar el empleo de la electricidad a la refinación del fierro, en cuyo dominio adquirió rápidamente una sólida posición.

Consideraremos como un hecho comprobado que, en las condiciones actuales, la cuestión del precio del carbon ha tomado mayor importancia para la industria del fierro, porque aun en los países productores, el costo no volverá a los precios de ántes de la guerra. Todos los procedimientos que no utilizan carbon, o lo economizan, entre ellos los procedimientos eléctricos, tienen por consiguiente un incremento considerable de sus suertes económicas de posibilidad de utilización. El hecho de que la corriente eléctrica también ha subido de precio no cambia nada este estado de cosas, porque se ve a menudo que el precio de la energía no desempeña el papel principal, *sino que es la necesidad de producir fierro sin coke i sin mineral de buena calidad.*

En el alto horno el carbon produce tres efectos: 1.º El calor (carbon térmico); 2.º La reducción de los óxidos, (carbono de reducción) i 3.º La carburación del fierro colado (carbono de disolución). El *carbono de reducción* i el *carbono de disolución* pueden reunirse bajo la denominación de *carbono químico*. La proporción del carbon térmico con relación al carbon químico es en cifras

(1) Journal du Jour Electrique et des industries electro chimiques; 15 abril, 1922.

(2) Fierro colado = fonte.

redondas de 7 a 3, es decir, que si una tonelada de fierro colado exige 1,000 kilos de carbono para su produccion, 700 kilos serán para producir el calor i 300 para reducir el mineral i carburar el fierro colado. Esta proporcion no es fija i depende de la mas o ménos buena utilizacion del carbono químico o sea, en definitiva, de la composicion de los gases en la boca del alto horno. La proporcion  $\frac{\text{CO}}{\text{CO}_2}$  o tambien el poder calorífico del gas (1,000 calorías por metro cúbico en término medio), sirven por consiguiente de control de la marcha.

Pero no es en la boca del horno en donde la proporcion  $\frac{\text{CO}}{\text{CO}_2}$  alcanza su valor mas favorable, valor fijado por la reversibilidad de las reacciones en juego, este valor mínimo se produce mas abajo, hácia la zona de las reacciones i, a partir de esta zona, hai reformacion de CO por la accion del carbono sobre  $\text{CO}_2$ . Se prolonga la parte superior del alto horno para permitir a los gases ceder su calor sensible a las cargas i siendo dada la enorme cantidad de gas producida por el alto horno, es preferible utilizar este calor sensible que retirar los gases en el momento en que la proporcion de CO es menor.

Las consecuencias de este procedimiento son las siguientes:

Los minerales deben sufrir primeramente cierta seleccion i cierta preparacion: en lo posible deben presentarse en trozos o en aglomerados i tener una resistencia suficiente para no molerse bajo el peso de las cargas superiores.

Los únicos combustibles que se pueden emplear son el carbon de leña, el coque metalúrgico de buena clase o la antracita.

Las impurezas del mineral (P. S., etc.), pasan en gran parte al fierro colado. No se puede absolutamente hacer de ellas lo que se quiere. Para obtener un tipo dado de fierro colado, hai que hacer una seleccion i una dosificacion cuidadosa del mineral lo que, por otra parte, fuera de los gastos que orijinan esas operaciones puede reducir la proporcion de empleo de los minerales de que se dispone.

El alto horno produce un gas pobre, propio para la utilizacion en la produccion de fuerza motriz en el lugar mismo. La utilizacion a distancia está forzosamente limitada por la necesidad de tener cañerías de gran seccion. Como este gas tiene un débil poder calorífico, no es susceptible su empleo en la produccion de altas temperaturas.

Poner en actividad o paralizar un alto horno exige precauciones especiales. Un cambio de dosificacion es largo para que sea perceptible, lo que es un inconveniente en el caso de perturbacion en la clase de fierro colado producido. El alto horno se presta mal para la fusion de grandes cantidades de fierro viejo i es completamente inadecuado para la marcha intermitente.

El procedimiento electro térmico presenta dos variaciones: una que consiste en reemplazar el carbono térmico por la energía térmica, conservando el carbon químico, (procedimiento de la fusion eléctrica), la otra

emplea igualmente la electricidad en lugar del carbono térmico, pero reemplaza el carbono térmico por el hidrógeno (procedimiento sintético).

El empleo de electricidad en lugar del carbono térmico reduce a un tercio la cantidad de carbono necesario por tonelada de fierro colado, de manera que el movimiento de las materias primas en la usina queda disminuido en un 20%. Las cenizas contenidas en el coke térmico no intervienen ya, la lei en S. del coke, se torna ménos importante. Toda la maquinaria sopladora de viento desaparece, lo que trae una economía considerable en los gastos de instalacion i de fuerza motriz. Si se prescinde del costo de produccion de la energía eléctrica i se comparan simplemente los gastos de instalacion se constata que, para hornos eléctricos ordinarios (no altos hornos eléctricos), los gastos de instalacion representan la cuarta o la quinta parte de los altos hornos de viento de igual capacidad.

En vez de 4 a 6 000 m<sup>3</sup> de gas, por tonelada de fierro colado, el horno eléctrico produce solamente alrededor de 600 m<sup>3</sup>, pero este gas tiene un poder calorífico de 2,500 calorías por m<sup>3</sup> en lugar de 1,000. Como consecuencia de esta enorme disminucion de la masa de los gases, la cuestion de la utilizacion de su calor sensible, pierde considerablemente su importancia i entónces queda racionalmente indicada la captacion de los gases en la

zona en donde la proporcion  $\frac{CO}{CO_2}$  tiene su valor mas alto i se renuncia

a una columna de carga i con tanto mayor razon, que esta zona está mas cerca del centro de fusion que los altos hornos de viento. Efectivamente, en el horno eléctrico de arco i resistencia, el calor se produce solamente adonde la carga está intercalada entre los electrodos i el dominio de accion de las altas temperaturas queda mui limitado, siendo mas densa la carga que en el alto horno de viento, como consecuencia de la menor proporcion de coke, este dominio no pasará de 0,50 metros en el sentido de la altura. En el alto horno con inyeccion de viento por el contrario, el calentamiento se estiende sobre las paredes del cono inferior invertido i aun mas alto, porque el gas sirve de vehículo al calor. En el horno eléctrico por razon de la débil cantidad de gas, se ha hallado que, a 2 metros por encima del plano de los arcos, durante la marcha con carbon vegetal i a 1 metro durante la marcha con coke, los gases tienen solamente una temperatura de 400 a 500°, a la cual el carbono cesa de accionar sobre CO<sub>2</sub>. De todo lo que antecede resulta que una débil altura de carga, 3 metros a lo sumo, es suficiente.

En la fabricacion de fierro colado eléctrico, hai dos modos de operar: Uno con gran altura de carga (alto horno eléctrico); el otro con pequeña altura de carga (horno de cuba corriente).

El primero es mui parecido al alto horno de viento. El procedimiento i el horno han sido puestos en práctica por Gronwall, Lindblad i Stalhane. Esteriormente el horno se asemeja al alto horno corriente, salvo que el crisol es mas ancho, está cubierto con una bóveda a traves de la cual se introducen

los electrodos. Los gases de la boca desprovistos de su  $\text{CO}_2$  afuera del horno, están reintroducidos en la parte inferior del horno por debajo de la bóveda (para enfriarla) i atraviesan con el fin de obtener una buena utilizacion quimica, una alta columna de materias. Estos hornos funcionan bien con carbon de leña. Vamos a ver que se presta ménos para la marcha con coke.

La bóveda, colocada inmediatamente por encima de los electrodos es mui maltratada por el calor i aunque los gases calientes tienden a seguir los electrodos i a venir en contacto con la bóveda en vez de subir directamente a la cuba. Es por eso que la introduccion del gas frio se hace por debajo de la bóveda i de esta manera se logra buenos resultados. Con coke la permeabilidad de la columna de cargas es inferior a la que se obtiene con carbon de leña i tanto mas que el coke, ademas de su mayor densidad hacen que las cargas se pongan mas pegadizas. El gas tiene mucho mas tendencia a lamer la bóveda i no se puede conseguir el enfriamiento suficiente de ésta. *De hecho no se ha podido llegar a realizar una marcha normal con el empleo esclusivo del coke.*

Hai mas, en el horno eléctrico la densidad de la corriente debe ser tanto mayor a medida que la densidad de la carga sea mas grande. *Debe, pues, ser mas fuerte en la marcha con coke que en la marcha con carbon de leña, pero se está limitado por la densidad de la corriente que pueden soportar los electrodos (6 cm<sup>2</sup> para los electrodos de carbon amorfo).* Como el coke es buen conductor no se puede trabajar sino con voltajes reducidos i como se está limitado por la densidad de la corriente, *la potencia por unidad de volúmen es mas débil cuando deberia ser mayor porque la carga es mas densa.* El volúmen del crisol por unidad de potencia deberia, por consiguiente, ser reducido, pero el modo cómo está construido el horno se opone a una disminucion importante del crisol.

*Agregaremos, que así como pasa en el alto horno de viento, el alto horno eléctrico escluye el empleo en gran proporcion, de minerales i de coke pulverulentos.*

Se puede decir, por consiguiente, que el alto horno eléctrico se presta bien a la marcha con carbon de leña, *miéntras a la marcha con coke presenta mui grandes dificultades.* Es, precisamente, por esta razon que el alto horno eléctrico no puede tomarse como un factor preponderante de la competencia.

La ventaja del procedimiento Gronwall con carbon de leña, que consiste en la utilizacion de la potencia reductora de los gases, puede ser obtenida con el coke, con la condicion de *emplear una pequeña altura de las cargas i hacer una reduccion previa de los minerales fuera del horno de fusion.*

El procedimiento con pequeña altura de carga descansa sobre los principios siguientes: para hacer posible la utilizacion de la mayor parte de los tamaños de los minerales i combustibles, (aun pulverulentos), para asegurar una gran continuidad en la marcha i para obtener gases ricos, el horno,

disposicion de los electrodos i el procedimiento están concebidos de tal modo que los gases tengan solamente que atravesar una altura de carga de mas o ménos 1 metro, por encima del nivel de los arcos; estos gases llegan despues a una cámara dispuesta al efecto, de donde abandonan el horno a una temperatura de alrededor de 600°. La altura de las cargas, que se debe poder modificar a voluntad, varía entre 20 i 120 centímetros por encima del nivel de los arcos, segun las materias primas que se emplean i el fierro colado i el gas que se quiera obtener.

Para juzgar el valor económico de un procedimiento, es menester estudiar el balance calorífico, las características del procedimiento i del horno i por fin la situacion jeográfica de la usina. El balance calorífico da el consumo teórico de la enerjía i de carbon químico i, por consiguiente, la capacidad de produccion que depende de la enerjía de que se dispone. Las características del horno i del procedimiento dan los gastos de instalacion, la cantidad i la naturaleza de las materias primas necesarias, el factor de la utilizacion de la enerjía disponible, la cantidad i la naturaleza de los productos i sub-productos. La situacion jeográfica determina los gastos de construccion, el precio de las materias primas i de la enerjía, los fletes, la posibilidad de empleo de los sub-productos. La situacion jeográfica es, ademas, importante en lo relacionado con la obra de mano, alojamiento para el personal, los lugares de consumo i la estension de la rejion adonde el procedimiento i los productos puedan hacer frente a la competencia.

La comparacion de los balances caloríficos del alto horno eléctrico i del horno con pequeñas alturas de carga, demuestra que en el caso en que el alto horno transforme *todo* el carbon químico en  $\text{CO}^2$ , i el horno ordinario *todo* en  $\text{CO}$ , este horno consume 251 Kg. de carbono i 630 kw. mas por tonelada de fierro colado que el alto horno eléctrico. Este caso límite es, naturalmente imposible de realizar, pero los ensayos hechos en Domnarfvet en 1913-14, con un horno Helfenstein de 6,000 a 8,000 HP., han confirmado esas diferencias. Los inertes consumos del horno ordinario en comparacion con los del alto horno eléctrico con carbon de leña i la imposibilidad de utilizar los gases ricos al pié de la usina han, finalmente, ocasionado la paralizacion de ese horno. Los resultados que se desprenden de aquellas pruebas son los siguientes:

1.º Con una altura de carga de 1 m. a 1,50 m. por encima del nivel de los arcos, el horno ordinario consume mas o ménos 100 kgs. de carbono i 350 kwh. mas por tonelada que el procedimiento Gronwall, pero suministra, por otra parte, 600 m<sup>3</sup> de gas a 2,800 calorías por m<sup>3</sup>. El consumo de electrodos es de 3 a 5 kilos por tonelada, segun la naturaleza del fierro colado.

2.º El estado físico del mineral i del carbon poco importa. Se han empleado hasta el 75% de minerales pulverulentos. Bajo este punto de vista el horno ordinario es superior al alto horno eléctrico o de viento.

3.º La iniciacion del trabajo i la paralizacion no necesitan ninguna me-

*dida especial*, como pasa en el horno eléctrico o de viento. El fierro colado puede ser modificado inmediatamente ántes de su escurrimiento con las agregaciones adecuadas. Se puede, sin inconvenientes, aumentar la temperatura del crisol con el objeto de producir fierro colado de alta lei en silicio.

4.º Para pequeños hornos los gastos de instalacion por tonelada son iguales en ámbos sistemas. El rendimiento por kw. es mas subido en el alto horno eléctrico, pero los gastos de instalacion son mas elevados. Para las unidades de 3,000 kw. arriba, los gastos de instalacion son sensiblemente inferiores para los hornos de reducida altura de carga que para los altos hornos eléctricos. *Si se considera como productos comerciales el fierro colado i el gas, los gastos de instalacion son inferiores*, aún para los pequeños hornos, a los de los altos hornos eléctricos.

5.º Para una misma produccion los gastos de obra de mano son iguales.

6.º *Los hornos ordinarios ofrecen mayores seguridades de marcha que los altos hornos eléctricos.*

7.º Con los altos hornos eléctricos funcionando con coke (siendo posible esta marcha), el límite de las potencias es 3,000-4,000 kw., *miéntras que se puede construir hornos ordinarios de 10,000 hasta 15,000 kw.*

8.º El horno ordinario se presta mui bien a la marcha intermitente, lo que no es posible con el alto horno eléctrico o de viento, i se presta mui bien a la utilizacion de la enerjía de punta.

El desenvolvimiento del procedimiento con altura de cargas reducido ha sido obstaculizado por la guerra. Sin embargo, este procedimiento ha podido aprovecharse de los progresos realizados por el horno eléctrico; en jeneral, carga automática, regularizacion automática de la altura de las cargas, toma de gas económico, electrodo continuo (inaplicable al alto horno eléctrico), fabricacion de electrodos de gran accion, perfeccionamiento en la suspension i en la regularizacion automática de la posicion de los electrodos, progresos en la construccion de trasformadores, etc. *Sea lo que fuere, este sistema supone para poder competir con los otros procedimientos, la utilizacion de los gases ricos en CO que produce.*

Si se pasa una revista a las posibilidades de empleo que ofrece el CO técnicamente puro, se pueden distinguir los empleos térmicos, químicos i produccion de fuerza motriz. Como empleo térmico señalamos la mezcla con el gas de alumbrado que puede soportar una adiccion de 30 a 40 % de CO. Pero ésta salida (debouché), no puede ser contemplada para todas las usinas. Para éstas, el gas puede ser empleado para la trasformacion del fierro colado en acero: la cantidad de gas producido por un horno eléctrico a reducida altura de cargas basta para *transformar toda la produccion*, con adiccion de despuntes de acero. Se puede, además, emplear este gas para producir un principio de fusion, (fritter), en la magnesia, igualmente en la industria del vidrio, la cerámica, la fabricacion de electrodos i en jeneral, en todas las industrias que necesitan una temperatura elevada. En fin, el gas puede naturalmente ser

empleado en todos los casos en que se emplea actualmente el gas de alto horno.

Bajo el punto de vista de empleo químico, señalamos la fabricación del hidrógeno por CO, *en presencia de vapor de agua* a temperatura conveniente i en presencia de un catalizador. CO puede, pues, alimentar las industrias del hidrógeno; síntesis del amoníaco, *hidrogenación de las grasas para la fabricación de jabones*, hidrogenación de los carburos no saturados del alquitran, de los aceites de esquistos, del petróleo para hacer de él combustible líquidos, sintéticos, fabricación del CH<sup>4</sup> por CO i H en presencia del níquel a 250°, (síntesis del gas de alumbrado a partir de CO). En fin, las propiedades reductoras de CO hacen de este gas un agente interesante para las síntesis orgánicas (preparación de la formaldehida i derivados de carbonilos, etc.)

