
BOLETIN
DE LA
Sociedad Nacional de Minería

DIRECTORIO DE LA SOCIEDAD

—◆—

Presidente
Cárls Besa.

Vice-Presidente
Cesáreo Aguirre

Director Honorario
ALBERTO HERRMANN

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

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

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

Secretario
ORLANDO GHIGLIOTTO SALAS

19526

Fundicion pirítica sin el auxilio de combustible carbonífero

Fundicion pirítica es, según Schnabel, la fundicion de minerales sulfurados por medio del calor que se desprende de la oxidacion de una parte del azufre i de ciertos metales que dichos minerales contienen; la fundicion debe ser llevada a cabo sin el auxilio de combustible en absoluto i sin la adicion de aire caliente. (1)

Se ha demostrado prácticamente que fundicion pirítica con aire frío es imposible de realizar. Sin embargo, las primeras tentativas de fundicion pirítica en América del Norte tenían por base el aire frío. Distinguidos metalurjistas de fama universal, tales como Austin, Carpenter, Hollnay i Wright eran partidarios decididos del aire frío i así vemos que los primeros establecimientos de fundicion pirítica principiaron con aire frío (Zoston, en Montana; Bimetalic en Colorado; Boulder, en Montana; i Keswick, en California).

Las graves dificultades que en la fundicion con aire frío se encontraron introdujeron el uso del aire caliente; así que hoi día, fundicion pirítica con aire caliente i sin el auxilio de combustible carbonífero es practicable i ventajosa a la par que económica.

Hasta hace mui poco tiempo atras nada o casi nada se sabia de positivo so-

(1) Schnabel-Handbook of Metallurgy.

bre tan interesante procedimiento. Schnabel en sus mas recientes publicaciones se concreta a darnos ideas mui jenerales sobre el proceso, sin entrar a analizar los principios científicos que le sirven de base i sin nombrar siquiera aquellas deducciones que la práctica en varios establecimientos de fundicion ha sentado como reglas por las cuales el proceso debe regularizarse; i así vemos que incurre en el error de fijar el límite mínimo de azufre en el lecho de fusion en 18% de la carga total, cuando, como se verá mas adelante, el no puede bajar de 30%.

Peters, en su obra «Modern Copper Smelting» nos da algunos datos importantes i aun va mas léjos, recomendando, en su estudio sobre «los minerales silíceos de baja lei en cobre», el tratar dichos minerales por el procedimiento conocido por el nombre de «Fundicion semi-pirítica», tal como el ideado por Mr. Carpenter para tratar las piritas auríferas de «Gilpin County» en el Estado de Colorado. Dicha instalacion es propiedad ahora de «La Escuela de Minas del Estado de Colorado».

Otra de las instalaciones modelo en «fundicion semi-pirítica», es, sin ninguna duda, la de Ducktown en el estado de «Tennessee», donde funden minerales de 2% en cobre, produciendo en dos operaciones un eje de 50% con un gasto total de carbon equivalente al 4% del material tratado. Personas que se interesen en la descripcion del trabajo metalúrgico de este establecimiento encontrarán un acabado estudio sobre él en el volumen XI de la «Mineral Industry» (1), páj. 191 a 197.

En este artículo se tratará de estudiar la fundicion pirítica en sus diversas faces de la manera mas completa que se pueda; para ello se ha tratado de reunir todas las informaciones posibles, siendo entre ellas las mas importantes aquellas que se han adquirido de los establecimientos de Ducktown, en Tennessee, i Keswick en California.

Desde tiempos mui remotos se ha estraído el cobre de sus minerales sulfurados por medio de un tratamiento que consistia en calcinas i fundiciones alternativas, agregándose combustible carbonífero i flujos o fundentes. Cada calcina oxidaba cierta cantidad de azufre i fierro i cada fundicion eliminaba como escoria el fierro oxidado en la operacion anterior. Estas operaciones se repetian alternativamente hasta que se obtenia un sulfuro de cobre prácticamente puro. Este último producto, por medio de oxidaciones i fundiciones, era convertido en cobre metálico.

Las fundiciones i calcinas oxidantes eran ejecutadas con la ayuda de combustible carbonífero, el que por su accion reductiva lo podemós considerar contrario o «contra-activo» a los procesos de oxidacion, tal cual es la fundicion pirítica.

Los hornos oxidantes o de viento reemplazaron mui luego a los hornos de reverbero. El horno de viento conocido por el nombre de «Water Jacket» o de «chaqueta de agua» se jeneralizó con una suma rapidez debido a las grandes ventajas que obran en su favor.

Ya jeneralizado el uso de hornos de viento se trató de abreviar el procedi-

(1) Publicacion sobre adelantos i produccion de La Industria Mineral.

miento, lo que se consiguió adoptando el convertidor i de esta manera se ha producido cobre últimamente, eliminando casi por completo el tratamiento en hornos de reverbero; aunque ellos subsisten todavía en localidades donde caracteres especiales de los minerales que se tratan exigen o requieren su empleo. Así en Montana, en las grandes instalaciones de la «Anaconda Copper Mining C.^o» i «Boston i Montana Consolidated Silver i Mining C.^o» se funden en hornos de reverbero los productos mui finos de la concentracion por agua, productos que son previamente calcinados en hornos «Mac Dougall».

Esta fundicion en hornos de reverbero tiende, no obstante, a desaparecer; los productos finos de la concentracion se harán «briquettes» o, esto es decir, se aprensarán en máquinas especiales formando con ellos ladrillos o adobes que se pueden fundir en hornos de viento, esto traerá como consecuencia lójica la supresion de la calcina por cuanto el azufre es mui necesario, como mas adelante se verá, para la fundicion económica del cobre.

En algunos establecimientos de fundicion se acostumbraba a calcinar las piritas pobres en cobre ántes de fundirlas en hornos de viento; el objeto de esta calcina, como fácilmente se comprende, era eliminar parte del azufre que podia combinarse con el exceso de fierro, produciendo como consecuencia un eje mui rico en sulfuro de fierro i pobre, por lo consiguiente, en cobre. Se admite como un hecho probado que el 70% del azufre de que se compone la carga de fundicion, se volatiliza, quedando en el horno solamente un 30% que se aprovecha en la formacion del eje. Pues bien, cuando este 30% del azufre de la carga era mas que el estrictamente necesario para la formacion de un eje, que puede variar en riqueza de 40 a 50% en cobre, el uso de la calcina se hacia necesario, al ménos que se pudiesen conseguir minerales oxidados de cobre que equilibrasen el exceso de azufre.

En Keswick, (California), donde se funden minerales piritosos de baja lei, se acostumbraba calcinar cierta parte de las piritas, i en seguida, fundirlas en hornos de viento mezcladas con mineral pirítico no calcinado i con ejes pobres en cobre. La composicion de dichas cargas era mas o ménos la siguiente:

49,50% — piritas calcinadas.

12,30% — piritas crudas (no calcinadas).

8,10% — eje de repaso (de 20 a 25% en Cu.)

7,60% — escorias de convertidores.—lei de Cu. en el matte o eje: 42%

22,50% — fundentes (Flujos).—Viento=22 onzas.

9,30% — Coke.

Esta carga presentó serias dificultades; el horno se *encallaba* o se llenaba de acreciones, lo que producía un enfriamiento total en la zona de fusion; erróneamente se atribuyó estas dificultades a la presencia de una pequeña cantidad de zinc en el mineral; experimentos posteriores comprobaron que ello era debido a la poca altura que se le daba a la carga en el pique del horno, lo que se subsanó cargando el horno hasta un nivel mui cercano al piso de carga.

Aunque esa dificultad fue satisfactoriamente subsanada, las cargas se modificaron sin embargo i desde entónces en adelante ellas consistian de mineral pirítico previamente calcinado; piritas crudas solo se agregaban cuando la calcina

habia sido excepcionalmente bien hecha, privando al mineral del azufre necesario para formar un eje de 46% en cobre.—Se entiende que en este caso, si no se hubiese agregado mineral crudo, el eje habia sido mas rico que el normal (de 46 a 56%), lo que significa una pérdida de consideracion en la escoria. (1)

Ocasionalmente, cuando no habian bastantes productos calcinados para fundir, las cargas se hacian esencialmente piritosas; pero siempre se obtenia un eje mui pobre en cobre que exijia ser repasado para subir su lei a 45%.—Jamás se trató de reducir el combustible; parecia que, debido a la imposibilidad de obtener una buena concentracion del cobre en eje, la fundicion pirítica resultaria ineconómica.

Más tarde la calcina del mineral sulfurado de mediano tamaño se abandonó por completo; se siguió no obstante calcinando la pirita reducida a polvo ya sea por la molienda o por otras causas.

El lecho de fusion era, pues, formado por minerales sulfurados no calcinados i por productos piritosos totalmente calcinados; se obtenia un eje de 45% en cobre producido bajo condiciones normales i económicas.

Mientras que la fundicion era llevada a cabo de la manera que se deja establecida, experimentos se hacian en fundir la pirita cruda con la ayuda de 3% de combustible carbonífero; estos experimentos fracasaron debido a las acresiones o callos que constantemente se formaban en el horno obstruyendo la marcha de la operacion.

Se puede, en términos jenerales, decir que las primeras tentativas de fundicion pirítica fracasaron debido a la oxidacion insuficiente de la carga. Dificilmente se comprendia que el coke desempeñaba un rol por demas perjudicial en el lecho de fusion, consumiéndose todo el oxígeno del aire que al horno se inyectaba e impidiendo así la trasformacion u oxidacion del azufre, lo que, como consecuencia, producía un empobrecimiento en cobre en el eje.—Acorde con lo ya anteriormente establecido se comprenderá que, si no se puede volatilizar el 70% del azufre contenido en el lecho de fusion, este azufre se combinará químicamente, ya sea con el cobre o ya con el fierro. No habiendo bastante cobre el azufre restante formará FeS. en una cantidad mucho mayor que la realmente deseada. Esto da lugar a un eje pobre en Cu_2S i rico en FeS, o, lo que es lo mismo, rico en fierro i pobre en cobre.

Las primeras tentativas de fundicion pirítica con aire caliente, tuvieron en Kesnick, como cargas, las siguientes:

58,70%—60,00% —pirita cuprífera.
 4,30 » — 3,20 » —ejes de repaso.
 16,60 » —10,00 » —fundentes (flujos).
 20,40 » —26,80 » —escorias de convertidor i de repaso. (2)
 100,00% —100,00% —carga total.

(1) Schnabel—Handbook—páj. 112—Volúmen I.

(2) Escorias de 0,5% en Cu que se usan como flujos.

2%—3,5%—coke.

18,7%—18,7%—coke obtenido en el eje.

Las campañas que con estas cargas se emprendieron fueron de corta duracion; a los 10 o 15 dias de trabajo los hornos estaban llenos de callos o acreciones i fue necesario modificar la composicion de las cargas para evitar un encallamiento total de los hornos.

Se debe admitir francamente que las primeras tentativas de fundicion pirítica fueron puramente empíricas sin base sólidamente científica i no trajeron otra ventaja que la demostracion práctica de la superioridad del aire caliente sobre el frio. Bajo condiciones semejantes o iguales el aire caliente hace un trabajo mas rápido (0,20% mas rápido), gasta ménos carbon (0,25% ménos) i produce un eje mas rico en cobre (25% mas rico) que al aire frio (1). Ya demostradas las ventajas del aire caliente sobre el frio, se trató de fundir en dos operaciones, en la primera se obtenia un eje de 21 a 30% en cobre, eje que se refundia en la segunda operacion obteniéndose un eje de 50 a 53% de cobre,

Las tablas que en seguida se insertan, dan una idea de las composiciones de las cargas i productos obtenidas en las dos operaciones.

(1) Lewis T. Wright. Pyrite Smelting. páj. 387. Mining and Scientific Press Vol. XCIII.