En fin, CO es un gas de motor interesante.

El empleo de CO es, pues, mucho mas remunerativo que el empleo del gas de alto horno, sobre todo que se le puede fácilmente acumular en gasómetros i trasportarlo a distancia bajo presión.

*Así, pues el empleo remunerativo de gas es la base económica del procedimiento electro-térmico. De todos los procedimientos de fabricación del CO (C+D—CO C+H<sub>2</sub>O—CO+H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>+C—2 CO), ninguno es superior a la producción directa por la electricidad a partir del mineral, pues el mismo aparato i la misma operación proporcionan dos productos de valor, el gas i el fierro. Vamos a ver que este procedimiento puede aun desarrollarse por el empleo de la reducción a baja temperatura. En el alto horno con viento se prefiere el carbon de leña al coke, porque en el carbon de leña el carbono mas puro i bajo una forma mas dividida, tiene una acción mas enérgica, lo que hace bajar la temperatura de las reacciones i da un fierro mejor. Los otros combustibles no pueden dar un fierro comparable sino han sido previamente gasificados con vapor de agua o CO<sub>2</sub> para hacer obrar los gases obtenidos sobre el mineral pulverulento i a temperatura conveniente.*

H como CO, obran como reductor a 700° H reduce todos los minerales oxidados i se obtiene así para el fierro «concentrados» que se pueden refundir i tratar con adiciones en el horno eléctrico de pequeña altura de carga. El hidrógeno podrá ser proporcionado por el CO producido por este horno, (CO+H<sub>2</sub>O=CO<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>), como lo hemos indicado anteriormente, de manera que los dos procedimientos se completan.

En fin, sin llegar hasta la producción de H, se puede emplear el CO para la reducción previa *del mineral en hornos especiales calentados eléctricamente*. Sabido es, que a partir de 600°, CO trae todos los óxidos de fierro al estado de FeO. No se obtendrá, pues, el fierro como con H, pero nada impide combinar ámbos procedimientos de reducción por H+CO, éste desempeñando entónces el papel de ayudante del Hidrógeno.

Este procedimiento de reducción a *baja temperatura* supone una fabri-

cacion económica del hidrógeno i, esto es particularmente ventajoso para el gas de agua eléctrico.

La electricidad permite producir un gas de agua de alto valor, con combustibles inferiores, menudos, con alto porcentaje en cenizas, de antracita, lignito mui húmedo, turba, esquistos bituminosos.

Se llega así a considerar la reduccion eléctrica de los minerales como un período de la gasificacion de combustibles inferiores. El horno eléctrico a pequeña altura de carga, *permite, en efecto, la utilizacion de carbon no hecho coke*. Se ve la simplificacion con relacion a los procedimientos actuales, tomando metal a 45 %, el horno de pequeña altura de carga trabajando con CO, pero necesita por tonelada de fierro colado 3,000 kwh i 380 kilos de coke o 550 kilos de hulla; la trasformacion en coke de este carbon necesita 400 kwh, en total 3,400 kwh. Se obtienen, de este modo, ademas del fierro colado, 800 m<sup>3</sup> de gas a 3,700 calorías. El precio de costo de 3,400 kwh. debe, pues, compararse con la economía de 1,150 kilos de hulla mas que se necesitaría en el alto horno, al precio de venta de 800 m<sup>3</sup> de gas a 3,700 calorías, la economía del viento necesario a la combustion de 800 kilos de coke i los gastos de trasformacion en coke de 1 700 kilos de hulla. Ademas, se suprime toda la instalacion de aparatos de viento i de fabricacion de coke. *Los 800 m<sup>3</sup> de gas equivalen a 3 400 kwh. mas o ménos*, de manera que gastando 3,400 kwh. eléctricos, *550 kilos de hulla*, se recupera una tonelada de fierro colado i 3,400 kwh. calóricos.

La preparacion eléctrica de los gases con combustibles inferiores, con produccion de fierro colado (o de otro metal, porque el procedimiento se aplica tambien a otros minerales que a los de fierro), permitirá en muchos lugares reemplazar la calefaccion directa con carbon por la calefaccion con gas, lo que es interesante por causa del humo en las ciudades, donde se puede obtener a precio bajo la corriente de exceso durante la noche. (No se debe olvidar que el horno con pequeña altura de cargas se presta mui bien a la marcha intermitente). En todo caso, este procedimiento de reduccion electro-térmico del mineral, que es al mismo tiempo un procedimiento de gasificacion eléctrico, representa un enriquecimiento de los métodos teóricos que, en el porvenir, permitirá a la industria adaptarse mejor a las fluctuaciones del mercado i sacar mejor utilizacion de los recursos locales.

---

---

## Algo sobre la fabricacion del acero i en especial sobre el método Basset <sup>(1)</sup>

La patente obtenida por un ingeniero frances, M. Basset, ha llamado nuevamente la atencion sobre el viejo problema de la metalúrgia del fierro, esto es, la fabricacion directa del acero partiendo de los minerales sin pasar por la fundicion.

Mucho se ha hablado en pro i en contra del sistema Basset, pero casi todas las opiniones han pecado de un excesivo estremismo, por cuyo motivo creemos de utilidad dar a conocer algunas ideas extractadas de una conferencia dada por M. Jules Mineur en La Union de Ingenieros de Lovaina, que tienen interes para nuestro pais.

M. Mineur dice, despues de señalar el encono de la lucha que se ha entablado entre partidarios i detractores del nuevo procedimiento:

Un punto está, sin embargo, bien en claro. Los ensayos del método Basset han mostrado la posibilidad de producir acero utilizable partiendo de residuos piritosos tostados. Sin embargo, en las esperiencias se han omitido las determinaciones necesarias para asegurar una buena marcha económica.

En la actualidad, una Sociedad belga ha obtenido el privilejio de las patentes con el fin de procurar la aplicacion industrial de los procedimientos en Bélgica i Luxemburgo. En Francia, se ha organizado tambien otra Sociedad llamada «Acieries Basset» con un capital de 60 millones de los cuales 30 pertenecen a M. Basset en su calidad de inventor.

Antes de pasar a la descripcion del procedimiento, materia principal de este estudio, es necesario recordar brevemente los principios de la reduccion del fierro i los principales métodos empleados para su fabricacion.

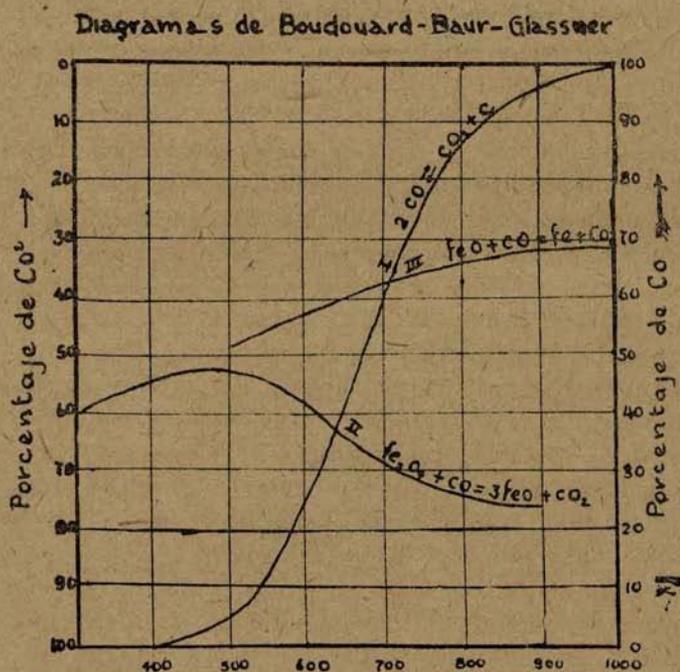
El fierro se ha obtenido siempre mediante la accion reductora del CO i del C sobre los minerales de hierro. Los diagramas de *Boudouard-Baur-Glassner* muestran para las diferentes temperaturas la accion del óxido de carbono i del ácido carbónico, en presencia del C, sobre el fierro i los óxidos de Fe.

En los diagramas se ha llevado: en abscisas las temperaturas i en ordenadas las proporciones de CO<sub>2</sub> i CO de tal modo que su suma es igual a LOO.

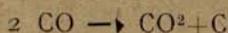
La Curva I representa la ecuacion:  $2 \text{CO} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{C}$  i señala las proporciones relativas de CO i CO<sub>2</sub> necesarias en presencia de carbon, para obtener un equilibrio químico. Así por ejemplo:

(1) Anales de la Association des Ingenieurs Sorties de l'Université de Luvaine.

- A 500° las proporciones son 95% de CO<sub>2</sub> i 5% de CO  
 A 700° » » » 60% » » » 40% » »  
 A 900° » » » 40% » » » 60% » »  
 A 1100° el CO<sub>2</sub> es inestable.

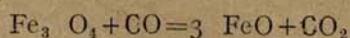


Cuando para una temperatura dada, la proporción de CO i CO<sub>2</sub> no es la necesaria para el establecimiento del equilibrio químico, éste se establece por la reacción reversible:

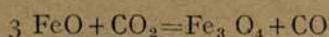


La Curva II señala para diversas temperaturas las proporciones relativas de CO<sub>2</sub> i CO necesarias para que su acción sea nula sobre una mezcla de Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> i FeO.

Si hai mas CO que el indicado por la curva, hai reducción segun la ecuación:



En el caso de haber menos CO que el que indica la curva hai oxidacion i se verifica:



Por ejemplo: a 500° una mezcla de CO i CO<sub>2</sub> con 53% de CO<sub>2</sub> i 47% de CO es neutra frente a otra mezcla de FeO i Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. No hai ni oxidacion ni reduccion. Para reducir Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> a FeO a 500° es necesaria una mayor proporcion de CO i para oxidar FeO a Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> es preciso tener mas de 53% de CO.

A 500° una mezcla de CO i CO<sub>2</sub> será siempre oxidante para el FeO. No es sino a partir de 640° que la proporcion de CO i CO<sub>2</sub> correspondiente al equilibrio químico es suficiente para transformar Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> en FeO.

*La Curva III* muestra para las diferentes temperaturas las proporciones relativas de CO<sub>2</sub> i CO exigidas para su accion neutra sobre una mezcla de FeO i Fe. Bajo 700° la mezcla de CO i CO<sub>2</sub> correspondiente al equilibrio químico entre éstos dos cuerpos es oxidante para el fierro i sobre 700° es reductora, el FeO se transforma en Fe.

Estas reacciones están léjos de ser reales en la práctica. A causa de la pequeña velocidad de reaccion, el equilibrio químico no tiene tiempo de establecerse. Las reacciones sólo son rápidas cuando la proporcion de CO es mui superior a la contemplada para el equilibrio. Además, el porcentaje de CO disminuye mui rápidamente desde que hai reduccion ya que ésta lo transforma en CO<sub>2</sub>.

Del estudio de los diagramas se desprende que para obtener FeO con ayuda de CO es preciso llegar a 640° i que para obtener Fe es necesario llegar a mas de 700°.

Con CO solo, la obtencion del fierro puro es prácticamente imposible a causa de la pequeña velocidad de las reacciones. El producto obtenido corresponderia a la fórmula Fe<sub>2</sub>O, (mezcla de 50% de Fe i 50% de FeO).

Para obtener fierro puro sin FeO, es preciso recurrir a la reduccion a alta temperatura i emplear el carbon incandescente. Por desgracia, a alta temperatura el fierro tiene una gran afinidad por el C i se carbura. El carbon incandescente reduce, por otra parte, algunos cuerpos que acompañan al fierro en sus minerales, como Si, Mn, Ph, As. El producto que se obtiene no es fierro sino fundicion.

Cuando se quiere producir fierro es preciso elejir entre los dos procedimientos siguientes:

1) Trabajar a baja temperatura para obtener un Fe casi puro sin Si, Mn, Ph, etc., mezclado íntimamente con FeO i toda la ganga contenida en el mineral. (En este caso no se produce fusion).

2) Trabajar a una temperatura suficientemente alta para reducir todo el Fe i obtener fundicion, es decir, fierro carburado con Si, Mn, Ph. Aquí hai fusion i la ganga se separa del metal por diferencia de densidad.

Cuando se opera segun el primer procedimiento, el producto es un magma de fierro, de FeO i de materias terrosas. Es necesario entónces un trabajo posterior para separar el fierro de sus acompañantes, trabajo que demanda una gran pérdida de Fe, un exceso de mano de obra i mucho carbon.

Operando segun 2) el producto que se obtiene no es puro, es fundicion; de manera que se hace necesario refinarla para tener acero o fierro. Aquí hai poca mano de obra i casi no hai pérdidas de metal. Es el procedimiento empleado actualmente casi sin escepcion.

Los diferentes métodos de fabricacion del acero pueden agruparse en tres categorías:

1) Los procedimientos directos partiendo de los minerales sin pasar por la fundicion. Estos métodos se han abandonado en los últimos años.

2) Los procedimientos indirectos que parten de los minerales para producir fundicion la cual es preciso refinar para trasformarla en acero. Estos son los sistemas Bessemer i Thomas.

3) Los procedimientos semi-directos que parten de la fundicion i de los minerales. Estos son los que se realizan en el horno Martin.

Los primeros métodos usados para la fabricacion del fierro eran métodos directos. Se diferenciaban esencialmente los unos de los otros por la temperatura a la cual se efectuaba la reduccion. Si esta temperatura es insuficiente para fundir el fierro i la ganga, el método es el de la *reduccion directa sin fusion*. Si la temperatura es suficiente para fundir la ganga, solamente i no el metal, se trata del método de *reduccion directa con fusion parcial*. Finalmente, si la temperatura es suficiente para fundir ganga i metal, el método es el de la *fusion reductora*.

## I

El mas antiguo de los procedimientos tiene por base la fusion parcial; el óxido de fierro se reduce por el CO i el carbon de madera; la temperatura se eleva gradualmente hasta que la ganga combinada con una cierta porcion de metal sin reducir se transforme, por fusion, en escoria. Una parte de ésta se separa por licuacion, otra parte queda en la «esponja» i para separarla se somete esta especie de magma de fierro a varios recalentamientos i martillados sucesivos i cuidadosos.

La obtencion de un buen fierro por este método requiere un derroche de metal i exige ademas, carbon i minerales de primera clase. El producto no es nunca uniforme.

En el método *Catalan* por ejemplo, se emplea un crisol de 400 a 500 mm.

de profundidad en el cual se vacía una mezcla de carbon vegetal i minerales. En seguida se hace llegar una corriente de aire al crisol, aire que tiene por objeto mantener incandescente el carbon vegetal. El CO formado i el C reducen el fierro oxidado, i el metal se acumula en el fondo del crisol. El calor necesario para la fusion de la escoria lo suministra tambien el carbon vegetal. Despues de 6 horas de un trabajo penoso se obtienen 150 kgs. de fierro con un gasto de carbon igual a 20 veces el peso del fierro i un aprovechamiento del metal encerrado en los minerales igual al 50 % solamente.

Del método anterior se deriva el de *Stuckofen*, que es algo mas perfeccionado. En efecto, sobre el crisol se coloca una cuba que se llena de minerales i carbon vegetal; los gases que salen del crisol atraviesan la cuba ántes de escapar al aire, i, por consiguiente, se obtiene una mayor duracion en el contacto entre los reductores i los minerales, lo que se traduce en un mejor rendimiento.

Por cada tonelada de fierro se emplean 5,5 toneladas de carbon i un peso de minerales que contenga 2 toneladas de fierro. El metal obtenido es ménos homogéneo; es una mezcla de fierro, acero i fundicion.

## II

Los procedimientos de reduccion directa sin fusion se han ensayado en numerosas ocasiones; se limitan a reducir el óxido de fierro sin fundir la ganga la que se aglomera al metal reducido.

La aplicacion industrial de estos procedimientos, exige un mineral casi sin ganga sin S, Ph, Mn, As, o sea, óxido de fierro casi puro. El reductor por su parte, debe ser tambien casi puro (carbon vegetal, gas sin S, etc.).

Los metales mas puros que se conocen dan un magma ferroso con 13 % de materias térreas para cuya separacion es preciso someter la masa a recalentamientos i martillados, o bien, fundirla en un horno eléctrico o de reverbero.

El procedimiento *Chenot* (1856) por ejemplo, se practica en una retorta de  $0,5 \times 1,5$  i 10 metros de altura que se carga con capas alternadas de carbon vegetal i mineral chancado hasta el tamaño de una nuez. La retorta se calienta exteriormente hasta el rojo sombra, (600 a 700°). El magma se retira por una abertura practicada en la parte inferior de la retorta. Por tonelada de metal producido se emplean 4,1 toneladas de carbon i 1,8 toneladas de fierro.