TABLA Núm. I

Establecimiento de Ducktown-Tennessee (1) — Composición química de los materiales tratados i productos obtenidos durante la primera operación:

MATERIALES I PRODUCTOS	Cu.	Fe.	S.	SiO ²	Ca O	Mg. O	Zn O	Al ² O ³	Mn.	C.	O.	Co ²	Otros gases	TOTAL
Mineral	2,74	36,51	24,84	18,54	7,29	2,67	2,55	0,91	0,77	...	...	3,13	...	99,95
% .....	...	1,45	0,32	96,79	0,23	trazas	...	0,32	...	...	0,38	...	0,39	99,88
Cuarzo .....	...	39,20	1,75	30,90	8,51	2,71	2,88	1,90	0,85	...	11,37	...	...	100,80
Escorias	0,73	2,30	1,58	8,41	...	...	...	3,56	...	83,86	1,00	...	...	100,71
Coke .....	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Carga total .....	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
eje	20,00	47,15	2,40	0,44	0,10	...	2,05	0,82	0,53	...	...	4,91	...	100,00
escoria	0,37	38,84	1,74	32,60	8,24	3,44	1,54	1,50	0,80	...	...	...	...	99,95
polvos condensados	2,20	30,80	16,51	23,92	4,45	1,38	2,98	1,94	0,56	...	...	...	...	100,00

TABLA Núm. II

Establecimiento de Ducktown-Tennessee.—Complemento a la tabla núm. I.—Cargas i productos obtenidos durante la operación primera

CARGA I PRODUCTOS OBTENIDOS	Peso	Cu.	Fe.	S.	Sio ^s	Ca. O.	C.	Mg. O.	Zn.	Al ² O ³	Mn.	Otros	Lbs.
	Libras	Libras	Lbs.	Lbs.	Lbs.	Lbs.	Lbs.	Lbs.	Lbs.	Lbs.	Lbs.	componentes	O.
Mineral.	1.000	27,44	365,19	248,48	185,48	72,94	...	26,72	25,56	9,11	7.703	31,38	...
Quarzo..	80	...	1,16	0,26	77,43	0,18	...	...	...	0,26	...	0,71	...
Escorias	145	1,06	56,84	2,54	44,81	12,34	...	3,93	4,18	2,76	1,23	15,31	...
Coke	34	...	0,78	0,54	2,86	...	28,51	...	...	1,21	...	0,10	...
(eje (20— en Cu) ...	122,65	24,53	57,83	29,44	0,54	0,12	...	...	2,51	1,00	0,64	6,04	...
Productos: { escorias... ..	938,24	3,40	358,22	15,94	303,89	84,20	...	30,30	14,11	11,84	8,15	...	108,19
{ polvos condensados	25,71	0,57	7,92	4,24	6,15	1,14	...	0,35	0,77	0,50	0,14	3,93	...
Productos volatilizad. ...	280,59	...	...	202,20	...	...	28,51	...	12,35	...	...	35,73	...
Peso de la carga total.	1259	28,50	423,97	251,82	310,58	85,46	28,51	30,65	29,74	13,34	8,93	47,50	...
Peso total de los productos obtenidos i volatizados	1367,19	28,50	423,97	251,82	310,58	85,46	28,51	30,65	29,74	13,34	8,93	47,50	108,19
Diferencia en peso	108,19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	108,19
Oxígeno que se ha combinado con Fe. Zn. i Mn. para formar escorias	108,19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	108,19
Balance jeneral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

El eje de 20% en cobre era refundido para subir su lei a 50%; las tablas que siguen dan una idea completa de las cargas i productos de la segunda operación. Las tablas V i VI detallan las dos operaciones en el establecimiento de Keswick, donde, como se verá, los minerales sulfurados se funden con productos calcinados (pirita fina en grano, calcinada).

TABLA Núm. III

Establecimiento de Ducktown-Tennessee.—Composicion quimica de los materiales tratados i productos obtenidos en la segunda operacion

MATERIALES I PRODUCTOS	Cu.	Fe.	S.	Si O ₂	Ca O	Mg O	Z O	Al ₂ O ^r	Mn.	C.	O.	Co ¹ i otros gases	TOTAL	
Eje de la operacion anterior ...	20,00	—	—	—	%	%	%	%	%	%	%	—	—	
Mineral ...	2,79	43,26	29,18	10,01	6,32	1,39	2,56	1,00	0,69	...	...	2,80	100,00
Muestras usadas en el laboratorio ...	2,45	31,07	14,84	22,60	5,71	2,03	2,05	1,15	0,75	(1) 17,29	...	...	100,00
Cuarzo... ..	...	1,45	0,32	96,79	0,23	...	...	0,32	...	...	0,38	0,39	99,88
Coke ... ..	...	2,30	1,58	841	...	...	...	3,56	...	83,86	1,00	...	100,71
Productos: {	eje... ..	...	...	49,63	25,24	23,00	0,26	...	1,53	...	0,39	...	100,05
														escoria... ..	0,60	43,99	1,19	33,72	2,03	0,57	2,12	2,16	0,50	12,86	99,74
}	polvos condensados	2,49	24,79	8,91	31,43	3,31	1,18	3,81	3,93	0,30	19,85	100,00

Omo se puede ver en las tablas I, II, III i IV, el consumo total de combustible es de 4,4% del material tratado; con este combustible se funden minerales de 3%, los que se convierten en un eje de 49,63%.

La presion del viento es de 17 onzas por pulgada cuadrada, inyectándose 4.500 pies cúbicos de aire por minuto.

(1) Calculado por diferencia i no analizado por carbon.

TABLA Núm. IV

Complemento a la tabla N.º IEL.—Cargas i productos de la segunda operacion.—Establecimiento de Ducktown-Tennessee.

	Lbs.	Cu. Lbs.	Fe. Lbs.	S. Lbs.	Sio ² Lbs.	Ca. O Lbs.	C. Lbs.	Mg. O Lbs.	Zn. Lbs.	Al ₂ O ₃ Lbs.	Mn. Lbs.	Otras sustancias Lbs.
Eje de repaso (20— en Cu)	1,000	200,00	471,50	240,00	4,40	1,00	...	...	20,50	8,20	5,30	49,10
Mineral. ...	170	4,74	73,54	49,60	17,02	10,74	...	2,36	4,35	1,70	1,17	4,78
Muestras del laboratorio ...	34	0,83	10,50	5,05	7,70	1,94	...	0,69	0,70	0,39	0,26	5,88
Escorias ...	160	1,17	62,72	2,80	49,44	13,62	...	4,34	4,61	3,04	1,36	16,90
Cuarzo ...	330	...	4,78	1,06	319,41	0,76	...	...	...	1,06	...	2,93
Coke ...	95	...	2,19	1,50	7,99	...	79,67	...	...	3,38	...	0,27
(eje (49.63— en Cu)	401,60	199,31	101,36	92,18	1,04	...	...	...	6,14	...	1,57	...
Productos: { escoria ...	1182,18	7,13	520,96	14,15	401,15	27,66	...	7,25	23,56	17,30	6,48	156,54 (1)
{ polvos condensados	12	0,30	2,97	1,07	3,77	0,40	...	0,14	0,46	0,47	0,04	2,38
Materias volatilizadas ...	349,76	...	...	192,61	...	...	79,67	...	...	...	...	77,48
Carga total... ..	1789	206,74	625,29	300,01	405,96	28,06	79,67	7,39	30,16	17,77	8,09	79,86
Productos obtenidos i materias volatilizadas ...	1945,54	206,74	625,29	300,01	405,96	28,06	79,67	7,39	30,16	17,77	8,09	236,40
Diferencia en peso ...	156,54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	156,54
Oxigeno combinado con Fe. Zn. i Mn. para formar escoria ...	156,54	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	156,54
Balance general..	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(1) Oxigeno.

TABLA NUM. V.—Establecimiento de Keswick en California.—Cargas de la primera operacion.

26,10	%	Mineral calcinado.
35,56	»	Mineral sulfurado (crudo).
9,70	»	Polvos condensados.
14,50	»	Escorias.
14,20	»	Fundentes.
100,00	»	Carga total,
4	»	Coke en la carga.
31	»	Cobre en el eje.

TABLA NÚM. VI.—Establecimiento de Keswick en California.—Cargas de la segunda operacion.

31,40	%	Mineral calcinado.
8,70	»	Mineral sulfurado (crudo).
29,70	»	Eje de repaso.
13,30	»	Escorias.
19,90	»	Polvos condensados.
100,00	»	Carga total.
5,30	»	Cocke en la carga.
53,50	»	Cobre en el eje.

En Keswick el eje de 53 % fué producido en la ayuda de 5 % de coke (tablas V i VI); la presión del viento era de 28 onzas.

Desde el momento que se obtuvieron estos resultados la cuestion quedaba reducida a averiguar cuál era el calor mínimo o estrictamente necesario que los hornos demandaban i a determinar cuál era la cantidad de pirita que se debía oxidar para producir dicho calor o para mantener dicha temperatura en el lecho de fusion del horno. Era evidente que la cantidad de aire exijida por esta operacion debía ser mayor que aquella que acostumbramos a llamar teórica, significando con esto aquella cantidad de aire necesaria para suministrar el oríjen a la siguiente ecuacion química: $Fe S_2 + 5O = Fe O + 2 S O_2$; pues esta reaccion deja de tener lugar tan pronto como $S O^2$ alcanza una tension inferior a la asignada en la ecuacion.

En Keswick se trató de suprimir la adicion de coke en las cargas aumentando la proporcion de pirita cruda para la primera operacion i así vemos que la composicion de las cargas para la primera operacion era, mas o ménos, la siguiente:

74,30	%	Pirita cuprífera no calcinada.
9,00	»	Polvos condensados.
2,80	»	Escorias.
13,90	»	Flujos.

100,00	%	Carga total.
0,32	»	Coke usado,
26,80		Cobre en el eje.

Talvez hubiera sido posible el tratar este eje directamente en convertidores, pero, debido a la gran cantidad de fierro, exigiría el cambiar el revestimiento a los convertidores muy a menudo. Por lo consiguiente, este eje se refundía añadiéndole mineral calcinado i piritas crudas; la cantidad de coke necesaria para esta segunda operacion era igual al 2,70% de la carga total; el eje producido era de lei de 42% en cobre. La presion del viento era de 32 onzas i se gastaba 1,1/4% de coke en calentarlo.

La produccion de un eje de 27% en cobre sin la ayuda, se puede decir, de combustible carbonifero, (0,32%) vino a resolver la primera parte del problema. Solo restaba entónces obtener un eje de lei subida en cobre en la primera operacion; esto traería la doble ventaja de suprimir la segunda operacion i de suprimir la calcina, que, para suministrar minerales oxidados a la segunda operacion, era necesario ejecutar. Esto se consiguió realizar en Keswick despues de muchas tentativas i muchos fracasos. La composicion de las cargas de la única operacion quedaron entónces compuestas como sigue:

65,60	%	Pirita cuprífera (no calcinada)
8,00	»	Polvos condensados.
12,10	»	Escorias.
14,30	»	Flujos.
33,70	»	Cobre en el eje.
1,80	»	Coke usado de la carga total.

El eje de 33% era tratado en convertidores bajo condiciones normales i económicas, i la produccion de dicho eje, sin el auxilio práctico de coke, en una sola operacion resolvió de una manera definitiva el problema,

Revisando los términos medios de las cargas usadas en Keswick se ve que por cada 25% de mineral sulfurado que se agregaba, se producía una reduccion de 2,50% en cobre. El valor calorífico del carbon es un poco mas de 4 veces mayor que el de la pirita durante el proceso de su oxidacion; i así, sin embargo, era necesario agregar diez veces mas pirita que coke para conservar la temperatura de fusion en el horno.

El cuadro que en seguida se reproduce dará una idea clara de la relacion entre el mineral sulfurado de la carga, coke gastado i lei en cobre del eje producido, usando aire caliente.

TABLA NÚM. VII.

Tanto% de pirita en la carga.	Tanto % de coke gastado	Eje producido
24,90 %	5,20 %	53,50 % Cu.
32,10 »	5,10 »	52, 4 » »
45,70 »	3,40 »	46,30 » »
51,50 »	2,70 »	42, 0 » »
58,50 »	2,30 »	39, 6 » »
74,30 »	0,30 »	26, 8 » »

El calor desprendido por una unidad de peso de carbon al transformarse en $C O^2$ es de 8,08 calorías. El de una unidad de pirita ($Fe S_2$) al transformarse en $Fe O$ i $2 S O_2$ es de 1,976 calorías ⁽¹⁾ i de 2.253 cuando se transforma en $Fe_2 O_3$ i $2 S O_2$ ⁽²⁾.

La pirita como combustible tiene dos inconvenientes: su azufre no se quema sino en presencia de un exceso de oxígeno i al quemarse lo hace parcialmente, esto es en tres períodos. Calentando $Fe S_2$ se observa que pronto cede una tercera parte de su azufre i se transforma en $Fe_3 S_4$; si se continúa calentando a $Fe_3 S_4$ se transformará en $Fe S$, perdiendo la sexta parte del azufre que, al estado de $Fe S_2$, tenía.

De manera que $Fe S_2$ pierde la mitad de su azufre en dos períodos: un tercio de él se quema en la parte superior del horno i es esto lo que produce la elevada temperatura que, en la parte de arriba de los hornos de fundición pirítica, se obtiene; el otro sexto del azufre se quema en la zona comprendida entre el piso de carga i el nivel de las toberas; necesariamente debe quemarse a un nivel mas bajo que el primer tercio.