El procedimiento *Renton* (1858) coloca la retorta *Chenot* sobre un horno de pudelaje. Abriendo el registro colocado en la retorta el contenido de ésta cae en el horno.

En el procedimiento *Rodge* (1862) la mezcla de mineral i carbon se coloca en un cilindro móvil sobre la bóveda de un horno para pudelaje. Así

se aprovechan las llamas perdidas del horno; el procedimiento fracasó por que las llamas eran oxidantes.

El procedimiento *Siemens* (1866) se practica en una retorta horizontal cilíndrica, que jira lentamente i que se coloca sobre un horno de reverbero, destinado a la fusión. La retorta se calienta exteriormente al rojo, ya sea con las llamas del horno o con una corriente doble de aire i gas. La carga se efectúa por intermedio de una tolva fija, i está compuesta de carbon i minerales reducidos, por una trituración hasta el tamaño de un garbanzo.

Para activar la reducción se hace pasar por la retorta una corriente de CO proveniente de un gasógeno; el mineral reducido cae por la estremidad del horno rotatorio en el baño líquido (fundición) del reverbero.

Este procedimiento se usó en Inglaterra i América sin éxito industrial con el fin de producir una materia refinada apta para ser fundida en el horno Martin.

A partir de 1866 se conoce el principio de la fabricación del acero en el horno rotatorio. El producto no debe desoxidarse completamente i puede contener todavía Si, Mn, Ph si se refunde en un horno de reverbero básico como lo propuso Gruner. El fierro se separa de la ganga por diferencia de densidad.

El FeO sin reducir oxida el Si, Mn i Ph reducidos en exceso i ya disueltos en el fierro.

Es indispensable el beneficio de minerales ricos, pues de otro modo la cantidad de escoria por fundir i calentar hasta  $1,600^{\circ}$  es considerable i exigiría un exceso de combustible. Además, como el porcentaje del fierro en la escoria es por lo ménos de 10%, la pérdida en metal sería mui alta en el caso de producirse mucha escoria.

Las condiciones ideales para la aplicación de este procedimiento se presentan en América donde existe mineral molido mui rico en fierro cerca de fuentes gaseosas hidrocarbурadas.

Además de los métodos ya espuestos, hai una multitud de otros que no tienen la importancia industrial indispensable i por eso no hablaremos de ellos.

Los procedimientos indirectos para la fabricación del acero han destronado completamente a los de fabricación directa.

El procedimiento *Bessemer*: Se remonta a 1855 desde cuya fecha adquirió gran auge. Consiste esencialmente en inyectar corrientes de aire a la masa de fundición en estado líquido para que el O del aire se combine con el Si, Mn i C de la fundición. La inyección del aire se mantiene hasta el fin de la descarbonación, instante en que el baño metálico se compone de fierro casi puro.

La combustión del Si, Mn i C producen el calor suficiente para mantener el baño al estado líquido i a una temperatura entre  $1,250$  i  $1,500^{\circ}$ . El baño metálico es vidrioso a causa del óxido de fierro disuelto; esta dificul-

tad la subsanó Mushet agregando spiejel fundido al fierro descarbonado. Como el revestimiento del convertidor Bessemer es ácido, este procedimiento no conviene para tratar los minerales fosforosos.

En 1878 *Thomas* i *Gilchrist* descubrieron el medio de desfosforar la fundicion empleando un revestimiento i una escoria básica en el convertidor. Esta es la única característica que diferencia a este procedimiento del de Bessemer ácido. El primer éxito industrial se obtuvo en las usinas de Thy-le Chateau, usando un convertidor Ponsard.

El procedimiento semi-directo para la fabricacion del acero conocido desde muchos años atras en teoría, no llegó a ser aplicable a la industria hasta 1865, gracias a Siemens i Martin. Siemens inventó los recuperadores que permitieron calentar el aire i el gas hasta 1,000°; obteniendo así, en los hornos de reverbero una alta temperatura con economía notable de combustible.

También en 1865 Martin llegó a construir un horno de ladrillos suficientemente refractarios para resistir altas temperaturas. El procedimiento Martin presenta dos variantes:

La llamada *Ore Process*, que consiste en el refino de la fundicion por minerales, i la llamada *Scrap Process*, que consiste en el refino de una mezcla de granallas de acero i fundicion, tambien por minerales. El calor necesario es suministrado por una mezcla de gas i aire caliente.

Despues de esta reseña de los métodos para fabricar acero entraremos a examinar en detalle el método directo preconizado por M. Basset.

La patente principal tiene como título: «Sistema de horno rotativo para la fabricacion directa del fierro, acero o fundicion». Este horno comprende esencialmente:

1) Un cuerpo principal cilíndrico bastante largo (40 a 60 metros), cuya estremidad tiene una inclinacion de 3 % mas o ménos; el diámetro es alrededor de 2,5 metros. Lo llamaremos cámara de reduccion.

2) Una cámara de reaccion o fusion colocada en la estremidad inferior del cuerpo principal i solidaria a éste último. La cámara tiene un diámetro mayor que el cuerpo principal (4 metros mas o ménos), i constituye una especie de crisol donde se colecta el metal fundido.

3) Un dispositivo de calefaccion que permite inyectar una mezcla de carbon pulverizado (o un hidrocarburo) i aire caliente a 1,000° en la cámara de reaccion. Las proporciones de carbon i de aire son las necesarias para que sólo se produzca CO.

4) Un dispositivo alimentador colocado en el extremo superior de la cámara de reaccion i por donde se introduce el mineral triturado i mezclado con carbon en polvo.

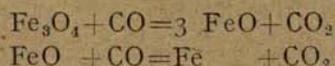
El horno está animado de una lenta rotacion ( $\frac{1}{3}$  de vuelta por minuto). Gracias a este movimiento se hace posible el uso de mineral i carbon pulverizado sin aglomeracion previa. La carga continuamente removida permanece permeable a los gases.

El empleo de minerales finos aumenta la superficie de contacto i como consecuencia aumentan las velocidades de reaccion. Es fácil deducir entón- ces, que el procedimiento Basset exige la trituracion del mineral grueso ántes de someterlo al tratamiento.

Tanto la rotacion como la inclinacion del horno trasportan gradual- mente las materias hácia la parte inferior de él. El carbon pulverizado que se inyecta en el extremo inferior del horno se quema con el aire caliente a  $1\ 000^{\circ}$  con que se mezcla. La combustion teórica orijina  $2\ 000^{\circ}$  de temperatura lo que prácticamente basta para elevar a  $1\ 600^{\circ}$  la temperatura del baño metálico i de la escoria.

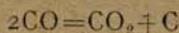
Los productos de combustion que son principalmente N i CO, (talvez 32 % de CO i 68 % de N en peso), atraviesan al salir de la cámara de fusion la zona de reduccion. A estos gases i al carbon mezclado con los minerales se debe la reduccion que tiene lugar en el horno. Supongamos para fijar las ideas que a la entrada de la zona de reduccion la temperatura sea de  $1\ 500^{\circ}$  i que a la salida sea de  $300^{\circ}$  i busquemos las reacciones que se pueden veri- ficar en el cilindro Basset.

El CO reduce parcialmente el Fe segun las reacciones:



A alta temperatura, sobre  $1\ 000^{\circ}$ , el  $\text{CO}_2$  es inestable i se trasforma en CO i en C que oxida, sea al carbon incandescente ( $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$ ), sea al Fe ya reducido.

A baja temperatura, digamos  $500^{\circ}$ , tiene lugar la reaccion:



El equilibrio químico entre  $\text{CO}_2$  i CO exige 95 % de  $\text{CO}_2$  i 5 % de CO. El carbon precipitado por esta reaccion carbura entón- ces el Fe.

El carbon en contacto con el mineral a alta temperatura,  $1\ 500^{\circ}$ , reduce el Fe i ciertos cuerpos que lo acompañan tales como el Si, Mn, Ph, etc. Además, el carbon incandescente teniendo una gran afinidad por el Fe se disuelve en él. Las reacciones son incompletas a causa de su lentitud. El producto obtenido a la salida de la cámara de reduccion será una mezcla íntima de tres materias: |

- 1) Fierro, que tiene en disolucion C, Si, Mn, Ph, S, etc.
- 2) Fierro no reducido, FeO,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , etc.

3) Materias térreas que acompañan al Fe en sus minerales, como ser: silicato i aluminato cálcico i de magnesia.

Este magma mas o ménos rico en Fe, FeO, Si, Mn, C, Ph i materias térreas, se funde en la zona correspondiente. La ganga se separa del metal por diferencia de densidad.

El O del FeO se combina con el C, Si, Mn, Ph, disueltos en el fierro, los que en seguida pasan en estado de óxidos a la escoria. Si los óxidos de Fe disueltos en el magma son los exactamente necesarios para oxidar todo el C, Si, Mn, Ph, disueltos el producto que se obtiene una vez terminadas las reacciones es Fe casi puro. Si la cantidad de O es menor que la necesaria, el metal obtenido es acero o fundicion segun sea el porcentaje de C i Si.

Para producir a voluntad, fierro, acero o fundicion tal como Basset lo desea, es precisó disponer de un medio práctico para variar la proporcion de FeO en la ganga o bien la proporcion de C, Si, Mn, Ph, disueltos en el metal, o aun lo que es mejor, poder variar los dos factores a la vez.

Un primer medio, poco práctico porque disminuiria la produccion al mismo tiempo que aumentaria el precio de venta consistiria en agregar a la zona de reaccion lo que falta, esto es: óxido de Fe, ferro-silicon o ferro-manganeso de alta lei.

Un segundo método consistiria en actuar sobre la reduccion misma, esta es funcion de la temperatura, del porcentaje de CO en los gases, de la duracion del contacto (velocidad de los gases, velocidad de los minerales en el horno), de la cantidad de gases, de la finura de la molienda, de la reducibilidad de los minerales, de la proporcion de C mezclada a ellos, etc.

En teoría la cuestion está resuelta, pero en la práctica no sucede lo mismo. Las patentes Basset no se pronuncian, sin embargo, sobre este punto de capital importancia para el buen éxito del procedimiento.

Supongamos que en la zona de reaccion haya una gran masa líquida de metal i escoria (100 a 200 toneladas); el metal tiene la composicion del producto final (fierro, acero o fundicion). Miéntras en una estremidad del horno se cargan en una mezcla íntima, Fe, fundicion, acero, FeO i ganga, en las proporciones exactamente determinadas; en la otra estremidad se recoje continuamente el metal i la escoria. Se necesita una gran masa líquida para que el magma proveniente de la zona de reduccion se disuelva rápidamente sin disminuir la temperatura del baño i sin variar sensiblemente su composicion. La temperatura debe ser mui alta para que las reacciones se verifiquen rápidamente. La escoria debe ser lo suficientemente básica para disolver el Ph i el S. Su composicion será, sin duda, semejante a la del horno Martin:

50 a 55% de CaO i MgO	15 a 20% de SiO <sub>2</sub> i Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
10 » 15% » Fe	1% » S.
4% » P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , etc.	

Comprendido el procedimiento Basset como se acaba de esponer, puede resumirse en dos líneas: Reducir el mineral en un horno rotativo por la accion del C i CO i fundir el magma obtenido en un horno Martin calentado con polvo de carbon.

Esta idea está mui léjos de ser nueva; ya en 1862 Rodge construyó un horno rotativo para la reduccion del mineral. Siemens adoptó la misma idea i consagró 25 años de su vida al estudio de hacer industrial el procedimiento. El magma obtenido se refundia en un horno de reverbero.

Grüner, en su célebre obra sobre metalurjia, aconseja refundir el magma en un horno Siemens-Martin, básico. No pasa un año sin que se otorguen patentes para la fabricacion directa del acero en horno rotativo; citaremos algunas tomadas al azar:

En 1905 el Jones Process. En 1908 el Hessel Process.

En el mismo año de 1908, el Juncquera Process. Este inventor dice que los minerales se reducen en un horno rotativo comun. El mineral reducido cae en un segundo horno rotativo calentado con carbon pulverizado i donde tiene lugar la fusion i depuracion.

Para controlar la cantidad de calor que va del horno de fusion al de reduccion, los hornos están separados por una cámara intermedia fija provista de una chimenea que permite el escape de los gases calientes. Esta patente parece mas perfeccionada que la Basset porque contempla un medio de controlar la reduccion; basta para ello abrir o cerrar el registro de la chimenea.

Acabamos de ver que teóricamente nada se opone a la fabricacion directa del acero en horno rotativo, siempre que se disponga de un medio práctico para vijilar el proceso lo que parece hasta hoi día no se ha conseguido.

Ahora, ¿cómo van a resistir los ladrillos refractarios? Se han presentado serias dificultades, para mantener las bóvedas de los hornos Martin que afortunadamente son fáciles de reparar entre una i otra carga.

La pared inferior de un horno Basset con su quemador central i sus piqueras de descarga múltiples, parecen un punto delicado. El pasaje de la cámara de reduccion a la de fusion, lugar donde el horno se estrecha estará sujeto a un rápido desgaste.

Como forma i método de calefaccion el horno Basset es en todo análogo a los hornos de cemento, los cuales no resisten mas de seis meses. Tomemos en consideracion que el alto horno que se trata de desplazar por su costo elevado, resiste de 10 a 20 años. Los minerales cargados pasan gradualmente al estado líquidos. ¿Qué se opone entónces a que los minerales se peguen a las paredes cuando su estado llegue a ser pastoso? Nada; pues se producen dificultades aun en los hornos de cemento donde el producto permanece sólido.

El empleo del carbon pulverizado como medio de calefaccion no se hace sin inconvenientes a causa de las cenizas del carbon que contienen polvo que es arrastrado por el aire hácia las paredes en contacto con los gases las cuales se atacan. Las bóvedas de los hornos Martin no se atacan especialmente pero, los recuperadores disminuyen su duracion de 600 a 150 cargas. Alrededor de 15 % de las cenizas se depositan. Entre los hornos i los recuperadores es necesario interponer grandes cámaras para que los gases pasen a pequeña velocidad i depositen el polvo.

Un carbon con mas de 15 % de cenizas parece inservible. Parece tambien imposible obtener un metal homogéneo con marcha continua.

Es conveniente observar que en el Alto Horno, aparato mui perfeccionado, es imposible controlar la calidad de la fundicion, aunque se admitan variaciones para el contenido en Mn Ph de algunos décimos por ciento. Entre las acieries i los altos hornos se intercalan mezcladores donde se combinan todas las fundiciones de los altos hornos con el fin de obtener la mayor regularidad posible en la composicion i temperatura de la fundicion.

Económicamente hablando el sistema Basset no parece capaz de fabricar acero al precio que el autor señala. El acero Basset costará 150 francos cuando el acero Thomas cueste 430 francos. Estos cálculos se basan en un consumo de 1,800 kgs. de coke para el método Thomas, cuando es bien sabido que 1,200 son suficientes. El sistema Basset no consume mas de 500.

Mas léjos leemos: Mano de obra para el acero Thomas, 40 francos. miéntras que para el Basset será de 1 franco. Consideremos aquí que sólo la descarga del mineral necesario para producir una tonelada de acero cuesta mas de 1 franco actualmente.

Los gastos de instalacion de una acierie Basset serán 6 veces menores. La fuerza motriz será 10 veces mas pequeña, etc. Estas cifras son tan exajeradas que no merecen ninguna atencion.

Los precios que hemos establecido a continuacion, se refieren al año 1914 ya que hoi dia los precios son mui variables para que sirvan de base a los cálculos.

#### BALANCE CALORIMÉTRICO POR KG. DE ACERO THOMAS (segun Mathesius)

##### A).—*Calor gastado*

Reduccion:

$$\begin{array}{r}
 \text{Fe } 0.9333 \times 1740 = 1620 \\
 \text{Si } 0.0042 \times 7000 = 29 \\
 \text{Mn } 0.0108 \times 2000 = 21 \\
 \text{Ph } 0.0177 \times 5887 = 104 \\
 \text{C } 0.0340 \times \dots = \dots
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{r} \text{Fe} \\ \text{Si} \\ \text{Mn} \\ \text{Ph} \\ \text{C} \end{array}} \right\} 1,774 \times 1,1 = 1,954 \text{ cs.}$$

Fusion de la fundicion:

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ kg.} \times 0,15 \times 1,200^{\circ} = 200 \\ \text{Calor de fusion} = 30 \end{array} \right\} 230 \times 1,1 = 253 \text{ cs.}$$

Fusion de la escoria:

$$\left. \begin{array}{l} 1,34 \times 0,275 \times 1450 = 533 \\ \text{Calor fusion } 1,34 \times 50 = 67 \end{array} \right\} 600 \times 1,1 = 660 \text{ cs.}$$

Calor sensible del gas:

$$5,79 \times 0,24 \times 150^{\circ} = 207 - 207 \times 1,1 = 227 \text{ cs.}$$

Evaporacion de la humedad:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Mineral } 0,3071 \times (607 \times 0,30 \times 150) \\ \text{Coke } 0,045 \times (607 \times 0,30 \times 150) \end{array} \right\} = 228 \times 1,1 = 250 \text{ cs.}$$

Descarbonatacion:

$$\begin{array}{rcl} 0,747 \text{ kg. CaCO} \times 450 & = & 336 \times 1,1 = 370 \text{ cs.} \\ \text{Pérdida por radiacion:} & & 615 \times 1,1 = 787 \text{ cs.} \\ \hline \text{Total} & & 3990 \times 1,1 = 4,500 \text{ cs.} \end{array}$$

## B).—Calor recibido

Combustion del carbon:

$$\left. \begin{array}{l} \text{En CO} = 0,622 \times 2470 = 1,537 \\ \text{En CO}_2 = 0,213 \times 8000 = 1,708 \end{array} \right\} 3245 \times 1,1 = 3570 \text{ cs.}$$

$$\text{Aire caliente: } 4,21 \times 0,24 \times 835 = 845 \times 1,1 = 930 \text{ cs.}$$

$$\text{Total} \quad \quad \quad 4090 \times 1,1 = 4500 \text{ cas.}$$

## APROVECHAMIENTO DEL CALOR PROPORCIONADO POR EL COKE

Calor proporcionado por el coke:

$$0,835 \text{ C} \times 8000 \times 1,1 = 7,370 \text{ calcs.}$$

Calorías absorbidas por el alto horno: 3,570 »

Calorías disponibles en los gases 3,800 calcs.

Calorías necesarias para los servicios accesorios del alto horno i de la acierie Thomas:

Ap. Cowpers (rend. 70%)	845 =	$1200 \times 1,1 = 1320$	calorías
Soplador del alto horno		$360 \times 1,1 = 400$	»
Ascensor, bombas, etc.		$70 \times 1,1 = 77$	»
Soplador de la Acierie		$200 \times 1,0 = 200$	»
Diversos en la Acierie		$100 \times 1,0 = 100$	»
Total		$1930 \times 1,1 = 2097$	calorías.

Calorías disponibles para los otros servicios:  $3,800 - 2,097 = 1,703$  calorías

PRECIO DE VENTA REAL DE UNA TONELADA DE ACERO THOMAS EN 1914

Minerales: 3320 kgs. a	9 francos $\times 1,1 =$	francos 32,40
Coke 1010 » »	$27,40 \times 1,1$	30,40
Gastos (Alto horno)	$5,27 \times 1,1$	5,80
Gastos (Acierie Thomas)		4,00

Precio de una tonelada de buen lingote, francos 72,60

Descuento por calorías disponibles para los otros servicios:

$$1,703 \text{ calorías a } \frac{15 \times 1703000}{7\ 000\ 000} = 3,60$$

Precio de venta real de una tonelada de acero Thomas:

$$72,60 - 3,60 = 69 \text{ francos.}$$

BALANCE CALORÍFICO POR KG. DE ACERO BASSET

A).—Calor gastado

Reduccion:

1 kg. de Fe $\times 1740$	1,740	calorías
0,15 kgs. de Fe	90	»

Fusion del acero:

$1 \times 0,15 \times 1600^{\circ}$	240	} 270 »
Calor de fusion	30	

Fusion de escoria:

$1,63 \times 0,275 \times 16500$	737	}	820	calorías
Calor de fusion	83			
Calor sensible del gas	400			»

Vaporizacion de la humedad:

Mineral	$0,382 \times (607 \times 0,30 \times 300)$	}	387	»
Carbon	$0,030 \times (617 \times 0,30 \times 300)$			
Total	$0,412 \times 697$			

Descarbonatacion 0,39 kgs. $\text{CO}_2 \times 962$	365	»
Pérdida por radiacion: zona reductora	86	»
zona de fusion	700	»
Total	4858	calorías

B).—*Calor recibido*

Combustion del carbon:

En CO = $0,653 \times 2470 = 1,610$	}	3,860	calorías
En $\text{CO}_2 = 0,282 \times 8000 = 2,250$			

Aire caliente: $4 \times 0,25 \times 1000$	1,000	»
Total	4,850	»

## APROVECHAMIENTO DEL CALOR SUMINISTRADO POR EL CARBON

Calor suministrado por el carbon: $0,85 \times 8000 \times 1,1$	=	7,500	calorías
Calorías absorbidas en el horno Basset		3,860	»
Calorías disponibles en los gases		3,640	»

*Calorías necesarias para los servicios accesorios del horno Basset*

Es preciso el 6% del poder calorífico del carbon para su secamiento, molienda e inyeccion en el horno:

560 kgs. de carbon:	$560 \times 0,06 \times 700 = 235$	calorías
Rejenerador, rendimiento, 70%	$\frac{1,000}{0,70} = 1,430$	»
Chancado: Mineral 4,0	} 4,5 kgs. 3 kw-h. p. t. = 95	»
Carbon 0,5		
Carga, rotacion del horno, bombas, puentes ro- dantes, etc.	= 100	»
Total	<u>1,860</u>	calorías

Calorías disponibles para los otros servicios:

$$3,650 - 1,860 = 1,780 \text{ calorías}$$

PRECIO DE VENTA DE UNA TONELADA DE ACERO BASSET EN 1914

Minerales: 4,070 kgs. a 9 francos	frs.	36,65
Carbon: 1,100 » » 22,50 »		24,75
Gastos: Descarga 5 tons. a 0,10	0,50	
Molido, secado, 5 tons. a 0,70	3,50	
Carga, 5 tons. a 0,10	0,50	
Refractarios, zona reductora	1,00	
» » de fusion	2,00	
Taller de reparaciones	1,00	
Salarios	3,00	
Lingoteras	0,50	
		<u>12,00</u>
Precio de una tonelada de buen lingote:	Frs.	73,40

Descuento por calorías disponibles para los otros servicios:

$$\text{Gas en exceso } 1780 \text{ calorías: } \frac{15 \times 1780000}{7000000} = 3,80$$

Precio de venta real de una tonelada de acero Basset:

$$73,40 - 3,80 = 69,60 \text{ francos.}$$

Resulta del balance calorífico que el número de calorías necesarias por kg. de acero, es casi igual para los dos procedimientos. No podía ser de otra manera; siendo el estado inicial i el final los mismos en ámbos

casos, las diferencias provienen de las pérdidas por radiación, etc. Por kg de Acero Thomas, la pérdida calorífica es de 787 en el alto horno i de 100 en el convertidor, lo que hace un total de 887 calorías.

Por kg. de acero Basset la pérdida es de 786 calorías.

En el alto horno se reduce con el carbon, el Si i el Ph que se queman en seguida en el convertidor para elevar la temperatura del metal a 1,200° o 1,600°.

En el procedimiento Basset se quema el carbon mezclado con el aire para tener el mismo resultado. El gran inconveniente es la inmensa cantidad de escoria, que es preciso calentar tambien a 1,650°; ademas, como ésta encierra por lo ménos un 10% de Fe, la pérdida es considerable.

Por tonelada de acero Thomas la pérdida es de 66,4 kgs. que se descompone:

Escoria, alto horno.....	kg.	13,40
Polvos de gas, id. id.....		30,00
Escoria Thomas.....		23,00
		<hr/>
Total.....		66,40 kgs.

Por tonelada de acero Basset la pérdida es de 193 kgs. que se descompone:

Escoria.....	kgs	163,00
Polvos.....		30,00
		<hr/>
Total.....		193,00 kgs.

Cuando se quiera emplear el método directo es menester utilizar minerales mui ricos para conseguir éxito industrial. La gran ventaja del método Basset consiste en no usar coke. Un carbon sin poder aglutinante es conveniente siempre que posea un bajo porcentaje de cenizas para evitar el rápido desgaste de los ladrillos refractarios i la obstruccion de los rejeneradores.

Económicamente Basset no fabrica acero mas barato que el producido por el método Thomas i sólo podrá desarrollarse i mantenerse en aquellos países que no poseen coke i que tienen yacimientos de minerales ricos i en polvo.

Haremos notar que, si el procedimiento llegara a destronar los altos hornos, los sub-productos de la fabricacion de acero Thomas desaparecería del mercado. Como algunos de éstos sub-productos no son indispensables, su valor llegaría a tal punto que la acierie Thomas podría nuevamente luchar con el sistema Basset.

JUSTIFICACION DE LAS CIFRAS EMPLEADAS PARA CALCULAR EL PRECIO  
DE VENTA

La fundicion Thomas tiene la composicion siguiente:

Fe.....	93,33 %
Si.....	0,42 »
Mn.....	1,08 »
Ph.....	1,77 »
C.....	3,40 »
Total.....	100,00 %

Escoria producida: Mineral con 29 % de Fe (segun Mathesius, p. 409),  
1,343 kgs. de escoria por tonelada de fundicion.

*Polvos del gas:*

Sabemos que con una marcha mui buena del horno el gas encierra 10 grs. de polvo por m<sup>3</sup> i que con una marcha defectuosa se eleva a 40 grs. Ahora bien, una tonelada de fundicion necesita 4,500 m<sup>3</sup> o sea, 4,500 × 0,01 = 45 kgs. de polvo con 30 % de Fe, es decir, 13,5 kgs.

Como los minerales suministran 963 kgs. de Fe, la pérdida es:

$$\frac{13,5 \times 100}{963} = 1,4\%$$

Hemos admitido una pérdida de 30 kgs. de Fe por tonelada de fundicion, lo que corresponde a 22,2 grs. de polvo por m<sup>3</sup> de gas.  
4,500 × 0,0222 = 100 kgs de polvo con 30 % de Fe = 30 kgs.

El fierro necesario por cada 100 kgs. de fundicion Thomas es:

Fundicion.....	93,33 kgs.
Escoria 1,340 kgs. 1 %	1,34 »
Polvos del gas.....	3,00 »
Total.....	97,67 kgs.

*Aporte de Fe por 100 kgs. de fundicion Thomas:*

Cenizas de coke: 101 kgs. con 9,5 % de cenizas = 9,6 kgs. con 13 % de Fe.....	kgs. 1,34
Mineral: 332 kgs. con 29 % de Fe.....	96,33
Total.....	kgs. 97,67

B).—*Procedimiento Basset*

Escoria producida, cálculo aproximado (1,630 kgs.)

Hemos visto que mientras los minerales suministran 96,33 kgs. de Fe hai 1,345 kgs. de escoria.

Esta escoria encierra, por lo ménos un 10 % de Fe bajo la forma de FeO; entónces serán 13,40 kgs. por cada 100 kgs. de fundicion.

El Fe-necesario para 100 kgs. de acero es:

$$\begin{array}{r} \text{kgs} \quad 99,6 \\ \quad \quad 13,4 \\ \hline 113,00 \quad \text{kgs.} \end{array}$$

Ahora bien: 96,33 de Fe = 1,345 de escoria; por consiguiente, el total de ella resulta de la relacion:

$$\frac{1,345 \times 113}{96,33} = 1,560 \text{ kgs. de escoria.}$$

En la escoria tenemos, ademas, 40 kgs. de PhO i 30 kgs. de O proveniente del FeO, o sea en total:

$$1,560 \times 30 \times 40 = 1,630 \text{ kgs. de escoria.}$$

Fierro necesario:

Acero.....	kgs. 99,60
Escoria 10 %.....	16,30
Polvos.....	3,00
	<hr/>
	kgs. 118,90

Fierro disponible:

Fierro de las cenizas del carbon.....	0,90
Fierro que debe suministrar el mineral	118 kgs.
Mineral necesario: $118 \times 0,29 = 4,070$	kgs.

## CARBON NECESARIO

*Procedimiento Basset*

Tiene poco interes el discutir la relación  $\frac{\text{CO}_2}{\text{CO}}$  de los gases a la salida del horno, toda vez que el poder calorífico se aprovecha completamente.

Cuando la razón  $\frac{\text{CO}_2}{\text{CO}}$  disminuye, el consumo de carbon aumenta pero

la cantidad de gas disponible aumenta en las mismas proporciones i una caloría-gas, vale a lo ménos una caloría-carbon.

Para fijar las ideas hemos tomado la razón:

$$\frac{\text{CO}_2}{\text{CO}} = 0,9$$

lo que corresponde a una marcha mui buena del alto horno. Parece imposible un mejor aprovechamiento del combustible en el horno Basset a causa de la pequeña velocidad con que se efectúan las reacciones. (No será raro que el valor 0,9 no se alcance jamas).

Calorías que hai que suministrar por kg. de acero.....	4870	calorías
Calorías aportadas por el aire caliente, 4 kgs. $\times 0,24 \times 1000^{\circ}$	1000	»
Calorías que debe suministrar la combustion del carbon:		
4870—1000.....	3870	»

Suponiendo un carbon de 7,000 calorías, el peso de éste, necesario para suministrar por su combustion parcial 3,870 calorías se puede determinar por tanteos. Así hemos llegado a la cifra: 1,1 kgs. de carbon por kg. de acero. Este efecto, admitamos para simplificar los cálculos que no hayan hidrocarburos en el carbon i supongamos, ademas, que el porcentaje de C sea 85 %: por consiguiente:

$$1,100 \times 0,85 = 0,935 \text{ kgs. de carbono}$$

Designemos por X el peso del carbon que se trasforma en CO e Y el peso del carbon que se trasforma en CO<sub>2</sub>. Entónces tenemos las ecuaciones:

$$\begin{aligned} X + Y &= 0,935 \text{ kgs.} \\ X 2470 + Y 8000 &= 3,870 \text{ calorías.} \end{aligned}$$

Resolviéndolas se encuentra:

$$Y = 0,2820 \text{ kgs.} \qquad X = 0,6530$$

Verificacion:

C trasformado a CO <sub>2</sub>	= 0,285 $\times$ 8000	= 2,250	calorías.
C " " CO	= 0,653 $\times$ 2470	= 1,610	»
Total	0,935	3860	calorías

*Calorías disponibles en los gases por kg. de acero*

0,653 kgs. de C (8000—2470)=3600 calorías

La composición del gas en el horno Bassett es:

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 &= 0,282 \times \frac{44}{12} = 1,02 \text{ kgs.} \\ \text{CO} &= 0,653 \times \frac{28}{12} = 1,52 \text{ »} \end{aligned}$$

Peso de oxígeno combinado en los gases con el C del carbon:

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 &= 0,282 \times \frac{32}{12} = 0,75 \\ \text{CO} &= 0,653 \times \frac{16}{12} = 0,865 \\ \text{Total} & \qquad \qquad \qquad \underline{1,615 \text{ kgs.}} \end{aligned}$$

Peso del O suministrado por el  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  reducido a Fe..... 0,43

Peso del O       »       »       »  $\text{Fe}_2\text{O}_3$        »       » FeO..... 0,02

Peso total de O proveniente de la reducción del Fe..... 0,45

Peso del O que debe suministrar el aire:

1,61=O total de los gases.

0,45=O de los minerales reducidos.

1,16=O que debe suministrar el aire. El peso de éste es entón-

$$\text{ces } \frac{1,16}{0,23} = 500 \text{ kgs.}$$

En realidad el C encierra oxígeno. Así, conservaremos la cifra de 4 kgs. de aire i 5,57 kgs. de gas adoptado ya para los cálculos.

Peso de N: 3,86 kgs.; 4 kgs. de aire con 0,77 N dan 3,08 kgs.

Peso del  $\text{CO}_2$  de los carbonatos: 0,39.

Composicion de los gases:

CO <sub>2</sub> del carbonato.....	kgs. 0,39
CO <sub>2</sub> » C del carbon.....	1,02
CO » » .....	1,52
N del aire.....	3,08
	<hr/>
Peso total de los gases.....	6,01 kgs.

$$\frac{\text{CO}_2 \quad 1,41}{\text{CO} \quad 1,52} = 0,93$$

#### CALORÍAS NECESARIAS PARA LOS SERVICIOS ACCESORIOS

Soplador del Alto Horno.

500 H.P. cada 150 toneladas en 24 horas.

$$1 \text{ tonelada} \frac{500}{150} = 3,33 \text{ H.P. durante 24 horas.}$$

Si ahora 1 HPhs = 4,500 calorías, 1 tonelada necesita  $3,33 \times 24 \times 4,500 = 360,000$  calorías.

#### *Soplador de la fábrica de acero*

(Por convertidor).

15 toneladas de acero necesitan 2,000 HP durante 15 minutos, de donde deducimos:

1 tonelada de acero requiere 132 HP durante 15 minutos, o sean, 33HPhs; o en calorías: 148,000 calorías.