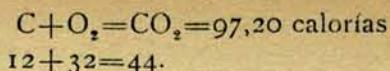
Anteriormente se dejó establecido que el calor desprendido por una unidad de peso de carbon al transformarse en Co_2 era de 8,08 calorías i que el de una unidad de pirita ($Fe S_2$) al transformarse en FeO i So_2 era de 1,976 c. (una caloría i novecientos setenta i seis milésimas de caloría) i de 2,253 calorías cuando se transformaba en $Fe_2 O_3$ i So_2 . Para la comprensión exacta de lo que esto significa debemos dar una explicación de los medios que para obtener dichos resultados se han valido. Los valores mencionados forman parte de un estudio sobre fundición pirítica publicado por Mr. Lewis T. Wright; sin embargo, ellos no han sido determinados por dicho metalurgista sino que han sido calculados de ciertos estudios sobre la materia publicados por Schnabel. La autoridad mas competente que encontramos en América en cuestiones de termo-química es sin disputa el profesor *Richards*, cuyos trabajos en fundición de fierro son universalmente conocidos; pues bien, el ya nombrado metalurgista explica el significado de dichos valores de la manera siguiente: ⁽³⁾

Es un principio generalmente conocido que, a la cantidad de calor necesaria para levantar la temperatura de un gramo de agua de 0° a $1^{\circ} C$. se la denomina «gramo-caloría». En termo-química la caloría se define por medio de la siguiente ecuación: $C + O_2 = CO_2 = 97,200$ calorías (antiguamente eran 96,960 calorías); esto quiere decir que 12 partes de carbon unidas a 32 partes de oxígeno enjendran 44 partes de ácido carbónico, o en otras palabras, 32 gramos de oxígeno i 12 de carbon producen 44 gramos de gas carbónico, enjendrando, al efectuarse la reacción, un calor igual a 97.200 gramo-calorías. Hai otra caloría que es la que se usa en este artículo i es la «kilo-caloría» que contiene mil «gramo calorías»; así, pues, la reacción o ecuación fundamental quedará reducida a esta fórmula:

(1) Schnabel.—Handbook of Metallurgy.

(2) Richards.—Metallurgical Calculations.

(3) Metallurgical Calculations.—Joseph W. Richards.—Páj. 14 a 31.—Vol. I.



Ahora bien, si queremos saber cuántas calorías se producen por unidad de peso de carbon, dividimos las calorías totales (97,20) por el peso molecular o atómico del carbon, i así tendremos que $97,20 : 12 = 8,10$ calorías. Es digno de mencionarse que Richards en sus interesantes estudios ha determinado estos valores termo-químicos con mucha mas exactitud de lo que anteriormente se acostumbraba, i así se vé que Lewis T. Wright usando los valores determinados por Schnabel nos da como resultado 8,08 calorías desprendidas en la combustion del carbon por unidad de peso de carbon, i Richards 8,10 calorías. La misma ecuacion fundamental ha sido correjida, pues antiguamente se acostumbraba a escribir $C + O_2 = CO_2 = 96,96$ calorías, i ahora se escribe $C + O_2 = 97,20$ calorías.

Para los fines que se persiguen en este estudio es de bastante exactitud el usar los antiguos valores, i por lo consiguiente, dejamos establecido que el valor calorífico desprendido en la combustion del carbon es de 8,08 calorías (1).

Las calculaciones del valor calorífico de las piritas se lleva a cabo de la misma manera, así se tiene aquí: $Fe S_2 + 5 O = Fe O + 2 SO_2$.

La formacion de FeO significa un desegregamiento de 65,70 calorías; ahora bien, el peso molecular de FeO es de 72 (56 + 16); si dividimos las 65,70 calorías por el peso atómico o molecular (72) obtendremos las calorías producidas por unidad de peso de FeO $65,70 : 72 = 0,912$ calorías. La formacion de SO_2 produce 69,26 calorías; el peso atómico o molecular de SO_2 es de 64 (32 + 2 × 16); las calorías producidas por unidad de peso de SO_2 se encuentran entónces dividiendo 69,26 por el peso molecular, i así tenemos que: $69,26 : 64 = 1,08$ caloría. Estos productos provienen de la oxidacion de una unidad de $Fe S_2$, así que la suma de las calorías producidas por cada unidad de peso de ellos serán las calorías producidas por unidad de peso de pirita. $0,912 + 1,08 = 1,992$ calorías por unidad de peso de pirita. Aquí como anteriormente se encuentran resultados mas altos que los que Lewis T. Wright da en su estudio. Para hacer mas clara esta diferencia reproducimos en seguida estos resultados:

Lewis T. Wright: C trasformado en $CO_2 = 8,08$ calorías por unidad de peso de C.

Richards: C » » $CO_2 = 8,10$ » » » » » »

Lewis T. Wright: $Fe S_2$ trasformada en Fe O i $SO_2 = 1,976$ cals por unidad de peso de pirita.

Richards: Fe trasformada en Fe O i $SO_2 = 1,192$ cals por unidad de peso de pirita.

Debido a que en la práctica no se han usado los cálculos de Richards por ser ellos de mui reciente publicacion (marzo 12 de 1906) nosotros nos limitaremos a hacer uso de los dados por Mr. Wright, que, como ya se ha dicho, son calculados por Schnabel.

(1) Caloría significará siempre en este estudio kilo-caloría.

Los progresos de los últimos tres años han revolucionado la fundición de cobre i han reducido el proceso a uno casi absolutamente automático, en el cual tres agentes o factores deben ser cuidadosamente estudiados i ellos son: la proporción de pirita cuprífera en las cargas de fundición; los flujos o fundentes que para fundir económicamente son necesarios; i el aire caliente que es necesario inyectar para provocar una oxidación adecuada de los componentes sulfúreos de dicha carga.

La proporción de pirita cuprífera en las cargas de fundición debe ser tal que pueda suministrar el azufre necesario para producir la temperatura requerida para la fusión de los materiales que se trata de fundir; este azufre debe ser igual al 33% de la carga. A este azufre le acompañará la correspondiente cantidad de hierro que, mas o menos, es equivalente al 28% de la carga.

La cuestión de flujos o fundentes permanece inalterable, es decir, se calcula de la misma manera que para la fundición ordinaria en hornos de viento.

La oxidación de los componentes sulfúreos i ferruginosos que componen la carga ha sido una cuestión sumamente debatida i cuidadosamente estudiada. En la fundición ordinaria en hornos de viento se presume que un 70% del azufre se volatiliza i en acuerdo con esto se calcula el lecho de fusión; en fundición pirítica se debe oxidar un 80 o 90% del azufre que las cargas contengan.

De lo dicho se deduce que por cada libra de material de carga que se ponga en el horno, un tercio de libra debe ser azufre químicamente combinado; i por cada libra de material de carga que se funda, un cuarto de libra de azufre se debe transformar en SO_2 .

La oxidación de la pirita es algo que merece ser estudiado detenidamente; de dicha oxidación se desprende la lei de cobre en el eje que se obtenga i por medio de ella producimos el calor necesario para fundir la carga del horno.

La oxidación se puede obtener por tres medios: oxidación por lo que se acostumbra a llamar «oxígeno sólido», significando con esto la oxidación producida por el oxígeno químicamente combinado en ciertas sales minerales, tales como los óxidos de hierro i calcio; oxidación por medio del aire frío; i oxidación por medio del aire caliente.

La oxidación por medio del llamado oxígeno sólido no es de valor en absoluto en la fundición pirítica; basta solo considerar el hecho de que es necesario tener 5 equivalentes de Fe_2O_3 por uno de FeS_2 para producir la oxidación completa de la pirita. ($FeS_2 + 5 Fe_2O_3 = 11 FeO + 2 SO_2$).

La oxidación, ya sea por el aire caliente, ya por medio del aire frío, es la única apropiada a los hornos de viento. Ambas han tenido sus ardientes partidarios hasta que prácticamente se ha demostrado que el aire caliente es absolutamente necesario para producir una oxidación en el lecho de fusión que satisfaga los propósitos perseguidos.

Antes de entrar a demostrar las ventajas del aire caliente sobre el frío, creo oportuno reproducir aquí la comparación práctica hecha en Keswick durante seis meses entre el aire frío i el caliente. Los hornos usados eran idénticos i el mineral tratado el mismo; yo solo reproduciré un término medio de las consecuencias que durante la campaña se dedujeron:

TABLA N.º VIII.—Tanto por ciento de coke consumido. Cu en el eje producido. Toneladas fundidas por pié² del área del piso del horno:

Aire frio.....	9,10 %	40,30 %	5,82 toneladas
Aire caliente ...	6,83 %	49,20 %	6,91 toneladas

Para establecer la comparacion en condiciones mas iguales o similiares debemos tomar la produccion de un eje de 49,20 % en Cu para los dos casos; lo que exigiria, en el caso de aire frio, un gasto de 9,90% de coke; se ahorraria, pues, con aire caliente 3,07% del combustible (9,90—6,83), lo que aumentaria la capacidad del horno en un 18%.

Es útil ahora considerar el aire caliente en la fundicion de fierro, aunque los casos no son químicamente paralelos. Cuando Neilson concibió la idea del aire caliente debe haber sido guiado por el instinto de que altas temperaturas significarian un ingreso en la actividad de los hornos, pero él jamas pudo prever todo lo que ha acontecido. Cuando analizamos los resultados obtenidos vemos que la economía mas grande que el aire caliente-introdujo en la fundicion de fierro, no fué aquella que naturalmente resultó de la mayor velocidad en la operacion, sino otra que no se habia sospechado i que se explicará mas adelante.

En el caso citado por Lonthian Bell (1), la temperatra del aire se levantó de 25° C. a 485° C., resultando que el horno trabajaba dos i media veces mas lijero; este ingreso en actividad fué acompañado por una reduccion del coke de 62,6 a 44,5 cent. (2) por tonelada de fierro impuro producido (pig iron).

En la fundicion de fierro se necesitaba, usando aire puro, 111,18 calorías por unidad de peso de fierro impuro que se producía; usando aire caliente se necesitan 104,34 calorías, lo que da al aire caliente una diferencia en favor equivalente a 6,84 calorías; a esta economía hai que agregarle otra que resulta de las menores pérdidas que se obtienen, cuando los hornos operan lijero, en radiacion, enfriamientos, etc., i allí es de 2,77 C. El total de 9,61 calorías es la única economía obtenida por el aumento en la marcha de la operacion.

Ahora bien, la otra economía que anteriormente mencionamos se debe al hecho que una unidad de peso de coke en vez de producir 2,73 calorías, como con aire frio produce, puede i debe producir 3,66 calorías con aire caliente, de lo que se desprende una economía inmensa. Como se ve, el aire caliente produce en la fundicion del fierro un aumento en temperatura, debido a que oxida el carbon de la carga de una manera casi completa, produciendo 3 unidades de peso de CO por una de CO₂; miéntras que el aire frio producía una unidad de CO₂ por cada seis de CO. Debido a esta oxidacion, que hoi dia es mucho mas completa, se obtiene en la fundicion de fierro, usando aire caliente, 34 calorías de mas por cada 100 que ántes se gastaban.

En la fundicion de fierro, el carbon es de absoluta necesidad para reducir el sexquióxido de fierro (Fe₂O₃) a fierro metálico; en nuestro caso, o de fundicion

(1) *Chemical Industry*, volúmen IX. páj. 691.

(2) Medida inglesa de 100 libras.—100 cnt.—5 toneladas.

pirítica, el carbon no juega un papel necesario sino que al contrario inútil i hasta perjudicial i debe tratarse de eliminarlo en cuanto sea posible del lecho de fusion.

No será necesario revisar detenidamente las esperiencias efectuadas en Keswick con aire caliente; baste solo saber que las piritas, tanto de tamaño mediano como fino, fueron fundidas directamente, suprimiéndose en absoluto la calcina prévia. El eje producido es de lei de 34% en Cu i los hornos trabajan con el auxilio 0,10% de combustible carbonífero; como se comprenderá la capacidad de los hornos ha sido notablemente aumentada.

Habría parecido imposible, ántes que el aire caliente se aplicase a la fundicion de fierro, que se pudiese obtener una economía del 30% del combustible; esto era mas difícil de entender por cuanto se ignoraba las condiciones favorables en que el carbon se oxidaba. No así la fundicion del cobre, donde se sabía de antemano, que, disminuyendo la proporcion de coke en las cargas, se aumentaría la oxidacion de las piritas, puesto que habia mas oxígeno para efectuar dicha oxidacion; era, pues, completamente razonable creer que el combustible quemado fuera del horno en calentar el aire, cuya accion calorífica oxidante actuaría por decirlo así en el mismo laboratorio del horno, (nivel de las toberas) daría muchos mejores resultados que el combustible que se introduce al horno, parte del cual se quema en la parte superior del mismo horno, perdiendo, por lo consiguiente, cierta cantidad de su potencia calorífica ántes de llegar donde realmente se le necesita.

En Keswick, fundiendo cargas piritosas parcialmente calcinadas, se comprobó que una unidad de peso de carbon gastada en calentar el aire reemplazaba tres unidades quemadas en el interior del horno.

La oxidacion o desulfurizacion de la carga es algo realmente importante, i es, por decirlo así, la clave del proceso. Anteriormente hemos dicho que la oxidacion del azufre en fundicion comun en hornos de viento equivalía al 70% i que en fundicion pirítica salía al 90%; esto es, sin embargo, mui relativo i depende del trabajo del horno, altura de él, altura que se dé a las cargas, clase de piritas i muchos otros factores.

La desulfurizacion puede ser completa, tal como lo probó prácticamente M. Carpenter en Deadwood, oxidando todo el azufre del lecho de fusion i no produciendo en eje en absoluto (1). El metalurjista debe i puede determinar el grado de desulfurizacion de los minerales que trata.

En el proceso de la oxidacion hai dos factores importantes que estudiar i ellos son: cantidad de azufre i fierro oxidados por cada unidad de peso de la carga i número de unidades de peso de la carga fundidas por cada unidad de tiempo.

La oxidacion del azufre varía, como ya se dijo, entre límites no bien definidos aun; sin embargo, en un lecho de fusion, que entrega 32% de azufre químicamente combinado, se puede admitir que un 90% del azufre será eliminado. En este caso, se tiene entónces que 0,288 de azufre será eliminado u oxidado, esto

(1) *Pyrite Smelting*.—T. A. Rickard, pàj. 175.

es, por cada unidad de peso de la carga, lo que lógicamente corresponde a una oxidación del hierro oxidante a 0,224 por unidad de peso de la carga; este hierro va a la escoria. Al calcular esto no podemos considerar la formación de óxido magnético de hierro que va al eje, ni el hierro metálico que va a la escoria, por cuanto ellos, aunque están bien comprobados, no están aun bien estudiados (1) i es difícil decir *a priori* cuándo i cómo producirán.

Se establecerá como regla deducida de la práctica que en fundición pirítica se debe oxidar de 0,23 a 0,27 de azufre por unidad de peso de la carga i de 0,19 a 0,25 de hierro. Ha habido casos en que la oxidación ha sido de 0,23 de azufre i 0,17 de hierro por cada unidad de peso de la carga; pues bien, en dichos casos, ha sido necesario agregar 4% de coque para efectuar la fundición.

Se debe ahora considerar otro factor no menos importante i es la velocidad de la operación. La velocidad o lijereza con que la fundición se lleva a cabo se espresa en tantas toneladas de carga fundida por cada pié cuadrado del área del piso del horno en 24 horas. Son muchos los casos que se pueden contemplar para deducir dicha velocidad; casi todos ellos fluctúan entre una velocidad máxima de 9 toneladas fundidas en 24 horas por pié cuadrado del área del piso del horno i una mínima de seis i media toneladas. Se recomienda tratar de contemplar la velocidad máxima de 8 a 9 toneladas. Nueve toneladas fundidas en 24 horas, por pié cuadrado del área del piso del horno, equivalen mas o ménos a 12 i media libras por minuto.

En uno de los casos de fundición pirítica se comprobó que la oxidación de hierro i azufre en el lecho de fusión habia sido de 0,22 i 0,28, respectivamente, por unidad de peso de la carga. La velocidad con que trabajaba el horno era de 12,5 libras por minuto de tiempo i por pié cuadrado del área del piso. El hierro i azufre oxidado, en un minuto de tiempo por cada pié cuadrado del área del piso del horno, fué de 2,75 libras de hierro ($12,5 \times 0,22 = 2,75$) i 3,50 libras de azufre ($12,5 \times 0,28 = 3,50$).

El oxígeno necesario para provocar estas oxidaciones es el siguiente:

$$\text{Para el hierro} \quad 2,75 \times \frac{2}{7} = 0,78 \text{ libras de oxígeno}$$

$$\text{Para el azufre} \quad 3,50 \times 1 = 3,50 \quad \text{»} \quad \text{»}$$

$$\text{Total} \quad \underline{\quad\quad\quad} \quad \underline{\quad\quad\quad} \quad 4,28 \text{ libras de oxígeno}$$

Estas 4,28 libras de oxígeno estan calculadas para oxidar el hierro i el azufre por cada minuto de tiempo i pié cuadrado del área del piso del horno. Es, pues, tiempo ahora de considerar qué cantidad de aire es necesario inyectar para suministrar el oxígeno ya determinado. Se admite jeneralmente que el aire hace un trabajo útil equivalente al 70%, es decir, que tiene una deficiencia de 30% al quemar u oxidar sulfuros de hierro (2). Se sabe que cada 55 piés cúbicos de aire

(1) *Collius*.—«Introducción a la Metalurgia».

(2) Richards, Cálculos Metalúrgicos (Metalurgical Calculations).

a 72°F. contienen una libra de oxígeno, así, pues, las 4,28 libras de oxígeno estarán contenidas en 235,4 piés cúbicos de aire; i si a esto se le corrige la deficiencia del 30% resultará que se necesita inyectar 336,3 piés cúbicos de aire

$$\frac{(4,28 \times 55 \times 100)}{70}$$

por minuto i por cada pié cuadrado del área del piso del horno; dígase en números redondos: 350 piés cúbicos de aire. Ahora bien, un horno de 44 piés cuadrados de superficie en el piso necesitará recibir 15.400 piés cúbicos de aire por minuto (350 x 44).

El calor específico i calor de fusion de las sustancias minerales ha sido determinado desde largo tiempo atrás i de ellos nos valemos para nuestros cálculos científicos; pero sucede que en los problemas metalúrgicos nunca o muy rara vez estas sustancias se presentan químicamente puras. En la mayoría de los casos ellas están asociadas a un sinnúmero de impurezas que exigen un análisis completo del mineral para determinarlas.

Uno de los problemas mas difíciles de resolver en fundición pirítica es sin ninguna duda el de establecer comparaciones entre los valores caloríficos del coque i las piritas.

Anteriormente hemos establecido lo que por caloría entendíamos i cual era su significado cuando la espresábamos por unidades de peso de tal o cual sustancia mineral. También hicimos presente que, aunque nuevos valores se habían encontrado para el calor específico i de fusion (latent heat of fusion) de dichas sustancias, aquí se usarían los valores antiguos por cuanto los modernos, aunque mas exactos, no han sido todavía usados en la práctica i, por otra parte, la diferencia es tan pequeña que de ninguna manera dañarán los resultados prácticos que se quieran obtener. Hablando del poder calorífico del carbon se dijo que él era definido por una ecuación fundamental en termo química que es la siguiente:

$C + O_2 = CO_2 = 96,96$ (1) calorías (96 960 gramo-calorías), pues bien en la práctica se acostumbra escribirla en números redondos o sea $C + O_2 = CO_2 = 97$ calorías.

La tabla que enseguida se inserta da el valor calorífico de diversas reacciones químicas apropiadas al proceso de fundición pirítica.

TABLA NÚM. IX.

1) $Fe + O$	= 66,44	calorías.					
2) $FeS + 3O$	= 113		»	3,55	cals. por unidad de peso de S.		
3) $FeS_2 + 5O$	= 237,7		»	3,80	»	»	»
4) $FeS + 3F_2O_3$	= 85		»	2,66	»	»	»
5) $S + O_2$	= 71		»	2,22	»	»	»
6) $C + O_2$	= 96,9		»	8,08	»	»	»
7) Coke con 83% de carbon	= —			6,71	»	»	»

(1) Richards, calcula este valor en 97.20 calorías (97.200,00 gramo-calorías).

Debido a que el valor calorífico de FeS_2 no está aun bien determinado, en práctica se le asigna el mismo valor calorífico que a FeS , es decir, 3,55 calorías por unidad de peso de azufre.

En fundición pirítica con aire frío, el consumo de coque no varía proporcionalmente con la cantidad de sulfuros en el lecho de fusión; depende de muchos otros factores ya nombrados. Con aire caliente la marcha es mas normal i la proporción entre el coque de la carga i el sulfuro mineral del lecho de fusión, regulariza, por decirlo así, la operación.

Para comparar el poder calorífico del coque i de la pirita en los casos de aire caliente i frío, es necesario tener resultados de operaciones efectuadas bajo las mismas condiciones, en hornos idénticos i con el mismo mineral. En Keswick se hicieron estas comparaciones para probar las ventajas del aire caliente en el año de 1905, cuando se discutía ardorosamente entre los metalurjistas americanos la conveniencia o utilidad del aire caliente. El lector encontrará en el libro de T. A. Rickard, titulado *Fyrite Smelting* una recopilación de las opiniones manifestadas por los metalurjistas de mas boga en Méjico, Estados Unidos i Canadá.

La tabla que en seguida se inserta establece relaciones entre el azufre existente en el lecho de fusión, coque gastado i lei en cobre del eje producido. Estas experiencias, como ya se dijo, se efectuaron en Keswick usando aire frío; el azufre de las piritas o sulfuros de cobre no se tomó en consideración por ser muy limitada la cantidad de pirita cuprífera que componía el lecho de fusión. La oxidación del azufre en este caso se desprende fué equivalente al 70% del azufre total.

TABLA NÚM. X.

	S% al estado de FeS	S% al estado de FeS_2	S% Total	% coque gastado	% Cu en el eje	Duración de la campaña
A	13,50	2,20	15,70	8,92	34,80	4 meses
B	11,70	6,80	18,50	8,55	29,40	6 »
C	12,80	7,10	19,90	8,43	27,90	4 »
D	7,50	17,50	25,00	7,88	2,28	4 »

Los por cientos se refieren al peso total de la carga; el azufre calculado al estado de FeS , proveniente de la pirita calcinada; el calculado al estado de FeS_2 , de la pirita cruda (no calcinada).

Calculando los extremos de esta tabla (A i D) se verá que el azufre total en el primero (A) es igual al 15,70% del lecho de fusión; de este azufre solo el 70% se oxidó, es decir, la oxidación del azufre fué equivalente al 10,99% de la carga. En el caso D el azufre total es igual al 25% de la carga i el oxidado fué equiva-

lente al 17,50% de la carga $\left(\frac{25 \times 70}{100}\right)$. En el caso D se oxidaron, por lo consiguiente, 6,51 unidades de azufre de mas que en el caso A (17,50—10,99). La reduccion en el gasto de coke correspondiente a este exceso de oxidacion, fué de 1,04 unidades (8,92—7,88); es decir, que una unidad de peso de azufre oxidado reemplaza 0,159 partes de coke (6,55 : 1,04 :: 1 : x — x=0,159). Acorde con los calores (1), detallados en tabla núm. IX, una unidad de azufre debia reemplazar 0,53 partes de coke que contenga 83% de carbon, si se oxidase por medio de la ecuacion núm. 2; i si se oxidase por la ecuacion núm. 4 debia reemplazar 0,40 partes de coke (véase tabla núm. IX).

Comparando los casos A i C de la tabla núm. X, de la misma manera que el anterior, se ve qué unidad de azufre oxidado reemplaza 0,166 de coke en vez de 0,53 o 0,40, como la teoria nos indica.

Los casos A i B dan como resultado que una unidad de azufre oxidado equivale a 0,188 partes de coke. Al hacer estas comparaciones no se debe olvidar que la lei de cobre en el eje aumenta progresivamente de un caso al otro i se debe tener presente tambien que parte del azufre fué oxidado por medio de los óxidos de fierro formados durante la calcina previa del mineral; dicha oxidacion se detalla en la tabla núm. IX, caso núm. 4, i el valor calorífico de ella es de 2,66 calorías por unidad de peso de azufre, lo que es equivalente a 0,40 partes de coke que contengan 83% de carbon. En los casos que hemos comparado cada unidad de peso de azufre, produjo indudablemente un calor equivalente a 0,53 o a 0,40 partes de coke (0,50 si se oxidó acorde con la ecuacion núm. 2 i 0,40 si se oxidó acorde con la ecuacion núm. 4, tabla núm. IX); pero no reemplazó al carbon que debia haber reemplazado. El por qué puede ser debido a que se le agregó a las cargas mas carbon que el que debia habersele agregado.

La tabla núm. XI establece las mismas relaciones que la anterior usando aire caliente; cada caso es el término de 6 meses de campaña, estas esperiencias, como las anteriores, se efectuaron en Keswick.

TABLA NÚM. XI.

	S% en FeS	S% en FeS ₂	S% Total	% coke	Eje-lei en Cu. %	Viento- onza	Velocidad
E	5,51	15,16	20,67	4	30	28,4	8,58 tns.
F	7,20	12,60	19,80	4,50	31,60	28,6	8,41 >
G	7,15	11,30	18,45	4,80	31,40	28,4	8,47 >

Los por cientos se refieren a la carga total; el azufre en FeS proviene de pirita calcinada; la velocidad está dada en toneladas fundidas en 24 horas por cada pié cuadrado del área del piso del horno.

(1) Calor de combustion-valor calorífico-calor de formacion, etc.

Los hornos usados en hacer estos experimentos fueron los mismos que se usaron para los experimentos con aire frío. La oxidacion o desulfurizacion de las piritas fué equivalente al 71 % del azufre total.

Si comparamos los extremos E i G de la Tabla N.º XI se verá que una unidad de peso de azufre oxidado reemplaza 0,508 partes de coke $\left(\frac{20,67 \times 71}{100} - \frac{18,45 \times 71}{100} : 4,80 - 4 : : 1 : x. \dots x = 0,508.\right)$

Este último resultado es verdaderamente sorprendente si se atiende a aquellos obtenidos con aire frío e indudablemente se acerca mucho mas al teórico (0,53) que los obtenidos en el caso anterior.