Otros ensayos han mostrado que es preciso contar con un consumo de:

35 kgs. de carbon para el soplador.....	210 calorías.
15 » » » » los servicios accesorios 90 »	
	<hr/>
Total.....	300 calorías

#### *Ascensor, Bombas, etc.*

10 kw-h. suponiendo que correspondan 10 kgs. de carbon de 7,000 calorías. Por kg. de fundicion necesitamos 70 calorías.

#### *Trituracion de la escoria Thomas*

30 kgs. de carbon por tonelada de escoria, lo que da:  $30 \times 6\ 000 = 180\ 000$  calorías por tonelada de escoria molida.

*Trituracion de minerales i carbon*

Son 3 kw-tons. o sean:  $3 \times 7\ 000 = 21\ 000$  calorías. Ahora, como se necesitan 4,5 toneladas tenemos 95 000 calorías.

*Aparato Cowper*

Pérdida en la chimenea.....	15 %
Radiacion.....	15 »
Rendimiento.....	70 »

La pérdida por radiacion es de 1 000 calorías por hora i por m<sup>2</sup> de superficie radiante.

El aire que este aparato necesita es de 4 kgs. por tonelada de fundicion. Entónces el número de calorías es:

$$4 \times 850^0 \times 0,24 = 845 \text{ calorías.}$$

## PÉRDIDAS POR RADIACION EN EL HORNO BASSET

1) *Zona de reduccion.*—Análogamente al aparato Cowper, podemos tomar 1 000 calorías por m<sup>2</sup> i por hora.

Superficie del Basset:  $2 \pi r. l = \pi r \times 9 \times 40 = 450 \text{ m}^2$ .

La produccion es de 125 toneladas en 24 horas o sea, 5,2 toneladas por hora.

2) *Zona de fusion.*—Es mui semejante a la de un horno Martin, con esta base tenemos:

800 calorías por kg. de acero (S. E. 1910, páj. 407) o 40 % del calor total (300 kgs. de carbon de 6 000 calorías) = 720 000 calorías por tonelada.

Tomaremos sólo 700 calorías, aunque las pérdidas deben ser mas elevadas a causa de la gran cantidad de escoria.

*Reparticion del carbon usado en el horno Basset*

Habíamos encontrado que el consumo total de carbon era de 1,1 kg. por kg. de acero, refiriéndonos a toneladas supondremos que mas o ménos la mitad, 560 kgs. sea pulverizado e inyectado en la zona de fusion; el resto lo supondremos mezclado con los minerales.

Hai que tener presente que para la pulverzacion del carbon se consume el 6 % del poder calorífico de éste.

*Balance económico en los hornos de coke*

## Cálculos por tonelada de coke

*Descuentos:*

## Sub-productos:

Ceniza, 20 kgs. a 10 frs. tonelada .....	frs. 0,20
Brea, 22 » » 30 » » .....	» 0,66
Sulfato, 10 » » 300 » » .....	» 3,00
Total.....	frs. 3,86

Vapor equivalente a 123 kgs. de carbon. (Ensaye hecho en las calderas de los hornos de coke sin rejeneradores).

Son 123 kgs. a 20 francos.....	frs. 2,40
Total de descuento.....	6,26

*Gastos:*

## Usina de sub-productos:

50 francos por tonelada de sulfato.....	frs. 0,50
Hornos de coke.....	...
Molienda, etc.....	1,60
Amortizacion e interes, 15 %.....	1,50

## Gastos generales:

Fuerza motriz, 8 kw-h. por tonelada a 0,03 fr. } .....	0,24
Descarga, molienda, maquinaria, diversos..... }	

Total.....	frs. 3,84
Descuentos.....	6,26
Líquido.....	frs. 2,40

## Costo de la tonelada de coke:

1 300 kgs. de carbon a 23 frs.....	frs. 29,90
líquido .....	2,40
Costo real.....	frs. 27,50

*Balance económico del alto horno (1914)*

Gastos generales, mano de obra, conservacion i reparacion, diversos frs. 5,00 por tonelada de fundicion.

## Costo del acero Thomas:

Fundicion, 1 110 kgs. a 55 francos.....	frs. 61,05
Ferro-manganeso, 65 kgs. a 250 francos..	1,62
Cal, 150 kgs. a 15 francos.....	2,25
Carbon-coke.....	0,30
Ladrillos, arena, etc.....	0,48
Brea, etc.....	0,87
Gas, vapor, electricidad.....	1,10
Diversos.....	0,50
Salarios, sueldos.....	1,18
Otros gastos.....	1,25
<b>Total.....</b>	<b>frs. 70,72</b>

Descuento por escoria, 250 kgs. con 17 %  
de  $P_2 O_5$ ..... 5,72

Costo de una tonelada de buen lingote..... frs. 65,00

## Costo de una tonelada de acero Talbot.

Fundicion, 738 kgs. a 52,40 francos....	frs. 38,62	
Granallas, 66 kgs. a 56 francos.....	3,70	
Ferro-manganeso, 6 kgs. a 200 francos.	1,20	
Minerales.....	5,14	
Cal.....	1,30	
Combustible.....	5,18	
Refractarios.....	1,40	} 6 frs. es la suma de los gastos en Basset.
Fuerza motriz, salarios.....	4,00	
Lingoteras.....	0,50	

Precio de la tonelada..... frs. 61,04

*Nota.*—Esta conferencia fué dictada en Noviembre de 1920. Las discrepancias de opinion con el ingeniero E. H. Weiss, cuyo artículo publicado en «La Nature» de Diciembre de 1921 i reproducido en el número 273 de este «Boletin» se esplican por la diferencia de fecha de ambos artículos; haciendo saber ademas, a los lectores del «Boletin», que la opinion del señor Mineur fué emitida sin haber presenciado las pruebas de este nuevo procedimiento.

## Estudio histórico del desarrollo del Servicio de minas en Francia <sup>(1)</sup>

Aunque los Romanos hayan explotado las minas como lo prueban las antiguas galerías encontradas aun en las investigaciones i escavaciones contemporáneas, ellos parecen no haber comprendido toda la importancia de las riquezas del sub-suelo del cual no supieron sacar gran provecho. De manera que durante la República Romana i los primeros Emperadores la noción acerca de la propiedad minera ha sido bastante confusa. Sin embargo, es el principio de accesion que parecia dominar en estas nociones primitivas, es decir, el principio segun el cual la propiedad del sub-suelo no se considera separada de la superficial. Este era, entónces, de propiedad de las colonias romanas que explotaban por su propia cuenta las minas de sus tierras. Pero luego despues viene a unirse a este principio de accesion el de la dominialidad, es decir, el principio despues del cual el sub-suelo pertenece desde todo oríjen al Estado i no puede ser explotado por el propietario del suelo sino en virtud de una concesion benévola; de manera que durante los últimos Emperadores presenciarnos un réjimen misto. El explotador no es siempre el propietario del suelo, pero en todo caso debe pagar al Estado un impuesto de un décimo sobre la producción bruta. Además, si el explotador no es el propietario del suelo debe pagar a éste un décimo del producto bruto.

Bajo este réjimen aparecen entónces los primeros vestijios de lo que son hoi día las contribuciones a las minas i la regalía debida por la explotación del sub-suelo. Sin embargo, nosotros no tenemos sobre este Derecho Minero Romano, sino informaciones bastante dudosas, tanto mas cuanto que su creencia a la reproduccion de sustancias minerales hacen forzosamente este derecho mui incorrecto.

Durante el período de caos jeneral que siguió a la caída del Imperio Romano por la invasion de los Bárbaros i que abarcó a la Edad Media, la explotación de las minas parecia completamente abandonada, o a lo ménos, no se conocen datos al respecto; es necesario llegar al siglo XV para ver aparecer algunas disposiciones sobre la materia.

Las cartas patentes de Carlos VI del año 1413, fijan un censo de un décimo del producto sobre la explotación debida al rei; pero la explotación parece pertenecer todavía de derecho al propietario del suelo. La real ordenanza de Luis XI de 1471, introdujo una nueva noción, esta era la concesion de las minas otorgada por el Estado a quien queria dar una preferencia para

(1) Organisation des services de Tra vaux Publics.

los propietarios del suelo sobre los otros candidatos. Durante todo el siglo XVI, las minas metálicas parecieron ser las únicas codiciadas i explotadas. Eran, por lo demas, las únicas que se utilizaban mejor todavía. Pero en este siglo aparecen las minas de combustibles. En la declaracion real de Francisco 1.º en 1520, se hace mencion de ellas. Las cartas patentes de Enrique 2.º, en 1548 i de Enrique 3.º, en 1580, se concede el privilejio de la explotacion de las minas a ciertos particulares especialmente designados i por una duracion mui variable. A veces el privilejio fue esclusivo con una duracion relativamente larga; éste fue el punto de partida de una mayor concurrencia de solicitantes. Pero los derechos del décimo del Rei se han mantenido firmemente. Durante Enrique IV i Sully fueron promulgados importantes edictos sobre la materia; son notables aquellos que corresponden a los años 1577 i 1601. El principio de la concesion de los derechos de regalía parece definitivamente establecido a firme i haber tomado lugar en el derecho minero frances de esta época. Ademas, nosotros asistimos durante este período a un ensayo de organizacion para establecer un control i supervijilancia sobre las explotaciones i ademas para hacer ingresar en la Caja del Tesoro del reino, la contribucion del décimo mui a menudo dejada de mano o impagada hasta entónces.

Por desgracia esta administracion no fué jamas bien constituida i no se la puede considerar como el orijen del Servicio de Minas actual. Es necesario hacer notar en esta época la separacion completa de los minerales de fierro de las otras minas. Esta division señalada por los reglamentos, se mantuvo durante dos siglos i no se puso fin, sino, en el Derecho Minero contemporáneo. Ello ha sido, sin duda, debido a que los minerales de fierro fueron en esa época de mayor valor, aun cuando los procedimientos de elaboracion del fierro colado fuesen mui primitivos.

Durante el reinado de Luis XIV i Colbert, las explotaciones mineras parecian haber tomado cierto desarrollo, concurrentemente con la estension de las vias de comunicacion i con el aumento de la prosperidad del comercio i de la industria. Muchos privilejios de concesiones de minas fueron otorgados durante esta época. Es necesario citar, especialmente la concesion de minas de hulla hecha al duque de Nevers i al Duque de Montausier. (Decretos del Consejo, años 1692 i 1695), que orijinó un conflicto entre estos nobles i los explotadores de hecho. El decreto de 1698 decidió que los derechos de explotacion esclusivo pertenecian al Duque de Uzès, heredero del Duque de Montausier, i denegó la demanda entablada por los propietarios del suelo.

A mediados del siglo 18, el Controlador Jeneral de Finanzas, bajo la influencia de Trudaine, aporta una reglamentacion mas rigurosa o estrecha sobre los derechos de explotacion. Entónces fué cuando se creó el puesto de gran maestro de minas cuyo titulario era el dispensador supremo de las concesiones, i sin su autorizacion, ninguna explotacion era permitida en el reino. Al mismo tiempo que se mantenía el real impuesto aparece en esta época

de una manera precisa la contribucion debida al propietario del suelo cuando éste no explota sus minas o cuando no era concesionario de ellas.

A fines del siglo 18, aparece, en fin, la primera reglamentacion que fija las prescripciones de policia minera, desde el punto de vista del trabajo de los obreros i de la seguridad de las habitaciones circundantes. Estos son los decretos del Consejo, año 1783, que fueron, al mismo tiempo, el punto de partida de la reorganizacion del Cuerpo de Minas por consecuencia de la necesidad de emplear agentes supervijilantes encargados de hacer cumplir los reglamentos de policia. Por esta época se decidió la creacion de una Escuela de Minas para formar este personal i se decidió naturalmente, a tomar para esta escuela, una escuela ya fundada por Sage, el 11 de Junio de 1778, con el nombre de Escuela Pública i gratuita de Mineralojía i Metalurjia Docimática. Al comienzo, no se crearon mas que dos cátedras: la una de química, mineralojía i docimasia i la otra de física, jeometría subterránea, hidráulica, escavaciones de galerías, ventilacion i construccion de hornos.

La Constituyente se ocupó activamente del derecho minero francés, debido a que por esta época la explotacion minera comenzó a tomar un gran desarrollo i a situarse como una de las industrias mas importantes de todos los países. El descubrimiento de la máquina a vapor i los progresos tan rápidos de la metalurjia, así como la construccion de los ferrocarriles no debian tardar en darle de un solo golpe un desenvolvimiento considerable sobre todo para las minas de combustibles. La Asamblea Constituyente por la iniciativa de Mirabeau reorganizó el derecho minero francés. La lei de 28 de Julio de 1791, dividió al efecto las minas en dos categorías: Primero: Minas que no sean de fierro; Segundo: Minas de fierro i usinas. Esta lei dispuso en principio que las riquezas del sub-suelo pertenecian a la Nacion; pero ella disminuia la importancia de los derechos de regalía al abandonar los cien primeros piés del yacimiento a los propietarios del suelo. Todo el resto no podia ser explotado sino en virtud de una concesion dada por la Nacion previa encuesta de las autoridades administrativas i bajo el control i supervijilancia de la Nacion. Para la obtencion de esta concesion, todo francés podia ser candidato; pero la prioridad pertenecia en primer lugar al propietario del suelo, en seguida al descubridor.

El uno i el otro tenian por lo demas, el derecho de invocar sus títulos para volver a entrar en posesion de una concesion, si ellos hubiesen rehusado primitivamente dejarla otorgar a un extranjero.

La concesion no debia abarcar mas de 12,000 hectáreas i no era autorizada por mas de cinco años. Cuando la explotacion era abandonada durante un año i sin razon válida, ella volvía al dominio público i podria ser reconcedida. En cuanto a las minas de fierro i usinas, ellas no podian ser explotadas sino en virtud de una autorizacion dada despues de una encuesta por la autoridad departamental. Ella era concedida a la prioridad. Esta lei fué completada, por lo demas, por el decreto de 3 de nivose año VI. Poco tiempo despues,

en 1794, dos sucesos importantes provocaron un cambio considerable en el Servicio de Minas. A saber: 1.º la creacion de la Agencia de Minas que ha sido el origen de la Comision actual de los Anales de Minas; 2.º la reorganizacion de la Escuela Nacional de Minas. El decreto de 27 de Setiembre de 1794, fijó las condiciones del concurso para la admision de los alumnos de minas de la República. Merece anotarse sobre todo, el artículo 5.º de este decreto que dice: «El examinador buscará ménos juzgar al candidato segun los principios de tal o cual obra, que de asegurarse de su intelijencia». Esta notable recomendacion observada aun hoi dia, ha valido a esta Escuela la formacion de hombres mui distinguidos i notables, no solamente desde el punto de vista de la ciencia de la minería misma, sino tambien a todas las ciencias i a todos los conocimientos humanos. El decreto de la Convencion de 22 de Octubre de 1795 trajo sobre este punto, todavía una modificacion importante relativa a la admision de alumnos esternos semejante a los requisitos exijidos para las admision de lo alumnos de la Escuela de Puentes i Calzadas. Esta institucion tuvo la misma influencia que habia tenido allá. Ella estimuló a los profesores aportándole una cláse mas numerosa i despertó la emulacion de los alumnos.

La influencia ha sido tanto mas favorable para la Escuela de Minas, que para los Ingenieros del Estado, i han sido ménos nombrados que en la Escuela de Puentes i Calzadas.

En el mismo año de 1795 se fundó la Escuela Politécnica destinada por el decreto de 30 vendimiario, al reclutamiento de los Ingenieros de Minas del Estado. Desde este momento se puede decir que el Cuerpo de Ingenieros de Minas se fundó sobre las bases que actualmente tiene. Se observa por esta reseña rápida del Cuerpo de Ingenieros de Minas, que este organismo fué mui posterior al de Puentes i Calzadas i que si el antiguo réjimen constituyó este último, es a la primera república que debe su fundacion. Se puede, por lo tanto, llegar a la conclusion razonable que no son los Gobiernos que merecen el reconocimiento de las instituciones que ellos establecen porque estas instituciones nacen forzosamente i necesariamente cuando las necesidades se hacen sentir como un órgano, es la consecuencia de su funcion, i cualquiera que sea el modo de gobierno, ya sea autoridad lejislativa o ejecutiva, reinado, imperial o parlamentaria. La Escuela de Minas de Paris, ha debido sufrir todavía numerosas vicisitudes hasta llegar a su constitucion actual. Un decreto del primer Cónsul, de 12 de Febrero de 1802, suprimió i envió a los ingenieros del Estado a perfeccionar sus conocimientos en dos escuelas de aplicacion. La una en Geislautern, era especialmente destinada al estudio de las hullas i del fierro; la otra, en Pezey, dedicada a los otros metales. Por lo que toca a la misma Escuela de Minas, por la cual pasaban los alumnos ántes de ir a estos establecimientos prácticos, ella existia en la ciudad de Moutiers. Pero estas escuelas no tuvieron una vida larga i por esta causa es inútil hablar acerca de ellas. Poco tiempo despues aparece la lei de 1.º de

Febrero de 1810, la primera lei completa que hayamos tenido sobre minería i la que ha dejado mayores rasgos en el Derecho Minero actual.