En el caso E. de la tabla N.º XI se ve que fué necesario agregar 4 % de coke para llevar a cabo la fundicion; pues bien, ahora se ocurre preguntar qué cantidad de azufre se debe oxidar para reemplazar ese 4 % de coke. Por medio de una simple proporcion encontramos que con 7,87 unidades de azufre oxidadas se reemplaza el 4 % de coke que fue necesario usar 0,508 (1 : 0,508 : : x : 4—x = 7,87).—El azufre total en el caso E es de 20,67 %, de este azufre solo se oxidó el 71 %, es decir, el 14,67 % de la carga. Ahora bien, si a este 14,67 % le agregamos las 7,87 unidades, que reemplazarian al 4 % de coke, tendremos que con una oxidacion del azufre correspondiente al 22 54 %, de la carga total, la fundicion se puede llevar a cabo por sí sola. Para que por cada 100 unidades de carga 22,54 unidades de azufre se oxiden, es necesario tener en el lecho de fusion una cantidad de azufre equivalente al 31,7 % de la carga total (esto es admitiendo que la oxidacion del azufre es equivalente al 71 % del azufre que las piritas contienen, es decir, en el peor de los casos, pues dicha oxidacion sube hasta 90 %).

Prácticamente hablando es mucho mejor oxidar 25 unidades de azufre por cada 100 de carga, esto se puede obtener teniendo 35 % de azufre en el lecho de fusion i usando aire caliente. Comunmente en Keswick oxidando esta cantidad de azufre se funde piríticamente sin el auxilio de combustible carbonifero.

Despues de haber estudiado la relacion entre el carbon i la pirita como combustibles creo importante averiguar el número de calorías gastadas i producidas durante la operacion. La tabla XII dará una idea clara de ello; las calorías están calculadas por cada unidad de peso de la carga, sus equivalentes en coke en por ciento de la carga total.

TABLA N.º XII.

Calor gastado	calorías	coke equivalente%
En los gases que salen del horno.....	0,392	5,84
En la formacion de la escoria.....	0,253	3,77
En la formacion del eje.....	0,076	1,13
Absorbido por el agua de los jackets.....	0,095	1,40
En la evaporacion de la humedad de la carga..	0,021	0,31
En la descomposicion del carbonato de cal.....	0,018	0,27
En la descomposicion del agua del aire.....	0,073	1,09
En radiacion i otras pérdidas.....	0,154	2,30
Total.....	1,082	16,11

Calor producido		
Por la combustion de los sulfuros.....	0,890	13,26
Por la combinacion de Fe O _i Si O ²	0,025	0,37
Calor en el aire inyectado.....	0,167	2,48
Total.....	1,082	16,11

Como anteriormente se dijo, el calor gastado o producido está expresado en kilo-calorías para cada unidad de peso de la carga. La manera de determinar el equivalente de coke en por ciento de la carga es aplicando la fórmula siguiente:

$$\frac{\text{N.º de calorías} \times 100}{671 (1)}$$

La tabla N.º XII ha sido casi en su totalidad calculada de acuerdo con las ideas emitidas por el profesor Richards en su nunca bien admirado libro titulado «Cálculos Metalúrgicos». Se dá en dicha tabla el equivalente de cobre para expresar una idea mas clara o mejor para hacer comprender perfectamente lo que una pérdida o producción de calor significa. Así, por ejemplo, el calor total producido es de 1.082 calorías por unidad de peso de la carga. Este calor es entonces equivalente al producido en un horno, cuyo lecho de fusion contenga una cantidad de coke igual al 16,11 % de la carga que forma dicho lecho de fusion.

La tabla N.º XII comprueba teóricamente los resultados que en la práctica se han obtenido, es decir, que la fundicion de las piritas se puede llevar a cabo i se lleva a cabo sin el auxilio de combustible carbonífero.

Todavía queda un punto por tratar i este es cuál es el grado de temperatura necesario. La temperatura de fusion del eje de cobre es de 1.180°C., la de la escoria es de 1.100°C.

La temperatura de trabajo del horno debe ser, pues, mas alta que 1.180°C. —Mr. Lewis T. Wright la fija en 1.250°C.

El sulfuro de fierro al oxidarse puede proporcionarnos la cantidad de calor que se desea, pero puede suceder que no nos proporcione la temperatura requerida. FeS₂ oxidado en un exceso de aire produce un gas cuya temperatura varía de 1032° a 1.319°C.

Como se comprenderá, habrá casos que no es posible conseguir la temperatura deseada o sea 1.250°C. La única manera de salvar el obstáculo es aumentando la temperatura del aire o agregando carbon; esto último no es muy recomendable debido a la acción reductiva del carbon.

La tabla N.º XII reproduce los caracteres peculiares del proceso. Los productos, aire, calorías etc., están calculados por cada libra de material de carga.

TABLA N.º XIII.—Fundicion pirítica.

Aire gastado, volúmen.....	33 pies ²
Aire gastado, peso.....	2,43 Lbs.

(1) El valor de 6,71 se encontrará en la tabla N.º IX, caso N.º 7.

Escoria producida.....	0,55 Lbs.
Eje producido.....	0,23 »
Carga fundida en un minuto de tiempo por pie ² del area del piso del horno.....	12,50 »
Presion del aire por pulgada cuadrada.....	2, »
Altura de la carga en el horno.....	6, pies
Temperatura de los gases que salen del horno.....	800.°C
Calorías producidas por cada unidad de peso de la carga.....	1.082
Calorías gastadas por cada unidad de peso de la carga.....	1.082
Temperatura de trabajo en el horno.....	1.250
Temperatura del aire que se introduce.....	222

Butte, Montana, noviembre 15 de 1906.

IGNACIO DIAZ OSSA.



Ensayes de nitratos, yodo, cloratos y percloratos en el caliche i productos de la industria del salitre i yodo

NITRATOS

RECONOCIMIENTO DE LOS NITRATOS.—*En el caliche i el ripio.*—Se disuelve una porcion de la sustancia en polvo en agua caliente; si deja mucho residuo (ripio, caliches mui terrosos), se filtra; al filtrado se agrega igual volumen de acido sulfúrico concentrado (densidad, 1,840), libre de ácido nítrico o nitroso. Sobre la mezcla fria se deja escurrir suavemente por las paredes del tubo o vaso, una solución concentrada de sulfato ferroso, (que de este modo no se mezcla con la disolucion sulfúrica de la sustancia que se ensaya); la zona de contacto de ámbos líquidos toma un color púrpura que luego se vuelve pardo en caso de la presencia de nitratos.

Si hai poco nitrato el color producido es rojizo.

Perturban la reaccion los yodatos, yoduros, bromuros, materias orgánicas, que dan un color pardo. (Los yodados, yoduros, bromuros, se pueden separar por el sulfato de plata).

La esplicacion de la coloracion por las reacciones producidas se verá mas adelante.

DOSAJE DE LOS NITRATOS POR EL SULFATO FERROSO.—*En el caliche.*—El procedimiento usado en las oficinas salitreras para ensayar el caliche por nitratos no se encuentra, que yo sepa, en los textos de docimasia o química analítica, probablemente por ser poco exacto, pues sus resultados alcanzan solo a una aproximacion de 2 a 3%. Pero como constituye una operacion mui sencilla

i rápida, i tomando en consideracion ademas que su exactitud es suficiente para las necesidades de la industria, ha sido adoptado por la gran mayoría de los establecimientos de elaboracion del salitre.

El método se apoya en los hechos siguientes: Si se deja caer una disolucion de sulfato ferroso sobre una disolucion sulfúrica de un nitrato (o sea sobre ácidos nítrico i sulfúrico), el sulfato ferroso (verde) es oxidado por el ácido nítrico i trasformado en sulfato férrico (amarillo), miéntras que el ácido nítrico es reducido a óxido (NO), que tiene la propiedad de disolverse en el sulfato ferroso, dando a la disolucion un color pardo intenso. Así, pues, cada gota de sulfato ferroso al caer sobre la disolucion del nitrato, la tiñe de color pardo, color que desaparece rápidamente por la oxidacion de la sal ferrosa i porque el sulfato férrico formado no disuelve al óxido nítrico (NO), que se desprende como gas.

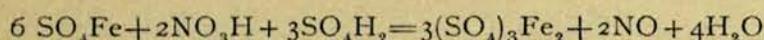
Cuando todo el ácido nítrico ha sido reducido por el sulfato ferroso, las nuevas porciones de éste permanecen en la disolucion sin descomponerse i disuelven al ácido nítrico producido. El líquido toma color pardo i este color va aumentando en intensidad con nuevas cantidades de sal ferrosa hasta disolver todo el gas.

Se acostumbra tomar como límite del ensaye la cesacion en el aumento de intensidad de la coloracion.

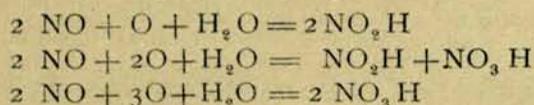
La temperatura a que se efectúa el ensaye debe ser mayor que la ordinaria, pues a esta temperatura no se produce la reaccion. Empezada ésta, puede seguir a la temperatura ordinaria (1). Una temperatura mui elevada hace desaparecer la coloracion parda por no ser estable en tales condiciones.

El ensaye se efectúa habitualmente entre 60° i 80° C.

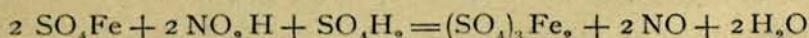
La reaccion que tiene lugar entre el sulfato ferroso i la disolucion sulfúrica del nitrato es la siguiente:



Como la reaccion se efectúa en presencia del aire el óxido nítrico desprendido se transforma nuevamente en parte en ácido nitroso o nítrico:



Estos ácidos actúan sobre nuevas cantidades de sulfato ferroso:



(1) Debe explicarse este fenómeno del mismo modo que en la reaccion entre el permanganato de potasio i las sales ferrosas: al principio la reaccion es lenta, pero una vez orijinada cierta cantidad de sal manganosa la reaccion continúa con mas rapidez; parece que la sal manganosa es un vehículo para la oxidacion de la sal ferrosa por el permanganato.

En nuestro caso, la sal férrica trasmite el oxígeno del ácido nítrico a la sal ferrosa. Este es el motivo por qué al fin de la titulacion (cuando hai mucha sal férrica) la reaccion es tan viva.

i cuanto mas tiempo demora el ensaye mayores son las cantidades de ácido nítrico i nítrico rejenerados, mayor, por consiguiente, la cantidad de sulfato ferroso gastada i mas elevada resulta la cantidad de nitratos en la sustancia que se ensaya. Debe, pues, operarse con la mayor rapidez; pero siempre es imposible evitar del todo la oxidacion. De ahí resulta la causa principal de error en el método.

La oxidacion directa del sulfato ferroso por el oxígeno del aire es bien lenta i despreciable.

Un factor importante sobre la exactitud del método, es la temperatura. Esta influye notablemente sobre la estabilidad del compuesto pardo formado por el sulfato ferroso i el óxido nítrico. Por eso debe operarse en los ensayes siempre a la misma temperatura con que se operó en la valoración de la disolucion de sulfato ferroso.

La dilucion del líquido influye en cierto modo en la intensidad de la coloracion del fin del ensaye. Debe operarse, pues, sobre volúmenes iguales, o mejor dicho, sobre concentraciones iguales.

Ademas, al fin del ensaye, la reaccion entre el sulfato ferroso, el ácido sulfúrico i el ácido nítrico es bastante enérgica, el desprendimiento de óxido nítrico produce efervescencia i hai pérdida por proyeccion.

Finalmente, a la temperatura del ensaye hai una pérdida de ácido nítrico que es arrastrado por los vapores desprendidos.

El límite de la titulacion es algo indeciso; constituye otra causa de error.

Para efectuar un ensaye se necesita una disolucion valorada de sulfato ferroso. Este se prepara de una concentracion tal que 1 cm.³ equivalga próximamente a 10 mgrs. de nitrato de sodio (1), i corresponde a una disolucion de sulfato ferroso (SO₄Fe, 7H₂O) al 10%, o de la sal de Mohr (SO₄)₂Fe(NH₄)₂CH₂O que es mas estable, al 14%. Se acostumbra añadir a la disolucion ácido sulfúrico concentrado (D = 1.840) en la proporcion de 10 cm.³ por litro, con el objeto de hacerla mas estable (2):

La disolucion debe guardarse en frascos de vidrio incoloros, pues la luz es un agente reductor i contribuye a evitar la oxidacion del sulfato ferroso.

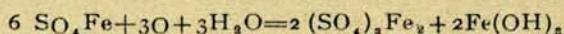
Segun A. R. Aguirre, una capa de aceite sobre el sulfato ferroso, contribuye a la conservacion de la disolucion (Inédito).

No siempre se da a la disolucion el título exacto de 10 mgrs. de nitrato de

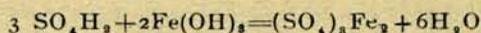
(1) Se supone, pues, que todo el nitrato del caliche está en forma de nitrato de sodio, lo que no es exacto.

Hai nitrato de potasio, etc. Se obtiene entónces una lei en nitrato inferior a la verdadera (1% de nitrato de potasio equivale a 0.84% de nitrato de sodio).

(2) El sulfato ferroso se descompone en contacto del aire segun la reaccion



El ácido sulfúrico disuelve el precipitado de hidróxido



i talvez retarda la accion del aire sobre el sulfato ferroso.

sodio, porque siendo poco estable habria que rectificarla a menudo. Como el único objeto de tal concentracion es simplificar el cálculo del ensaye, se puede prescindir de ella empleando la regla del cálculo, que presta útiles servicios en el caso de una oficina salitrera en que es comun tener que efectuar 100 o mas ensayes diarios.

Otro medio para simplificar el cálculo del ensaye, sin necesidad de dar a la disolucion de sulfato ferroso un título sencillo, consiste en calcular el peso de

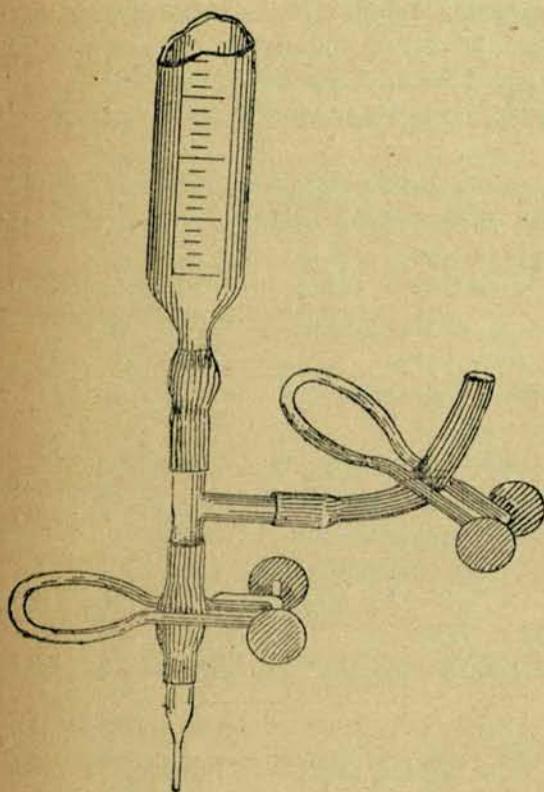


Figura 1

materia que se debe tomar en el ensaye para que cada cm^3 de la disolucion valorada equivalga a un por ciento sencillo, por ejemplo a 1 por ciento de nitrato de sodio. Ese cálculo se efectúa de esta manera: Supongo que 1 cm^3 de la disolucion de sulfato ferroso equivalga a 10.43 mgrs de nitrato de sodio. Como 1 cm^3 debe corresponder a 1% de lei, los 10.43 mgrs. serán tambien el 1% del peso de materia que se debe tomar. Esta cantidad será, pues, 1.043. grs.

Este modo de evitar el cálculo no es mui recomendable: la cantidad de materia sometida al ensaye no debe ser siempre una misma, sino que debe ser aproximadamente proporcional a la lei en nitrato, a fin de que la disolucion sulfúrica de aquél tenga una misma concentracion en ácido nítrico igual a la disolucion con que se ha valorado el sulfato ferroso. (1) Comose ha visto, este modo de operar contribuye a disminuir el error.

La disolucion de sulfato ferroso se valora por medio del nitrato de sodio puro, del cual se hace una disolucion al 1%. La titulacion se efectúa así:

Se vierten en una cápsula de porcelana con una pipeta 25 cm^3 de la disolucion de nitrato de sodio (o sean 250 mgrs.); se agregan despues 10 cm^3 de ácido sulfúrico ($D=1.840$), poco a poco, evitando un calentamiento mui brusco; en seguida se calienta con una lámpara de alcohol, i cuando el líquido tiene una tem-

(1) Se supone que el volúmen del líquido que se titula es uno mismo en todos los ensayes. La concentracion depende, pues, de la cantidad de materia que se ensaya.

Obtener siempre una misma concentracion variando el volúmen del líquido, no es práctico.

peratura de unos 70° C, se deja caer de una bureta (1) la disolución de sulfato ferroso; se revuelve continuamente el líquido con una varilla de vidrio. Al fin del ensaye la coloración parda persiste i cuando su intensidad no aumenta mas, la titulación ha terminado. Se debe efectuar 3 o mas veces i adoptar el promedio de los resultados.

Del número de cm^3 de la disolución gastados se obtiene el título del sulfato ferroso en nitrato de sodio. Por ejemplo, si se gastaron $23,4 \text{ cm}^3$ de la disolución 1 cm^3 equivale a $\frac{250}{23,4} = 10,7$ mgrs. de nitrato de sodio.

Si se quiere preparar una disolución de sulfato ferroso cuyo título sea igual a 10 mgrs. de nitrato de sodio se procede así:

Se hace una disolución mas concentrada que la deseada. Sea una disolución de sulfato ferroso al 10%. Se efectúa su valoración como se ha indicado. Supóngase que se gastaron $23,6 \text{ cm}^3$ de disolución de sulfato ferroso para reaccionar con 250 mgrs. de nitrato de sodio, o sea con 25 cm^3 de su disolución. Se quiere que en vez de $23,6 \text{ cm}^3$ se gasten 25 cm^3 de disolución de sulfato ferroso. Entónces a cada $23,6 \text{ cm}^3$ de esta disolución deben agregarse $1,4 \text{ cm}^3$ de agua. Se avalúa el volúmen total de disolución de sulfato ferroso i se calcula la cantidad de agua que debe agregarse.

El ensaye del caliche se efectúa sobre una cantidad de materia que contenga mas o ménos la misma cantidad de nitrato de sodio que se empleó en la titulación del sulfato ferroso; ya se ha visto por qué. Se tratará, pues, de que la cantidad de caliche sometida al ensaye contenga unos 250 mgrs. de nitrato de sodio (Los ensayadores conocen por el aspecto de la muestra, etc., la lei aproximada i saben sobre qué cantidad deben proceder).

El caliche, pesado, se disuelve en una cápsula de porcelana en unos 25 cm^3 de agua, se añaden 10 cm^3 de ácido sulfúrico ($D=1,840$), se calienta a 70° C, i se efectúa la titulación como se ha descrito.

Si se han gastado 20 cm^3 de sulfato ferroso, cuyo título es $1 \text{ cm}^3 = 10,5$ mgrs. de nitrato de sodio, el total de nitrato en la muestra es $20 \times 10,5 = 210$ mgrs. i si se ha operado sobre 1 gramo, la lei es 21,0 %

En el ripio.—Se procede analogamente al ensaye anterior. Como el ripio tiene baja lei en nitrato, se debe tomar mayor cantidad de materia, 20 grms., por ejemplo, que se disolverán en poca agua en caliente, i en seguida se filtrará para separar el residuo oscuro que dificulta la observación del color final en la titulación. El líquido filtrado i las aguas de lavado se recojerán en un matraz graduado de 20 cm^3 o 250 cm^3 a cuyo volúmen se diluirán. Se efectuará despues el ensaye sobre 25 cm^3 del líquido, que se saca con una pipeta.

En el agua vieja—No se necesita en la industria determinar la lei en nitrato de sodio del agua vieja. No se puede tampoco emplear el método simple de ensaye que se ha tratado; la presencia de yodatos, que se conducen como los ni-

(1) Usese el dispositivo de la bureta indicado en la figura 1 cuando haya que ejecutar muchos ensayes. El tubo lateral permite llenar la bureta i el tubo superior, la evacuación del líquido.

tratos, lo impide. Es preciso separarlos precipitándolos por el sulfato de plata neutro.

En el salitre.—La lei en nitrato no se determina por el método usual del sulfato ferroso. La precision que se exige en esta determinacion es mayor que la del método (Ver la nota (1) páj. 25).

Variaciones del método.—El método descrito, que es el mas comúnmente usado en las Oficinas Salitreras, es susceptible de algunas variaciones en el modo de operar. (La reaccion es siempre una misma)

Una de ellas consiste en efectuar en un matraz la titulacion a una temperatura (90° C. o mas) tal que la coloracion parda que toma el líquido no sea persistente, observando como fin de la titulacion la no produccion de la coloracion parda fugaz por una gota de la solucion ferrosa. Esta variacion, que no presenta ventajas sobre el método descrito, adolece tambien de los defectos de éste en cuanto a la influencia de la temperatura i del aire, a la observacion del límite, etc.

Un modo de operar mas exacto consiste en una *titulacion inversa*, i se hace al mismo tiempo mas rápido, sobre todo para los ensayes de caliches, etc, que tienen sustancias insolubles, procediendo por una *titulacion por diferencia*.

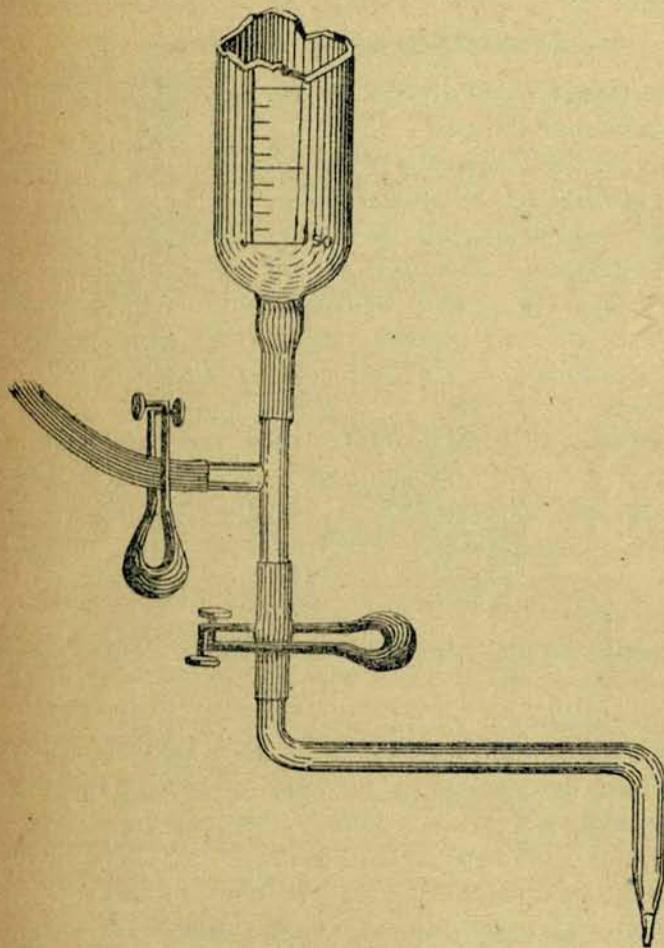


Figura 2

Las ventajas de las titulaciones inversas i por diferencia consisten en que no hai pérdidas de ácido nítrico por evaporacion i arrastre, (1) pues siempre encontrándose con un exceso de sal ferrosa i en condiciones de reaccionar inmediatamente, se trasforma en óxido nítrico; i en que el fin de la titulacion se puede ob-

(1) La titulacion inversa por ejemplo, se efectúa dejando caer sobre un volumen conocido de sulfato ferroso titulado la disolucion del nitrato que se ensaya i llevada a un volumen determinado. Durante la titulacion siempre hai un exceso de sal ferrosa.

servar con mas nitidez. Siempre persiste la accion nociva del aire sobre el óxido nítrico, pero procediendo en condiciones idénticas a las de la titulacion de los reactivos, el error se atenúa bastante. Ademas el cambio de color al final de la reaccion es influenciado en parte por la temperatura. El inconveniente se salva casi del todó operando tambien en unas mismas condiciones. La aproximacion del método alcanza a 1%.

La titulacion del sulfato ferroso se efectúa del modo siguiente, sea que se trate de la titulacion inversa o por diferencia, en este último caso pudiéndose tambien efectuar por diferencia. Evidentemente el resultado es uno mismo.

Déjese caer de una bureta en un matraz de 250 cm³, 20 cm³ de la disolucion de sulfato ferroso, preparado del mismo modo que en el método usual, agréguese 20 cm³ de ácido sulfúrico concentrado ($D=1.840$), caliéntese a la ebullicion i en seguida, dejando de calentar i ajitando continuamente el matraz, se vierte de otra bureta la disolucion de nitrato de sodio de concentracion conocida, preparada al 1% (1 cm³=10 mgrms. NO₃Na) (1), hasta que el color pardo desaparezca i sea sustituido por el amarillo. El fin de la reaccion es bien neto. La solucion ferrosa se titula diariamente.

Bien conducido el ensaye, se consigue una exactitud de décimos de cm³ en operaciones consecutivas, pero la precision del método no llega a tanto debido a las causas sistemáticas de error, i se puede estimar en 1%.

La cantidad de ácido sulfúrico ($D=1.840$) al fin del ensaye debe ser por lo ménos igual a un tercio del volúmen total del líquido titulado; con menor cantidad la reaccion no es segura, la coloracion parda es mas débil i el límite mas indeciso (2).

Para efectuar un ensaye por titulacion inversa se hace una disolucion de volúmen conocido del nitrato de modo que su concentracion sea próximamente la de la disolucion valorada de nitrato. Con ella se llena la bureta i se deja caer sobre 20 cm³ de la disolucion de sulfato ferroso, efectuándose el ensaye como se ha explicado. La presencia de gran cantidad de cloruros da al líquido final una coloracion rojiza (Cl₃Fe) i no amarilla) (SO₄)₃Fe₂). Esto constituye un pequeño error.

Como ejemplo, supongo que 1 cm.³ de la solucion ferrosa equivalga a 9,2 mgrs. nitrato de sodio, que el volúmen de la disolucion de 1 grm. del nitrato por ensayar sea de 100 cm.³.