La lei de 1810 queda muda sobre la propiedad minera, por lo que se refiere a las riquezas del sub-suelo de todo oríjen. Sin embargo, segun el sistema que ella ha adoptado parecia establecido sobre el principio de la dominialidad. Ella puso, en efecto, por condicion indispensable a toda explotacion, la obtencion de una concesion dada por el Estado pero divididas las sustancias minerales en tres categorías: 1.º Sustancias concesibles; 2.º Sustancias no concesibles; i 3.º Sustancias no concesibles pero sujetas a cierta servidumbre de las sustancias concesibles. La explotacion de cada una de estas tres categorías daba nacimiento a tres categorías de sustancias de minas: las minas propiamente tales; las canteras i las «minieras», (explotaciones especiales). Las sustancias concesibles enumeradas limitativamente por la lei de 1810, comprende la mayor parte de aquellas que tienen mayor valor industrial i cuya explotacion ha tomado mas desarrollo. Se puede decir que la concesion se aplica a la mayoría de las sustancias minerales hoi dia explotadas. Esta concesion no es dada por el Estado, sino previa encuesta hecha por la administracion quien tiene toda la facultad de concederla o denegarla. Es el Estado quien selecciona al concesionario a quien nombra por un acta llamada «acta de concesion» que sólo el Estado puede quitarle. Esta concesion está sujeta por lo demas, a ciertas obligaciones, que son: 1.º Indemnizacion correspondiente al sub-suelo, es decir, indemnizacion dada al propietario del suelo siempre que éste no sea el concesionario; 2.º Impuestos varios: Debido no solamente por el hecho de la posesion de un inmueble terrenal, sino tambien por el hecho de la posesion de una mina; 3.º Indemnizacion al descubridor, i 4.º Supervijilancia constante de la explotacion por los prefectos e ingenieros de minas desde el punto de vista de la seguridad de los habitantes de la superficie, como del trabajo especialmente peligroso, de los obreros mineros.

Mediante esta servidumbre, la concesion se torna en una propiedad *sui generis*, tomando todas las ventajas i la fijeza de una propiedad inmobiliaria. La lei de 1810 habia igualmente reglamentado las explotaciones de las usinas metalúrgicas que no podian ser establecidas i modificadas, sino por una autorizacion otorgada por la administracion en las mismas condiciones que un acta de concesion. Gracias a esta lei que suprimia el estado precario de las antiguas concesiones mineras i merced tambien al desenvolvimiento incesante de la estraccion de las hullas, que ha llegado a ser como el pan industrial, la industria minera i la metalurgia tomaron desde esta época en Francia una estension considerable.

Los decretos de 18 de Noviembre de 1810, de 1812 i de Enero de 1813, completaron la lei especialmente bajo el punto de vista de la policia minera. A continuacion de los sucesos de 1814 las escuelas prácticas de Geislauterne i de Pezey, desaparecieron i el 2 de Agosto de 1816, la Restauracion creó

en la cuenca minera de Saint Etienne la escuela de este nombre. Poco tiempo despues fué reconstituida la Escuela Nacional Superior de Minas de Paris sobre nuevas bases.

La lei de 1810 fué vivamente atacada despues de su aparicion; pero ella no sufrió modificaciones importantes sino el año 1838. En este momento los descubrimientos de grandes yacimientos de sal jema de la Lorena, fué la causa de una reforma del Derecho Minero i éstas fueron objeto de una legislacion especial. La lei de 27 de Abril de 1838 modificó, igualmente, sobre ciertos puntos, la lei minera jeneral por ella fijó nuevas ordenanzas a los casos de las minas inundadas por las aguas i haciéndolas inexplotables i consiguió en el derecho minero frances la revocacion eventual de las concesiones de minas. 10 años despues, en 1848 nuevos proyectos de lei fueron preparados por la administracion. Un decreto de 17 de Abril de 1849 ensanchaba la enseñanza de la Escuela Nacional Superior de Minas, creando nuevas cátedras. El decreto imperial de 24 de Diciembre de 1851 reorganiza el Cuerpo de Ingenieros de Minas sobre nuevas bases que son mas o ménos las mismas de su constitucion actual. Otro decreto de 15 de Setiembre de 1856 reorganiza la administracion i los reglamentos de réjimen interior de la Escuela. En fin, de lei de 1866 que fué el resultado de todos los proyectos elaborados, procuró dar a las usinas metalúrgicas mayor libertad para permitir su desarrollo i luchar mas eficazmente contra la competencia extranjera. Esta lei redujo a 79 los 96 artículos de la lei de 1810; suprimió la servidumbre de las usinas metalúrgicas i asimiló la sal i el fierro a las otras sustancias concesibles. En fin, en una nueva lei, la de 10 de Julio de 1880 modificó aun algunos artículos de la lei de 1810 especialmente en lo concerniente a la policia de las minas i la explotacion de la minera i del fierro.

Esto es, en suma, el réjimen de la lei de 1810 modificada por las de 1866 i 1880 en que vivimos hoi dia. Estas leyes son las que limitan los poderes de la administracion i fijan las reglamentaciones de la explotacion cuya supervijilancia i control está a cargo del Servicio de Minas. Pero este Código se considera todavía mui imperfecto. Con el desenvolvimiento tomado por la industria minera, los antiguos artículos de la lei de 1810 son de una aplicacion difícil i frecuentemente insuficiente. Las cuestiones relativas al trabajo minero han tomado una importancia que no la tuvieron en tiempos anteriores i por esta causa ha debido reorganizarse la policia minera.

En fin, desde el punto de vista de la explotacion misma, el Estado no está suficientemente armado contra los concesionarios que no le dan valor a sus concesiones dejando estacionarias estas fuentes considerables de riqueza.

Es por esto que se ha formado últimamente una comision extra-parlamentaria para considerar un estudio de estos puntos. Ella tiene por objeto visitar los diferentes centros mineros franceses, a fin de darse cuenta de las

reformas que importan, tanto desde el punto de vista de la institucion de las concesiones como del trabajo de los obreros mineros.

El proyecto de lei que debe presentarse a las Cámaras, será posiblemente una reforma completa del derecho minero frances i mejor adaptable a las nuevas exigencias de nuestra sociedad contemporánea.

Al efecto, en *Boletín Minero* N.º 266, del año 1921, se ha publicado la lei de 9 de Setiembre de 1919, que modifica a la del 21 de Abril de 1810, e introduce tres nuevas e importantes reformas relacionadas con la duracion de las concesiones: 1.º cesando éstas de ser perpetuas, 2.º la introduccion del principio de la participacion del Estado i 3.º participacion del personal en las utilidades de la explotacion.

---

## Primeros auxilios a los heridos en las labores Mineras <sup>(1)</sup>

### I

La Junta técnica de prevision de los accidentes del trabajo hace obligatorio el empleo de aparatos para socorrer a los heridos de las labores mineras. Bien parece, ya producido el accidente que no puede evitarse, disponer de medios preventivos de la agravacion del daño causado; pero el lejislador deja al buen criterio de cada uno la adopcion de los que crea mas apropiados, puesto que el catálogo de mecanismos preventivos de los accidentes del trabajo, aprobado por Real órden de 2 de Agosto de 1900, sólo dice en el apartado H de la seccion 4.ª Minería: «Aparatos para socorrer a heridos de las labores mineras», sin especificar cuáles hayan de ser éstos. Las direcciones mineras ante prescripcion tan indeterminada, se limitan al cumplimiento de lo espresamente dispuesto en el reglamento de Policía minera, i algunas salen del paso contratando la curacion de heridos con el médico que mas próximo resida o de mas agradable trato sea, teniendo en la mina un sirviente en funciones eventuales de sanitario, practicante profesional o aficionado espontáneo, de valor probado para no impresionarse ante heridas sangrantes, que llegado el caso actúa de Quiron barato. En una mina de mas de 1,000 obreros i produccion mensual de 2,000 toneladas de mineral, conocí a un jubilado rapabarbas que simultaneaba la facultad galénica con el arte culinario, pues, por razones de buena administracion doblaba en su papel ejerciendo los cargos de practicante i cocinero de la residencia de empleados. Cuando allí habia herido grave o accidente seguido de muerte, los comensales

(1) «Revista Minera, Metalúrgica i de Ingenieria», N.º 2819 i 2828.

del maese sardinas le rechazaban con repugnancia sus guisos, baturrillo de salsas i bálsamos, condimentos i untos; i el gaudeamus de sus pupilos quedaba reducido aquel dia a colacion de fiambres por ellos mismos preparada, que alguna vez no fué mas de pan i queso. Sacrificio gastronómico de un dia bien compensado por tener la cocina bajo la direccion de un pariente, aunque espúreo, de los Asclepios. ¿I para los heridos serian bastante garantía de curacion las emplastaduras aplicadas por marmiton socarron i travieso? ¡Quien sabe! misterios del promisenio. Quizá parezca que presto demasiada atencion a estas historietas del jénero bufo. ¡Pero cuánto mandil de cocinero ofició cual blusa de cirujano en algunas minas i cómo por tales farandulerías en ocasiones se produjo la tragedia!

Despues que el médico interviene i el herido queda bajo su custodia, descontados los casos en que la actuacion médica sólo alcanza a certificar defunciones, todo irá bien. Pero desde que se produce el accidente en las labores interiores, hasta que el herido se encuentra garantido por la tutela médica, a cuántos martirios i peligros se le espone cuando es evacuado, sin elementos ni artefactos apropiados, por escalas de realces o calderillas, galerías i pozos de estraccion; i qué indefenso va contra contaminaciones sépticas i pérdidas sanguíneas. Hai que imaginarse para comprender esto, a un fracturado de fémur en una labor de realce o barrancos, que tiene que ser conducido a hombros, hasta la planta, por escalas i sacado a la calle en la jaula, si no lo es en un caldero, espacio reducido en el que sólo puede ser condicionado en posicion vertical, mal sostenido por dos compañeros. El destrozo que en los tejidos blandos van haciendo los fragmentos del hueso fracturado, es siempre de mayor gravedad que el traumatismo inicial que se produjo por el accidente. Pues, ¿i los materiales que se utilizan para cubrir heridas o hacer compresion sobre superficies sangrantes? Los mas asépticos son: jirones de ropas sucias, papel embarrado de los cartuchos de dinamita i trozos de cuerdas viejas de cáñamo, lubricados con grasas ácidas, vehículos apropiados para el cultivo de toda especie saprójena.

Para librar de estos riesgos, a que por deficiencias de organizacion se espone a los heridos, en los primeros momentos de producirse el accidente, deben tenerse en las labores equipos de primera curacion i aparatos para la cómoda conduccion de los lesionados, estando adiestrados en el manejo de ellos los encargados de trabajos i los obreros mas inteligentes. Así tambien se evitará que pueda darse el triste caso de que aquel que fué conquistado a la muerte por el heroismo de un compañero que, despreciando el peligro se lanzó a salvarle, muera despues por falta de apropiados socorros de urgencia, cual si estuviera abandonado entre hombres que tanto harian por él si supieran i pudieran, i faltos de medios e ignorando las mas elementales nociones de las prácticas de salvamento, con un buen deseo pero en una desastrosa orientacion, por querer socorrerle le infrinjen un mayor perjuicio.

Al prestar los primeros auxilios a un herido, hai que proceder con pru-

dente decision, sin vacilaciones dilatorias, calmando la ansiedad emotiva de la víctima, al darle la sensacion de que ha de recibir un socorro pronto i seguro evitando toda nueva violencia que aumente la destruccion de tejidos suprimiendo las causas de dolor cohibiendo los derrames sanguíneos con una discreta compresion i protejiendo las heridas abiertas, de contactos impuros; que puedan infectarlas. Procediendo así se pone el mas pronto remedio a las consecuencias inmediatas del accidente traumático, que son el shock i la hemorragia; i se conjura el peligro mediato de la infeccion, que puede ser el mas funesto. El shock, que comienza por consecuencia de la depresion psíquica que se siente ante la insólita agresion de un agente vulnerante, aumenta con el desgaste nervioso que producen el dolor i la hipotension vascular consecutiva a las hemorragias. Las soluciones de continuidad en la piel i mucosas, son puertas de entrada para elementos infecciosos.

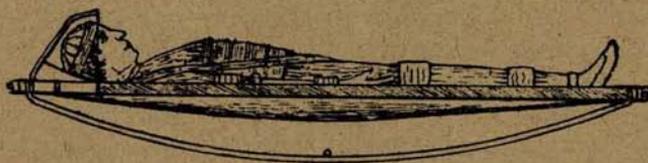
Los primeros cuidados que en el mismo lugar i momento del accidente pueden i deben prestarse a los heridos, hasta dejarlos bajo la proteccion médica, se simplifican en tres indicaciones esenciales: asegurar un reposo absoluto, mantener la calorificacion i aislar las heridas de contactos sépticos; i dos intervenciones accidentales: aplicar ligaduras elásticas si hubiere hemorragia i hacer la respiracion artificial en caso de síncope respiratorio. El shock traumático, trastorno el mas precoz i temible en accidentes de mediana o mayor intensidad, tiene su mejor preventivo en el reposo; reposo psíquico i reposo muscular. Suprimido todo movimiento i todo motivo de preocupacion o esfuerzo, disminuyen el dolor i la sensacion penosa de espanto, i el herido en tranquila conformidad queda bien dispuesto para reaccionar de la depresion neurovascular que la violencia del golpe produjo. Abrigado el accidentado, hai que evitar que los heridos se enfrien; con envolturas templadas o proporcionándoles calor por medio de sacos de tierra, frascos de agua o planchas calientes, se activa la circulacion periférica previniendo los desastrosos efectos de anemias i conjestiones viscerales consecutivas a éxtasis sanguíneos. Aseptizando i taponando la zona traumatizada se prevé el riesgo de la infeccion, complicacion la mas lamentable en heridas i sobre accidente que siempre amenaza, porque inhibida la funcion nerviosa por consecuencia de la brusquedad agresiva del choque i en estupor local los tejidos contundidos, se suspenden las actividades defensivas del organismo, i la invasion por agentes infectivos está favorecida. Puede ocurrir que por rotura de un vaso arterial la indicacion de mayor urgencia sea cohibir la hemorragia que amenaza con colapso mortal; en estos casos no hai que dudar, apretar firme sobre i por encima de la herida i sin perder momento reclamar la presencia de quien pueda asumir responsabilidad de situacion tan crítica. Detalle mui interesante que nunca debe olvidarse: colocar al herido en plano ligeramente inclinado con la cabeza en el extremo inferior. Si por contusion sobre el tórax, intoxicacion por gases deletéreos o asfixia por falta de oxígeno

se produce el síncope respiratorio, sin titubeos se empieza a practicar la respiración artificial.

Estas intervenciones son para realizadas, como ya lo hemos dicho, en el momento i lugar donde se produce el accidente. Echarse el herido a hombros i alocadamente correr con él en busca de auxilios médicos, es esponerse a llegar al fin de la huida con un cadáver. En esos primeros i trágicos instantes precisa disponer de cierta energía, i con la serenidad del que está seguro del bien que hace, prestar los primeros auxilios siguiendo el método que proponemos u otro cualquiera con el que se consiga conjurar los riesgos inmediatos del shock, parálisis de la circulación periférica, sedación nerviosa por dolor, hemorragia i desgarro de tejidos por movimientos espontáneos o provocados en el herido i prever el peligro mediato de una infección.

Para bien proceder es necesario disponer de aparatos apropiados i material de socorro. Nosotros reducimos el equipo de primeros auxilios a los heridos en las labores mineras a la camilla de afianzamiento i al botiquín de urgencia.

La camilla de afianzamiento sirve para colocar al herido en cómoda posición, inmovilizando las regiones traumatizadas. La armadura de esta camilla se reduce a un batidor rectangular de 1,90 metros los largueros, por 0,60 metros los travesaños, de tubo de hierro de  $\frac{3}{4}$  de pulgada, material



resistente i de poco peso, que va montado sobre dos arcos circulares, los apoyos, de barra de hierro en T con la rama vertical hacia adentro, que arrancan de los extremos de los largueros i dan una altura de 20 centímetros. Cada larguero con el arco de apoyo forma el perfil de un segmento de círculo de 1,90 metros de cuerda i 20 centímetros de flecha. El lecho es de lona ajustada al bastidor por medio de jaretas, en las que entran los largueros i travesaños de cabeza; sobre el travesaño de piés se refleja para hacer la tensión con una correa, que abrocha en la parte inferior. Unidos a la lona, i siendo elemento esencial de ella, van los lazos de sujeción; al nivel del lugar que corresponde al tronco se desprende un cinturón de 35 centímetros de ancho, con hebillas en sus bordes libres; en la zona de la cabeza, una capelina que se adapta i cierra sobre la frente con una trinchera; lazos a manera de tirantes que pasan por las axilas e ingles, suspendidos del travesaño cabezal, i a la altura de brazos, antebrazos, muslos i piernas, pulseras para enlazarlos. La capelina se fija por cosido directamente al lecho, i las restantes ataduras por inter-

medio de presillas, que les permiten el desplazamiento necesario para ajustarse a las diferentes tallas de los heridos.

Todos estos lazos de fijacion i sustentacion deben ser flexibles para que no lastimen, i fuertes para resistir un exceso de peso, asegurando la contencion del herido; el material mas apropiado para ello es la lona naviera.

Apoyada en el travesaño cabezal i extremos superiores de los largueros, se desprende una chapa de hierro que, inclinada a manera de visera protege la cabeza de las tierras o piedras que pudieran desprenderse al bajar por castillejos o subir de calderillas.

El cabecero tiene en el centro un brazal del que puede suspenderse la camilla cuando precise descolgarla por las labores i en todo caso sirve de agarradero; a nivel del travesaño de piés la lona está fenestrada dejando otros dos agarraderos para el mas fácil manejo.

A los 30 centímetros de su extremo superior la lona del lecho se desdobra en dos hojas, la de abajo continúa en direccion horizontal hasta enjaretarse en el cabecero i la de arriba abrochada a distintas alturas, segun las exigencias de cada caso, en los bordes laterales de la visera, queda en plano inclinado haciendo de almohada para la mas cómoda colocacion de la cabeza.

En la mitad inferior de la lona se forma un cogujon o bolsa de alforja para colocar el calorífero, que es un depósito de zinc, de seccion elíptica de  $25 \times 8$  centímetros i 40 centímetros de altura; su parte inferior, por donde se abre, va cerrada con tornillos a presion, i en la parte superior i anterior tiene un orificio con tapon a rosca, perforado en el centro. Dentro del depósito, bien seco, se pone un terron, 1,5 a 2 kilogramos de cal viva; se procura que sea cal grasa; cerrado el depósito i parafinado el tapon i juntas de los cierres, la cal se conserva i indefinidamente sin hidratarse. Para hacer funcionar este aparato basta echarle 2 litros de agua por el orificio superior i cerrar; en seguida se produce calor i la presion interior hace saltar la parafina del tapon por el que se establece una válvula de seguridad que desprende un sutil chorro de vapor de agua i reparte el calor por debajo de la manta que cubre al herido.

Al señor Maculé, ayudante facultativo de Minas i jeómetra de esta Empresa Minera, servicial i buen amigo, debemos la interpretacion gráfica de nuestra camilla de afianzamiento, i en estos dibujos supo espresar con todos sus detalles lo humanitario que es para el pobre minero herido.

Fijado i asegurado el herido en esta camilla, que fácilmente se trasporta i por todas partes pasa, puede ser llevada inclinándola sin peligro en todas las direcciones que su tránsito por las labores subterráneas exija. En posición vertical se baja o sube por castillejos o calderillas sin que los extremos de los largueros se enganchen en los palillos de las escalas, de los que desvian los apoyos; a lo largo de los reales puede deslizarse como trineos; en las plantas ser colocada i conducida sobre una vagoneta; i en la jaula o caldero acon-

dicionarse verticalmente, sin que el herido, bien inmovilizado, sufra los efectos de movimientos bruscos.

Al llegar a la calle no merece la pena perder el tiempo en acoplar un toldo, artefacto molesto i tétrico. Mantas suficientes en todo tiempo, con cubierta impermeable en invierno i un sombrero para la cabeza en verano, es todo cuanto hace falta; así el herido se harta de aire puro en atmósfera libre, la mas preciada medicacion que ha de desear quien sufrió en las oscuridades de la mina; i el paseo que se le da hasta llegar a su casa o al hospital espuesto a todo tiempo, pero bien abrigado el cuerpo i con la cara a pleno aire saturándose de oxígeno i viendo el cielo, es el mejor estimulante para cuerpo magullado i espíritu abatido.

Las camillas de afianzamiento con el calorífero cargado, se han de tener en sitios próximos a los tajos de trabajo, habiendo por lo menos una en cada cóncavo de las plantas que lleven labores en actividad, para que, al producirse el accidente nunca haya de ir el herido, casi arrastrado cual fardo inerte



o sacando fuerzas de flaquezas, en busca de la camilla, sino que sea la camilla la que rápidamente pueda ponerse a servicio del herido; i en tanto ella llega, se le prodigan los remedios que en el botiquin de urgencia hai preparados.

Botiquin de urgencia llamamos a una caja que contiene los materiales necesarios para la pronta asistencia provisional de un herido i cuyo manejo podrá confiarse a legos en el arte de curar, previa una explicacion de la aplicacion de cada uno de los elementos que en ella se encuentran. A toda bri-

gada obrera se debe dotar con uno de estos botiquines, que tendrán siempre dispuestos para ser utilizados de la manera que diremos en otro capítulo porque éste habria de prolongarse quizá mas de lo que la paciencia del buen lector pudiera soportar.

## II

Garantidos con la camilla de afianzamiento el reposo i calorificacion que aseguran el buen comienzo en los cuidados que se deben a las víctimas de accidentes traumáticos, se completa la eficiencia de los primeros auxilios, reaccionando a los lesionados i protejiendo sus heridas en prevision de posibles hemorragias i contactos sépticos.

Herido que conserva el ritmo respiratorio i no pierde cantidad alarmante de sangre, pero con piés, pulsos, nariz i orejas en frialdad progresiva, voz apagada i enerjías que desfallecen en laxitud muscular, necesita un estímulo de reacciones vitales, algo que sostenga el tono cardíaco. Una pocion a base de ergotina, alcohol, café y azúcar, resulta bebida agradable i remedio que sin pretender emular excelencias de medicaciones heroicas, modestamente llena esta indicacion en oportunidad terapéutica. Mitiga la penosa sensacion de sed que sienten casi todos los heridos, reintegra al organismo parte del agua perdida por hemorragia o sudacion, aporta materiales termójenos que regulan el metabolismo de la funcion nutritiva, equilibra la tension nerviosa, i vigoriza la fibra muscular. El siguiente preparado, que es un buen estimulante difusible, compuesto de:

Ergotina.....	25 centigramos.
Coñac.....	} aa 40 gramos
Jarabe de naranjas.....	
Infusion de café.....	170 »

puede servir con ventaja para hacerlo beber al accidentado, en una o dos veces, cuando se le sustrae a la accion del elemento agresor, i al llegar al pozo de salida.

Las lesiones que sufre el minero en el trabajo son por causa de golpes, con o sobre superficies duras i desiguales que magullan, rompen, desprenden i arrancan los tejidos. No es la seccion limpia que en la piel i órganos profundos hacen las herramientas de filo, o el arma acerada del jaque. Son heridas contusas de estensa zona difusiva, bordes irregulares, dislacerados, anfractuosas, en que nada hai cortado, todo fué roto por desgarró o aplastamiento; manchadas con fragmentos del agente vulnerante que quedan retenidos o incrustados en el fondo de tejidos averiados i desvitalizados con sus defensas naturales mui disminuidas a consecuencia del estupor local que la violencia del choque produjo; en las que la hemorragia primitiva es escasa, pero al

cesar el *shock* que siempre las acompaña, las pérdidas sanguíneas pueden llegar a ser alarmantes. Ante estos traumatismos hai que tener en cuenta que siempre existe el peligro de una hemorragia consecutiva, coincidente con los primeros fenómenos reaccionales, i que la mortificación de los tejidos contundidos ofrece excelente medio de cultivo a jérmes patójenos.

La mejor proteccion de estas heridas es esterilizar el foco traumático i todas las sustancias que lo invaden, i cubrirlas con material apropiado, bien adaptable, que tapone i comprima las superficies cruentas. En el lugar i momento de producirse el accidente no es posible limpiar una herida i librarla de los cuerpos estraños que la ensucian, pero sí, se puede intervenir precozmente i con buen éxito, desinfectando toda la zona traumatizada con alcohol iodado, i así aseptizada la rejion herida, taparla con un apósito esterilizado que evite absorciones sépticas.

La mina, sobre todo en los trabajos de escavacion, es pobre en flora bacteriana, i las heridas sufridas en las labores interiores no se infectan primitivamente; pero al querer remediar el daño, limpiándolas i vendándolas con los primeros trapos i cuerdas que a mano se encuentran, por no disponer de cosa mejor, se ponen los tejdos desgarrados en contacto con estrazas sucias, causa bastante para infecciones secundarias que pueden llegar a ser mui peligrosas en las abandonadas condiciones de receptividad que ofrecen las complejas lesiones producidas por violentas percusiones que al romper la piel inutilizan el cerco defensivo del organismo contra invasiones microbianas. Preferible sería no tocar estas heridas hasta poder curarlas asépticamente, respetando el plaston de barro i sangre coagulada que sobre ella se forma, ocluyéndolas provisionalmente; apósito espontáneo que aceptaríamos sistemáticamente como bueno. Pero no siempre se producen los accidentes en lugares puros, i en cambio todos los heridos para llegar a la calle, han de recorrer galerías en las que la permanencia prolongada del hombre dejó caer sus detritus, materia orgánica que favorece el desarrollo de la organizada, i el paso por esos lugares no está exento de peligros para heridas insuficientemente protegidas; peligro que se aumenta en las minas donde el arrastre de vagonetas se hace con équidos, pues allí acecha el virus del terrible tétanos. Lo mas discreto, en evitacion de maniobras i aplicaciones desastrosas i perjudiciales, es tener dispuesto en todo lugar donde pueda producirse el accidente, el material de curacion idóneo para un pronto i buen socorro; esto que además de discreto es humano, tambien resulta en definitiva lo mas económico, puesto que la primera cura prepara el curso post-traumático, i la rapidez del proceso cicatricial.

Aun cuando las hemorragias primitivas sean escepcionales en los traumatismos por percusion i magullamiento, que son los que de ordinario se sufren en las minas puede ocurrir que la sutura de un grueso tronco arterial, o el golpe con la arista o pico de un trozo de roca, o herramienta de trabajo, que localiza todo al efecto útil de la violencia contusiva sobre una zona limi-

tada, i seccionar los tejidos sin desgarros que determinen retracciones ni estupor local, vaya seguido de alarmante derrame sanguíneo que compromete la vida de la víctima i desorienta a los que la acompañan. En tal situacion lo primero ha de ser sustraerse a la impresion azorante del peligro i asegurar la hemostasia por compresion. En heridas de la cabeza i tronco, haciendo la presion directa sobre la superficie sangrante; i en las de las extremidades por construccion circular a distancia, entre el foco hemorrájico i la raiz del miembro herido.

Los desprendimientos de tierras pueden dejar obreros soterrados que son rescatados en muerte aparente por síncope respiratorio; la salvacion de estos accidentados hai que fiarla al inmediato empleo de la respiracion artificial. De la técnica de este preciado recurso terapéutico habremos de ocuparnos al tratar de socorrer a los accidentados por las corrientes eléctricas empleadas en la industria.

En nuestro botiquin de urgencia se encuentra el material de cura necesario para proteger las heridas en el momento de producirse, simplificado de manera que puede ser bien usado aun por los no instruidos en tales menesteres, con una sola vez que lo vean emplear.

Cada caja-botiquin lleva: tres frascos para torundas iodadas, diez paquetes de apósitos de urgencia de diversos tamaños, una venda elástica, un frasco de la pocion estimulante i dediles de goma preparados.

Los frascos para torundas iodadas son unos bocalles de boca mui anchos i 30, 50 i 125 gramos; cada uno contiene un cuarto de su cabida de alcohol iodado al 5 por 100 i una pelota de algodón hidrófilo provisto de fiador de hilo fuerte, que entra a presion hasta el tercio superior; tapados con papel impermeable apergaminado, perforado para dar salida al cordonete fiador, tape que se perfecciona por un revestimiento de parafina. Con este cierre hermético no se evapora el alcohol. Al servirse de ellos se invierten para que la pelota de algodón hidrófilo (torunda) se empape en el iodo; tirando el cordonete se rompe el papel de cubierta i sale la torunda iodada con la que se desinfecta la herida. El alcohol iodado que queda en el frasco lo aprovecha el operante para limpiarse las manos. Como el tamaño de la torunda está en relacion con el del frasco, se destapará el que se necesite, segun la estension de la superficie herida.

El apósito de urgencia no es mas que una torunda de lienzo fuerte sobre la que hai fijada una compresa absorbente de algodón i gasa hidrófilos en tres modelos para las diferentes magnitudes de las zonas traumatizadas. Fronda de seis cabos, 1,25 metros de largo i 0,22 metros de ancho, con la compresa de 0,25×0,20 metros; que sirve en casos de heridas estensas del tronco, muslos pierna, antebrazo i brazo. Fronda de cuatro cabos, 1 metro de largo i 0,20 metros de ancho, con compresas de 0,15×0,10 metros, apropiada a heridas de cabeza i de mediana estension. Fronda de cuatro cabos, 0,80 metros de largo i 0,06 metros de ancho, con compresa de 0,10×0,05

metros; para heridas en los dedos o cualquier herida pequeña. En superficies cruentas que no alcancen a cubrir compresas de modelo mayor, puede emplearse mas de un apósito.

Cada apósito, doblado con la compresa hacia adentro, va envuelto, formando un rollo, en papel impermeable; por la parte interior del papel, en lazo circular que le rodea por el centro, se pasa un bramante con el cabo exterior libre en unos 10 centímetros. Engomado el margen terminal de la envoltura del paquete i despues de esterilizado en autoclave, se cierran sus puntas previamente taponadas con algodón hidrófilo, i se parafinan. Envoltura bastante a garantizar la esterilizacion del material de cura contenido. Para usarlos se tira del cabo libre del bramante, que corta el papel, i con las manos ya limpiadas, aprovechando el sobrante de la torunda iodada, se coje la pieza del apósito por la parte del lienzo, evitando tocar la compresa que se aplica directamente sobre la herida, i se atan los cabos de la fronda siguiendo la direccion que mejor los adapte a la rejion protegida.

La venda elástica se emplea para cohibir hemorragias en heridas de las extremidades, cuando el derrame de sangre es abundante i a borbollones, arrollándola en una serie de vueltas apretadas sobre el segmento lesionado, ocho o diez traveses de dedo por encima de la herida; i en seguida tapar con el apósito. En heridas de la cabeza i tronco la venda elástica no siempre tiene exacta aplicacion; en estos casos la compresion ha de ser directa, con el apósito sobre la superficie sangrante. Colocada la venda elástica, debe tenerse el menor tiempo posible, pues la estrangulacion que está haciendo es aceptada a título de mal necesario, pero prolongada resultaria en definitiva perjudicial; no confiar, i poner rápidamente al herido bajo los cuidados de médico o practicante capaz de hacer la hemostasia definitiva.

La pocion estimulante sólo será necesaria en accidentes graves o emocionantes, seguidos de depresion nerviosa en la víctima. Un pequeño detalle: no aceptar nunca para estos botiquines frascos de tapón esmerilado; son mui bonitos, parecen mas limpios, pero al ir a servirse de ellos el tapon se ajustó tanto que el destape plantea un problema, a veces de grado superior i con una sola solucion real, que es la violencia; i en los momentos de urgencia se debe aspirar a encontrar todo resuelto. Tapon de corcho enlazado con un cordonete i parafinado: esto es, cierre perfecto i el descorchado fácil; con tirar del cordonete salta el tapon.

Es frecuente en el trabajo producirse pequeñas heridas i rozaduras en los dedos de las manos, tan pequeñas que no impiden continuar la labor, ni justifican la terminacion de la jornada, pero que puede ser causa bastante para determinar procesos inflamatorios, focos supurados i linfajitis, que si las mas de las veces no llegan a tener importancia, en ocasiones alcanzan gravedad insólita, estendiéndose a la mano i brazo. Para evitar este probable peligro, hai en el botiquin de urgencia un frasco con dediles de goma.