Supongo que se necesitan 28,2 cm.³ de la disolucion del nitrato que se

(1) Las disoluciones de sulfato ferroso i nitrato de sodio se tendrán en frascos comunicados con las buretas por el dispositivo para llenarlas, a que ya se ha hecho referencia. Ademas para el nitrato de sodio se usará la bureta de L. L. de Koninck, para titular en caliente (figura 2).

(2) La cantidad de sulfato ferroso gastada en el método usual i en el que describo, para una misma cantidad de nitrato de sodio es mayor en el primer caso que en el último, pues terminada la reaccion, sigue todavía en el método comun, el gasto de sal ferrosa empleada en disolver el óxido nítrico. En el último caso el fin de la reaccion i de la titulacion están mas próximos, i la disolucion de sulfato ferroso es mas concentrada en este caso, relativamente.

ensaya para 20 cm³. de la solución ferrosa, luego 100 cm³. necesitan, 709 cm³. de sulfato ferroso que equivalen a 652 mgrs. de nitrato de sodio; i la lei es 65.2%.

El método solo merece ser aplicado al ensaye del salitre, i aun en este caso es preferible la titulación por diferencia que es mas rápida. En caso de caliches i ripios, que tienen mucha sustancia insoluble, deja de ser práctico porque es preciso filtrarla o dejarla depositar ántes de ponerla en la bureta, en un matraz de volúmen conocido, al cual se ha llevado la disolución.

Método del autor.—La titulación por diferencia, que no he visto descrita ni usada en ninguna parte consiste en agregar un exceso de sal ferrosa sobre el nitrato que se ensaya i en determinar el exceso por una disolución valorada de nitrato de sodio.

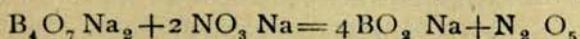
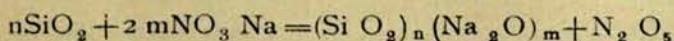
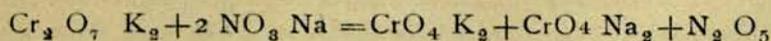
Supóngase que 20 cm³. de solución ferrosa en su titulación gastaron 16.3 de la de nitrato de sodio (o sea 163 mgrms. NO₃ Na). Para ensayar un caliche de una lei aproximada de 20% se tomará 0.7 grms. (140 mgrm. NO₃Na) se pondrá en un matraz de 250 cm³. se dejará en seguida caer de la bureta 20 cm³. de la solución ferrosa, en seguida se agregarán 25 cm³. de ácido sulfúrico (D=1.840); se hará hervir (se producirá una colocación parda persistente, lo que indica que hai exceso de sulfato ferroso, i si desaparece, falta sulfato ferroso) i se determinará el exceso del reactivo ferroso por la disolución tipo de nitrato de sodio. Se han gastado 3.7 cm³. de esta disolución en vez de 16.3 cm³.; luego el nitrato de sodio de la sustancia, que ha reaccionado con el resto del sulfato ferroso, corresponde a 12.6 cm³. o sea a 126 mgrms. NO₃ Na, que en 0.7 grms. de la materia, equivalen a 18.0%.

El método es aplicable al salitre, al caliche i al ripio. En cuanto al agua vieja, hai primero que separar los yodatos como en el método usual.

El método me ha permitido ensayar caliches con la misma rapidez que el método usual i con una aproximación de 1%, por lo cual creo que debo recomendarlo.

POR DESCOMPOSICION DE LOS NITRATOS I DESTILACION DEL ANHIDRIDO NÍTRICO POR VIA SECA.—*En el caliche.*—Se funda el método en la espulsión del anhídrido nítrico (N₂ O₅) del nitrato por medio de un cuerpo ácido, mas estable a la temperatura del ensaye, que lo reemplaza en su combinación. La espulsión del anhídrido nítrico se efectúa por vía ígnea. Los cuerpos que se ha propuesto emplear con este objeto son: el dicromato de potasio (3 partes por 1 parte de nitrato), el bórax fundido (vidrio de bórax), (3 partes por 1 parte de nitrato), i el ácido silíceo (cuarzo), (3 partes por 1 parte de nitrato).

La acción de estos cuerpos sobre los nitratos se explica por las ecuaciones siguientes:



El anhídrido nítrico espulsado es sustituido por el flujo ácido usado en el proceso.

Emplearemos el dicromato de potasio.

Esta sal se reduce a polvo i en seguida se funde en una cápsula de porcelana para espulsar toda el agua. El líquido fundido se vierte sobre un mortero i se pulveriza. Debe guardarse en frascos mui bien cerrados a fin de evitar la absorcion de la humedad del aire.

Para efectuar un ensaye, se pesa 1 gramo del caliche reducido a polvo, se mezcla con 3 gramos de dicromato de potasio, se pone en un crisol de platino con tapa i se pesa el total.

Sobre el crisol se pone un triángulo de platino i sobre éste la tapa, a fin de dejar un espacio que permita la fácil salida de los gases durante la esperiencia. El crisol se calienta con una lámpara de alcohol cuidando que la temperatura no pase del rojo oscuro (útese alcohol diluido: 2 partes de alcohol puro i 1 parte de agua). Cuando la eferescencia o sea la espulsion del anhídrido nítrico, ha cesado i la masa está tranquila, lo que sucede mas o ménos al cabo de media hora, el crisol se deja enfriar en una secador i se pesa.

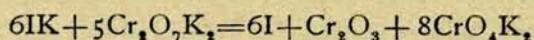
La pérdida de peso corresponde al anhídrido nítrico.

Si se ven partículas verdes (de óxido de cromo) en la masa del crisol o en la tapa, la esperiencia debe rechazarse, pues ha habido pérdida (lo que equivale a un aumento en la lei en nitrato) por la reduccion del ácido crómico a óxido de cromo.

La lei del caliche se espresa en nitrato de sodio, i el resultado obtenido en el ensaye corresponde al anhídrido nítrico. Se obtiene el resultado espresado en nitrato de sodio, multiplicando la pérdida de peso del crisol por 1,574.

Se simplifica el cálculo de la lei tomando para el ensaye 1,574 grms. de caliche. La lei es dada entonces multiplicando por 100 la pérdida de peso del crisol en grms.

El método no es exacto en presencia de sustancias que en las condiciones del ensaye sean espulsadas. Los sulfatos i cloruros a la temperatura de la operacion no se descomponen. A una temperatura algo mas elevada pueden volatilizarse los cloruros. No deben hallarse presentes sales ácidas, carbonatos, yoduros i yodatos; los dos últimos son descompuestos con desprendimiento de yodo i reduccion del ácido crómico a óxido de cromo:



Caliches con mucho sulfato de calcio dan resultados ménos exactos.

Las leyes obtenidas, en jeneral son superiores (en 0,5%) a las verdaderas (presencia de agua, yodatos, etc.)

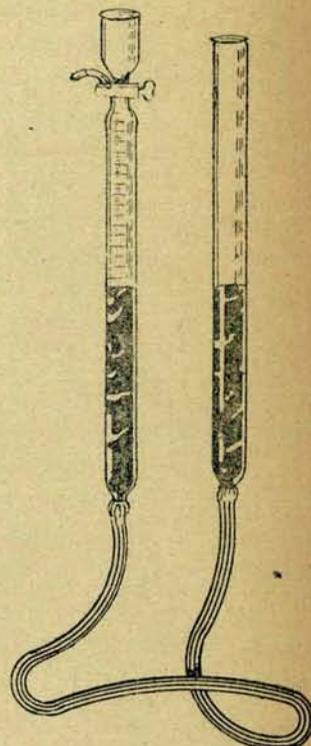


Figura 3

El método, aunque da resultados mas exactos que el del sulfado ferroso no se emplea con frecuencia por ser mas largo. Se utiliza cuando hai pocos ensayes que hacer i no se tiene una disolucion de sulfato ferroso valorada.

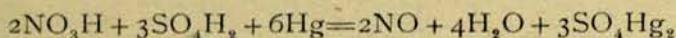
En el ripio.—Se efectúa el ensaye igualmente.

En el agua vieja.—El método es aplicable prévia la separacion de los yodatos que se efectúa por el cloruro de bario i la espulsion del agua por evaporacion. No es usado.

En el salitre.—Se efectuará prévia espulsion i determinacion de la humedad. No es usado.

POR EL NITRÓMETRO.—*En el salitre.*—Este método, como el de Schloësing modificado, que se describirá despues, se aplica preferentemente para el ensaye del salitre, i por ser un método de determinacion directa, tiende a reemplazr al método usual convencional por el que se determina la lei en nitrato del salitre, por diferencia (indirectamente), como se verá mas adelante.

El procedimiento se funda en la reduccion del ácido nítrico a óxido nítrico por el mercurio en presencia del ácido sulfúrico concentrado i en la medida del gas que se produce. La reaccion que tiene lugar es la siguiente:



Tomo la descripcion del método del libro de L. L. de Koninck—*Traité de Chimie analytique minérale qualitative et quantitative*:

«El aparato mas práctico para este dosaje es el *nitrómetro de Lunge* (figura 3); se compone de una bureta de gas que comunica por la parte inferior con un tubo de equilibrio, por medio de una manguera de caucho resistente. En la parte superior se encuentra una llave alargada provista de dos aberturas oblicuas que permiten poner la bureta en comunicacion a voluntad, sea con el pequeño embudo que se encuentra sobre ella, sea con un tubo de desprendimiento, encorvado.

»La bureta está graduada en centímetros cúbicos a partir de la llave.

»Para proceder a un dosaje por medio del nitrómetro se vierte primero mercurio, de modo que, estando el tubo de nivel levantado, una pequeña parte de este tubo i la bureta entera, estén llenas del metal. Hecho esto, se vierte sobre el embudo el nitrato por dosar, en solucion mui concentrada (se puede tambien introducirlo sólido i disolverlo ahí en un poco de agua), despues de haber bajado un poco el tubo de equilibrio, se abre suavemente la llave, se deja penetrar la solucion en la bureta, teniendo cuidado de no dejar entrar ninguna burbuja de aire.

»Se lava el embudo, primero con $\frac{1}{2}$ cm.³ de agua, despues 2 o 3 veces, con un poco de ácido sulfúrico concentrado, completamente excentos de compuestos nitrados, o de amoníaco, que se hace pasar lentamente a la bureta con la misma precaucion anterior, i, ajitando vivamente el mercurio, para impedir un calentamiento demasiado considerable, peligroso para el aparato.

»Sacando ahora la bureta de su soporte, se la inclina casi horizontalmente, a fin de poner la solucion en contacto con una gran superficie del mercurio, des-

pues se la levanta bruscamente i así en seguida varias veces, a fin de producir una especie de mezcla del mercurio con el líquido ácido.

» Cuando el volúmen del óxido nítrico no aumenta mas, se pone la bureta en el soporte i se la deja en reposo hasta que la espuma que se ha producido haya desaparecido.

» Para someter el gas a la presión atmosférica, en vista de la lectura del volúmen del gas, se ajusta la altura del tubo de equilibrio de modo que el mercurio esté al mismo nivel en ámbos tubos; en estas condiciones, debido a la columna de ácido contenido en la bureta, el óxido nítrico está a una presión un poco mas débil. Se vierten unos cuantos cm.^3 de ácido sulfúrico concentrado en el embudo, se abre lijeraente la llave, una parte del ácido pasa a la bureta. Se baja ahora con suavidad el tubo de nivel, hasta que, escepto 1 o 2 gotas, el resto del ácido haya igualmente descendido a la bureta; se fija el tubo de nivel en esta posición, se cierra la llave, se espera que el ácido que moja las paredes haya descendido i se lee el volúmen ocupado por el ácido nítrico.»

A fin de ganar tiempo, se puede evitar el cálculo de la reducción del volúmen del gas a la presión i temperatura normales, procediendo por comparación. Con este objeto se hace una experiencia con una cantidad conocida de salitre i se determina el volúmen del gas. Por una proporción se puede determinar despues, la cantidad de nitrato que se ensaya.

No se deberá emplear mas de 0.35 grms. de nitrato de sodio puro, para una bureta de 100 cm.^3 , (1 cm.^3 de NO en las condiciones normales pesa 0.0013436 grs. i corresponde a 0.0038013 grs. $\text{NO}_3 \text{ Na}$).

Para dejar el nitrómetro en estado de servir a otra operación, se abre la llave i levantando el tubo de equilibrio se espulsa el gas i el ácido. Se introducen despues 2 o 3 veces por el embudo algunos cm.^3 de ácido sulfúrico concentrado i se ajita el aparato para limpiarlo.

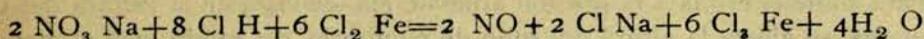
Empléense en el ensaye 0.35 grs. de salitre disuelto en el mínimo de agua; la cantidad total de ácido sulfúrico concentrado i agua será mas o ménos de 15 cm.^3 . El desprendimiento de gas demora a lo mas cinco minutos.