Los dediles están lubricados en su interior con aceite lisolado para evitar su adherencia a las escoriaciones o heridas que cubren; en el fondo del frasco se pone un trozo de algodón mojado en formalina, i en ese ambiente de vapores de formol los dediles se conservan esterilizados. Al sufrir una de esas pequeñas heridas o arañazos, se desinfecta con la torunda iodada i protege con un dedil; pudiendo seguir en el trabajo sin riesgo de infeccion, hasta que terminada la jornada se solicite la asistencia médica oportuna.

Tal es el sencillo botiquin de urgencia, que permite luchar con éxito contra el enemigo mas formidable del traumatizado, la infeccion. Heridas asépticas son heridas curadas en cicatrización rápida i sin escuelas de deficiencias funcionales ni deformidades anatómicas, por exuberancia de tejido cicatrizal, atroñas musculares i rijideces articulares. El pequeño gasto que impone su empleo, con exceso reintegra la reduccion del período de incapacidad temporal i los sufrimientos ahorrados a la inevitables víctimas de los inesperados percances del trabajo.

Para animar a reacios i prudentes, les brindamos en una fórmula única la razon que justifica el presupuesto necesario para los primeros ausilios a los heridos en las labores mineras; que cabe dentro de los límites de una discreta administración, economiza dolor i dinero.

DR. G. SÁNCHEZ MARTIN.

---

---

## CONSULTAS

Desde el próximo número quedará inaugurada la sección *Consultas* de este Boletín; en ella aparecerán las contestaciones que daremos a las preguntas que se nos dirijan sobre materias técnicas referentes a la minería. Toda correspondencia deberá ser dirigida al Secretario de la Sociedad Nacional de Minería, Santiago, Casilla 1807.

## SUMARIO DE REVISTAS

En esta sección aparecerán los sumarios de las distintas revistas que lleguen a nuestro poder i que tengan relación con la índole de este Boletín.

*Mining Magazine*

Abril: Minerales grafiticos de oro.—Funciones geo-térmicas del agua.—Produccion de oro mundial.—Máquina de flotacion Atkins.—Efecto de los diques en los yacimientos.

*Mining Journal*

Abril 1.º El desarrollo del tratamiento de minerales en el Rand.

*Coal and Iron Trade Review*

Abril 7. Hornos bajos i planta auxiliar.—Estructura de combustibles.—Constitucion de la antracita.

- » 14. Soportes para pisos, techos, etc., en las minas.—Betонера subterránea.—El nuevo horno eléctrico FIAT.—Combustion espontánea en las minas.—Hornos de acero i jeneradores de gas.
- » 21. Puertas de seguridad en el interior de los piques.—La práctica norteamericana en la cokificacion.—Carbonizacion a baja temperatura.—Combustion espontánea en las minas.
- » 28. Nuevas lámparas eléctricas para minas.—El comercio británico i mundial de fierro i acero.—Efecto de las características físicas en la cokificacion de combustible.

*Mining and Metallurgy*

Abril 6. Revision de la lei minera.—Prospeccion de yacimientos.—El «polvo azul» en la fundicion del zinc.

*Industrial Engineer*

Abril. Atenciones que requiere un motor eléctrico cuando trabaja 24 horas todos los dias del año.—Datos referentes a los cables de los circuitos motores.

*Engineering and Mining Journal Press*

Abril 1.º Sondajes en las montañas «Seven Devils».—Problemas en la instalacion de conductos de ventilacion.

Abril 8. Pérdidas en Pb al fundir minerales de baja lei.—Mercado de las pirritas.—Canadá como productor de oro.

- » 22. Sulfuros minerales como fuente de energía eléctrica.—Fundición de cobre en Africa Central.—Esplotación del asbesto en Quebec.—Profundización de un pique en caliza.

*Chemical and Metallurgical Engineerings*

Abril 5. La fabricación del hierro electrolítico.—Determinación del coeficiente de expansión con el microscopio metalúrgico.—Contribución al estudio del sulfato de amonio.

- » 12. Demanda suiza de sulfato de cobre.—Recuperación del carbono i coke de las cenizas.—Métodos para eliminar el polvo de Zn.—Efectos de la corrosión de las bombas en las determinaciones calorimétricas.
- » 19. Aleaciones.—Aluminio.—Silicon.—Desarrollo de la producción chilena de yodo.
- » 26. Nuevo desarrollo de la industria americana en la fabricación de vidrio.—Aleaciones Y—Problemas térmicos en el refinado del petróleo.—Constituyentes del acero de alta velocidad.—Recientes desarrollos en la industria del azufre.—Corrosión de los aceros cromados.

*Transactions of the Institution of Mining Engineer*

Abril Combustión espontánea en las minas de carbon.

*Journal of the Franklin Institute*

Abril. Radio-comunicaciones a larga distancia.—Levantamientos aéreos.—Cambio de las propiedades físicas de la materia con la presión.

*Revue Universelle des Mines*

Abril 1.º El acero Stainless.—Notas sobre la verificación de la resistencia en los enrollados trifásicos.—Rupturas progresivas de aceros de construcción.—Perfeccionamiento en la construcción de los quemadores para hornos Martin.

Abril 15. Las turbinas a vapor modernas.—Acero Stainless.—Producción de potasa en Alemania el año 1920.—Compresores rotativos.

*Giornale de Chimica Industriale*

Abril. La extraccion del Zn por vía electrolítica.

*Ingeniería Internacional*

Abril. Período de asentamiento de las aguas de albañal.—Puente provisional de armaduras hechas con cables.—Curvas de ferrocarril.—Explicacion i medicion del factor de potencia.—El motor semi-Diesel.—Esplosivos en las minas de carbon.—Condensadores electrostáticos.

*Revista Minera, Metalúrgica i de Ingeniería*

Abril 1.º Estudio del acoplamiento de trasformadores en paralelo.

- » 8. Volcanismo.—Produccion minera-metalúrgica italiana.
- » 24. El voltaje en las instalaciones internas de las minas.—El CO en las minas.





COMPAÑIAS	Valor de la accion		DIAS							
			5		12		19		26	
	Pagado	Nominal	Santiago	Valparaiso	Santiago	Valparaiso	Santiago	Valparaiso	Santiago	Valparaiso
CARBON										
Lebu.....	\$ 50	...	...	...	82½	...	...	...	...	...
Minera e Industrial.....	\$ 25	\$ 25	43½	43	...	...	44	...	...	42¾
Máfil.....	sh 50	...	...	...	101½	...	...	...	103	...
Schwager.....	£ 1	£ 1	...	68	...	66	...	66	...	...
PETROLÍFERAS										
Caupolican.....	\$ 16	...	...	...	7	...	10¼	9¾	8¾	...
Rafaelitas.....	£ 1	...	9¾	9¾	11¼	11¾	...	10¾	10¼	...
Cacheuta.....	\$ 5	...	...	...	3½	...	4	...	5½	...
SALITRERAS										
Agua Santa.....	£ 10	£ 10	...	...	...	...	...	...	...	100
Antofagasta.....	\$ 50	\$ 50	46	...	47¾	...	50¼	50½	49	48½
Boquete.....	£ 1	£ 1	...	...	...	...	...	...	4	...
Chilena Salitres.....	£ 1	...	...	...	...	...	...	...	14½	14½
Dones.....	£ 1	£ 1	...	...	...	...	...	18	...	16¾
Galicia.....	£ 1	...	...	...	30½	...	...	33½	...	...
Lastenia.....	£ 1	£ 1	30½	29½	...	32½	34½	34½	...	32¾
Perfetti.....	£ 1	£ 1	...	...	...	8¾	...	...	...	...

## CAMBIO I RECARGO DEL ORO

DIAS	\$ m/c por £	£ por oro rd.	Recargo oro %	DIAS	\$ m/c por £	£ por oro rd.	Recargo oro %
1.....	39.60	12.70	211.00	17.....	35.80	12.50	185.00
2.....	39.40	12.70	211.00	18.....	35.80	12.50	184.00
3.....	39.40	12.70	210.00	19.....	35.80	12.50	185.50
4.....	39.40	12.70	209.50	20.....	36.80	12.50	191.50
5.....	39.20	12.70	208.00	22.....	36.40	12.50	191.00
6.....	—	12.70	207.00	23.....	37.00	12.50	195.00
8.....	39.40	12.70	207.00	24.....	36.80	12.40	193.00
9.....	39.20	12.70	207.50	26.....	37.60	12.40	204.50
10.....	39.20	12.70	209.50	27.....	37.60	12.40	203.00
12.....	38.80	12.60	204.00	29.....	37.60	12.40	203.00
13.....	37.00	12.60	195.00	30.....	37.60	12.50	205.50
15.....	37.00	12.60	194.80	31.....	37.60	12.40	206.00
16.....	36.80	12.60	193.00				

## COTIZACIONES DEL COBRE

## QUINCENAL EN CHILE

## DIARIA EN LÓNDRES

DIAS	A bordo qq. m. \$ m/c			DIAS	£ por tonelada	
	Barra	Ejes 50%	Minerales 10%		Contado	3 meses
4.....	208.41	90.36½ escala 208 cent.	10.95 escala 119½ cent.	1.....	59.12.6	60.10.0
18.....	195.80	85.32 escala 195 cent.	10.28¼ escala 112¾ cent.	2.....	60. 2.6	60.15.0
				3.....	60. 2.6	60.15.0
				4.....	60. 0.0	60.15.0
				5.....	59.17.6	60. 7.6
				8.....	60. 5.0	60.12.6
				9.....	60. 5.0	60.12.6
				10.....	60. 0.0	60. 7.6
				11.....	60. 2.6	60. 7.6
				12.....	60. 2.6	60.10.0
				15.....	60. 3.6	60.13.9
				16.....	60.10.6	60.16.3
				17.....	61.0. 0	61. 3.9
				18.....	61.16.3	61.17.6
				19.....	62. 2.6	62. 5.0
				22.....	61.17.6	62. 5.0
				23.....	62. 2.6	62.10.0
				24.....	62. 5.0	62.12.6
				25.....	62. 7.6	62.15.0
				26.....	62. 5.0	62.13.6
				29.....	62. 7.6	62.15.0
				30.....	62.12.6	63. 0.0
				31.....	62.15.0	63. 2.6

SEMANAL EN NEW YORK	
DIAS	Cent. por libra
4.....	13. —
11.....	13. ¼
18.....	13. ½
25.....	14. —

SEMANAL EN BERLIN	
DIAS	Marcos por qq. m. 99/99.3%
5.....	7.800. —
12.....	7.800. —
19.....	8.050. —
26.....	8.125. —

## OTROS METALES

DIAS	PLATA		ESTAÑO		MOLIBDENO	MANGANESO	WOLFRAM
	Valparaiso kilo fino \$ m/c	Londres 2 meses Onza Standard Peniques	Londres Contado £	Berlin qq. m. Marcos	Londres 85% Chelines	Londres unidad/ Peniques	Londres 0.5% unidad chelines
4	185.93	35 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	148.10.0	...	...	...	...
5	...	...	...	19,200	30	13 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	11.0
12	...	...	149.15.0	19,400	30	13 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	10.6
18	176.74	37	140. 5.0	...	...	...	...
19	...	...	152.10.0	19,900	30	13 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	11.6
26	...	...	151. 0.0	19,800	30	13 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	11.6

## SALITRE

4 de Mayo.

El mercado durante la pasada quincena ha estado flojo. Ha habido ménos interes de parte de los compradores i los vendedores aceptarían probablemente, precios mas bajos que los que cotizamos últimamente.

Fuera de la Asociacion se hizo una venta a principios de la pasada quincena de 95 %, entrega en Mayo, al precio de 10/13 i tambien se sabe de haberse vendido Julio a Diciembre, entregas mensuales, al precio de 8/11<sup>1</sup>/<sub>2</sub>, tambien por calidad ordinaria.

Desde la última Revista la Asociacion ha vendido 1 000 toneladas para esportar en Mayo, al precio fijado por ellos de 10/9 para 95 % i 150 toneladas para consumo en el pais.

Las ventas efectuadas por el «Pool» la semana que terminó el 29 de Abril solamente fueron de 8,126 toneladas. Las existencias sin vender en dicha fecha eran de 347,081 toneladas.

En la reunion de Directores de la Asociacion que se llevará a cabo hoy dia, tendrá por objeto fijar los precios para Julio como asimismo para entregas futuras. Es difícil, sin embargo, formarse una idea de los precios por los cuales van a decidirse, pues las opiniones están muy divididas, pero parece que la mayoría de los Productores optan por los precios bajos.

Lo producido con 31 oficinas trabajando el último mes fué de 1,567,591 quintales, comparado con 2,997,408 quintales que fué lo producido por 65 oficinas durante Abril de 1921.

El total de lo esportado en Abril fué de 2.314,859 quintales, demostrando un aumento de 102,178 quintales comparado con el mismo período el año pasado.

La Produccion i Esportacion de los cuatro primeros meses durante los últimos cuatro años se compara como sigue:

Año	Produccion	Esportacion
1919	14.160,700 qtls.	3.976,200 qtls.
1920	17.009,600 »	25.596,100 »
1921	13.893,600 »	13.558,500 »
1922	6.060,700 »	5.002,900 »

18 de Mayo.

En una reunion celebrada por los Directores de la Asociacion el 11 de Mayo, los precios del salitre a partir del 6 de Julio de 1922 hasta Junio de 1923 quedaron acordados como sigue:

Fecha	Precio	Equivalente
1 de Julio	18/6 por 100 kilos	equivalente a 8/6.12 por 46 kilos
16 » »	18/9 » » »	» 3/7.5 » » »
1 » Agosto	19/- » » »	» 8/8.88 » » »
16 » »	19/3 » » »	» 8/10.26 » » »
1 » Setiembre	19/6 » » »	» 8/11.4 » » »
16 » »	19/9 » » »	» 9/1.02 » » »
1 » Octubre	20/- » » »	» 9/2.40 » » »
16 » »	20/2 » » »	» 9/3.32 » » »
1 » Noviembre	20/4 » » »	» 9/4.24 » » »
16 » »	20/6 » » »	» 9/5.16 » » »
1 » Dic. hasta		
30 » Abril 1923	20/8 » » »	» 906.08 » » »
» Mayo	19/7 » » »	» 9/1.02 » » »
» Junio	18/6 » » »	» 3/6.12 » » »

Todos estos precios son por 95%. Los precios por refinado son 9 peniques extra, por 100 kilos respectivamente.

El hecho de haber fijado los precios tuvo un efecto inmediato en el mercado i la Asociacion ha vendido hasta ayer las siguientes cantidades a los precios fijados por ellos:

Mes	95%	200 toneladas	96%-1%	1,600 toneladas
Junio	»		»	1,600 toneladas
Julio	»	55,000 »	»	13,000 »
Agosto	»	6,000 »	»	1,000 »
Setiembre	»	... »	»	2,000 »

61,200 toneladas

17,600 toneladas

en todo como 79,000 toneladas.

En efecto, tambien ha sido jeneral, pues los papeles salitreros han subido considerablemente, i el cambio ha mejorado de \$ 40 que era el valor de la libra a mas o ménos \$ 35.

Las ventas del «Pool», la semana que terminó el 13 de Mayo fué de 20,737 toneladas i las existencias sin vender que quedaban hasta esa fecha son de 326,344 toneladas.

Fuera de la Asociacion sabemos solamente de una transaccion por 95 % entrega pronta a 9/7 para el mercado americano.

Lo esportado durante la primera quincena de Mayo fué de 207,900 quintales comparado con 781,500 quintales que fué lo esportado durante el mismo período el año pasado.

#### CARBON

*4 de Mayo.*

Segun últimas noticias, las huelgas de carbon en Estados Unidos continúan i parecen mui remotas las esperanzas de llegar a un arreglo.

Como dijimos en nuestra última Revista, las dificultades en las rejiones carboníferas no se habian desarrollado, pero el trabajo está impedido en gran parte debido a actividades de los agitadores.

En carbon extranjero se puede decir que no se ha hecho nada. El Americano está algo firme debido a las huelgas. Pocahontas o New River en camino se puede tener a 53.— i a 54.— para embarque Junio-Julio. Australiano sin variacion a 55.— por vapor salida este mes. Marcas inglesas o Gales del Sur se ofrecen a 60.— para cualquier salida.

*18 de Mayo.*

Debido a las huelgas en los Estados Unidos, las marcas Americanas han subido \$ 1.25 moneda corriente americana por tonelada, dejando, por consiguiente, estas marcas de carbon en la imposibilidad de poder competir para entregas prontas. New River o Pocahontas, en camino, se puede obtener a 54/-.

Un cargamento Australiano Seaham, se ha colocado a 52/- para salida Junio/Julio, siendo este el precio de todas las buenas marcas para cualquier entrega.

Los carbones ingleses se cotizan a 55/-, a cuyo precio tambien se ofrece Cardiff en la costa.