En el caliche, el ripio i el agua vieja.—Para efectuar el ensaye en el caliche i el ripio, como estos tienen mucha materia insoluble, se hará una disolución en agua, se filtrará i el líquido filtrado concentrado o el residuo de la evaporación se someterá al ensaye.

Así, por ejemplo, de un caliche de 25% próximamente, se disolverán 10 grs. en agua, se filtrará i el líquido filtrado se llevará a un volúmen de 200 cm.^3 en un matraz graduado (si no hai mucho residuo se puede evitar la filtración). Con una pipeta se tomarán 20 cm.^3 que se concentrarán por evaporación en una cápsula de porcelana i en seguida se someterán al ensaye.

Para ensayar el agua vieja se emplearán 1 o 2 cm.^3 . La presencia de yodatos produce un desprendimiento de cloro. Se deberá entónces continuar la ajitación del líquido en la bureta hasta que desaparezca el gas de color (verde, amarillo verdoso) absorbido por el mercurio. Este método se usará para ensayar caliches, ripios i aguas viejas, cuando se deseen resultados mas exactos que los que dan los métodos anteriores.

POR EL PROCEDIMIENTO DE SCHLOESING MODIFICADO POR WAGNER.—
En el salitre.—El método de Schloesing se apoya en la transformacion del nitrógeno de los nitratos en óxido nítrico por medio de una disolucion clorhídrica de cloruro ferroso i en la medida del gas producido. La reaccion que se verifica es la siguiente:



El método modificado por Wagner, i que se recomienda en los laboratorios en que se deben efectuar muchos ensayos con rapidez, es el siguiente (C. R. Fresenius, Quantitative Chemical Analysis, Vol. II; translation of the sixth german edition by A. I. Cohn):

«Introdúzcanse 40 cm.³ de una solucion de [cloruro ferroso (que contiene 200 grs. por litro) en el matraz *a* (figura 4) de una capacidad de 250 a 300 cm.³; agréguese 40 cm.³ de ácido clorhídrico de densidad 1.1; despues viértanse unos pocos cm.³ del mismo ácido en el embudo, *b* (provisto con una llave de vidrio), cuyo tubo penetra solo en la parte superior del matraz, sin introducirse en el líquido. Abrase en seguida la llave de vidrio a fin de desalojar el aire en el tubo por el ácido, pero ciérrese con prontitud ántes que todo el ácido haya descendido. El tubo de desprendimiento, *c*, penetra en el agua contenida en un vaso de vidrio de unos 24 cm. de ancho i 20 cm. de profundidad, i dentro del cual se puede conducir agua fria por la abertura *e*, a fin de espeler el agua calentada i contaminada por ácido clorhídrico, por el tubo de vidrio colocado en *f*. En el vaso de vidrio hai colocados cuatro o mas cilindros de 100 cm.³ para medir, graduados en 0.5 o 1 cm.³ i llenos con agua; están suspendidos de una varilla con anillos en sus extremos i semi-anillos en el medio, como se ve. Ninguno de estos cilindros graduados será colocado al principio sobre el extremo doblado del tubo de desprendimiento, *c*:

«Caliéntese ahora el contenido del matraz *a* hasta el hervor i manténgase la ebullicion hasta que todo el aire haya sido espulsado de lo que se puede asegurar rápidamente colocando un tubo de ensaye lleno de agua sobre el extremo del tubo de desprendimiento *c*.

«Colóquese en seguida uno de los tubos de medida sobre el tubo de desprendimiento, agréguese 10 cm.³ de una disolucion normal que contenga exactamente 33 grms. de nitrato de sodio puro por litro en el tubo de embudo *b*, i ábrase la llave de éste de modo que la disolucion caiga lentamente en la solucion de fierro que se deberá mantener constantemente a la ebullicion. Cuando solo quede una pequeña parte en el embudo, llénese éste dos veces con ácido clorhídrico de densidad 1.1 i déjese tambien caer al matraz cuidando de que quede suficiente ácido para llenar el tubo. Hecho esto, la primera operacion ha terminado. Ahora, manteniendo siempre el contenido de *a* a la ebullicion, quítese el tubo graduado i reemplácese por otro. Viértase en el embudo *b* 10 cm.³ de la disolucion de salitre que se va a ensayar i que deberá contener a lo mas 33 grms. por litro, i procédase en la operacion como se acaba de describir, tambien lavando el embudo dos veces con ácido clorhídrico. De esta manera, i sin que se gaste la solucion

de cloruro ferroso, se pueden hacer 6 o 7 determinaciones i tambien una determinacion final, para comprobacion con la disolucion normal de nitrato. Cuando todo esto se ha hecho, ábrase la llave de vidrio a fin de que el aire entre al matraz, i despues déjese de calentar.

»El tubo graduado que contiene el óxido nítrico se sumerge en un cilindro de vidrio próximamente de 44 cm. de alto i 15 cm. de ancho en que se sostiene por medio de una abrazadera de laton puesta en su borde. El agua desalojada por el tubo al sumerjirse en el cilindro, sale por un tubo lateral. Cuando la temperatura de todos los tubos i sus contenidos es igual, se hace la lectura del volúmen del gas.

»Si la esperiencia se ha conducido como se ha descrito, el por ciento de nitrato de sodio puede calcularse por la siguiente proporcion: El gas óxido nítrico desprendido por 0.33 grms. de nitrato de sodio puro: el gas óxido nítrico des-

prendido por 0.33 grms. de salitre=100 : X. (Se acostumbra tambien espesar la lei del salitre en nitrógeno en vez de nitrato de sodio; éste tiene 16.47 % de nitrógeno). —(Continuará.)

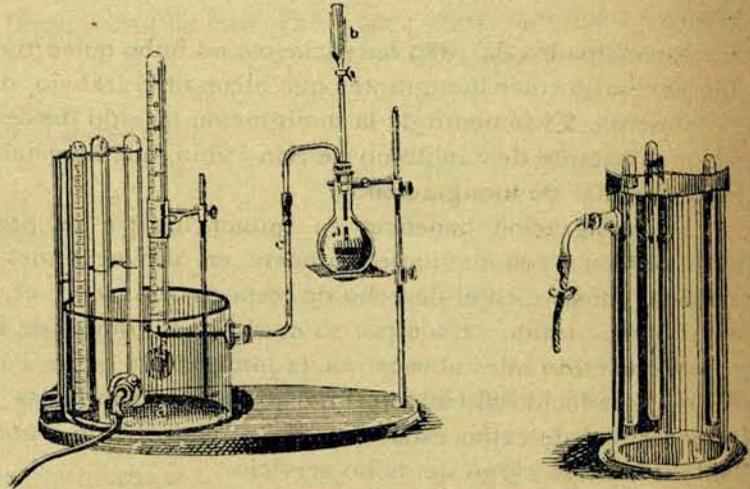


Figura 4

El servicio oficial de inmigracion en San Pablo. Brasil (1)

SUMARIO.—I. La produccion del café en San Pablo.—II. El servicio oficial de inmigracion.—III. La Hospedería de inmigrantes.—IV. La Agencia Oficial de Colonizacion i de Trabajo.—V. El trabajo en los cafetales.—VI. Conclusion.

I

San Pablo es el Estado mas productor de café en el Brasil. El café constituye la fuente principal de su riqueza pública i privada; produce a veces *mas de la mitad del café que se cosecha en el mundo*, hecho que basta enunciar para darse

(1) En la Redaccion del BOLETIN ha encontrado completa acogida el estudio que sigue, por considerarlo mui ilustrativo sobre el problema de la INMIGRACION, que actualmente ocupa tanto al Supremo Gobierno como a todos los industriales del pais.

cuenta de la importancia que para él tienen los problemas relativos a la producción del café. Un decrecimiento en la esportacion de este artículo afecta mui sensiblemente las rentas fiscales que obtienen su principal entrada del derecho de esportacion sobre el valor del café (en 1906 8% de ese valor). La atencion que merece rama tan importante de la riqueza nacional, i el interes del Fisco en una esportacion abundante, justifican los esfuerzos i sacrificios que el Gobierno de San Pablo hace en favor del cultivo del café, sobre todo, *para proporcionarle por medio de la inmigracion los brazos que no le suministra la poblacion del pais.*

Emancipados en 1889 los esclavos, no hubo quien trabajara en los cafetales, i fué necesario traer inmigrantes que hicieran el trabajo desempeñado ántes por los primeros. El fomento de la inmigracion ha sido desde entónces una preocupacion constante del Gobierno de San Pablo, que ha establecido un servicio continuo i regular de inmigracion.

La inmigracion beneficia en primer lugar a los propietarios de cafetales, pero tambien redundando indirectamente en provecho del Estado, cuya entrada principal consiste en el derecho de esportacion sobre el café. Los grandes propietarios han traído i traen por su cuenta inmigrantes de Europa, con los cuales se han cometido tales abusos que la inmigracion a San Pablo habia caído en descrédito, e inducido al Gobierno italiano a tomar medidas contra esa emigracion. La necesidad de evitar esos abusos ha contribuido a obligar al Estado de San Pablo a hacerse cargo de dicho servicio.

El Estado paga el pasaje del inmigrante i familia desde cualquier punto de Europa hasta Santos; le da alojamiento i manutencion en la Hospedería de San Pablo; lo lleva de la Hospedería a la estacion mas próxima de la hacienda en que ha aceptado trabajo; le ofrece los servicios de una agencia que ha creado especialmente para colocarlo i evitar que agentes inescrupulosos lo hagan víctima de su inesperienza, i por último, para prevenir su explotacion por los propietarios de cafetales, *interviene en el contrato que entre ellos se celebra haciendo obligatoria la aceptacion de ciertas cláusulas que ponen al inmigrante a cubierto de los abusos mas frecuentes.*

Hai años en que este servicio *impone al Estado gastos que llegan a mil contos (un millon de pesos), cantidad extraordinaria en un presupuesto que fluctúa entre treinta i cuarenta mil contos.*

II

Regulariza el servicio de inmigracion la lei de 9 de setiembre de 1899, promulgada por el Presidente de San Pablo, Fernando Prestes de Albuquerque, i refrendada por el Secretario de los Negocios de Agricultura, Comercio i Obras Públicas. La ejecucion de esta lei la detalla un Reglamento especial.

Enunciaremos las principales disposiciones de la lei i Reglamento.

La lei establece la inmigracion gratuita de cierto número de personas que reunen determinadas condiciones, personas por las cuales el Estado paga una subvencion a las compañías de armadores o navegacion que las introducen en

buques, que tengan ciertas condiciones de higiene i rapidez. Dentro de los límites marcados por el presupuesto anual el Gobierno fija por medio de un decreto el número de personas que pueden gozar de inmigracion gratuita i el monto de la subvencion que por ellas paga. Si una vez fijada la subvencion, el Gobierno cree conveniente reducirla o disminuir el número de personas, este acuerdo no entra en vigor sino tres meses despues de publicado.

El art. 4, § 4 del presupuesto de San Pablo para 1905, autorizó los siguientes gastos:

HOSPEDERÍA DE INMIGRANTES

Pago de empleados.....	67 : 700 \$ 000	
Alimentacion de inmigrantes i otros gastos de la Hospedería.....	41 : 745 \$ 000	109 : 445 \$ 000

COLONIZACION E INMIGRACION

Pago de pasajes, etc.....	200 : 000 \$ 000	
---------------------------	------------------	--

HIJUELACION DE COLONIAS

Formacion de lotes.....	50 : 000 \$ 000	359 : 445 \$ 000
-------------------------	-----------------	------------------

A continuacion de esta partida, la misma lei de presupuestos autoriza en su artículo 5, gastos suplementarios para la alimentacion de inmigrantes i pago de pasajes, sin limitar las sumas, i dejando al arbitrio del Gobierno, en vista de las espectativas de la cosecha del café, la fijacion del número de inmigrantes que puedan introducirse gratuitamente.

Un decreto de 17 de diciembre de 1904 habia fijado en diez mil este número para el año 1905; otro de 10 de agosto de 1905, lo elevó a veinte mil, i un decreto del 13 de octubre del mismo año, abrió un crédito suplementario de mil contos para atender a los gastos extraordinarios del servicio de inmigracion.

El presupuesto de 1906 autoriza un gasto total de 189: \$ 445,000 para el servicio de Tierras, Colonizacion e Inmigracion i concede en el artículo 8 idéntica autorizacion que el presupuesto del año anterior para invertir en transportes i alimentacion de inmigrantes todo el dinero que hicieren necesario las circunstancias. La cosecha de café del año 1906 prometió i ha sido extraordinaria. Se prevenia una gran demanda de trabajadores agrícolas, i el Gobierno decretó para ese año la inmigracion gratuita de un número ilimitado de personas.

El Gobierno paga por inmigrante la siguiente subvencion:

Por españoles o portugueses:

a) Mayores de 12 años.....	£. 5—15—6
b) De 7 a 12 años.....	» 2—17—6
c) De 3 a 7 años.....	» 1— 8—9

Por inmigrantes de otros países de Europa:

a) Mayores de 12 años.....	£. 6—10—0
b) De 7 a 12 años.....	» 3— 5—0
c) De 3 a 7 años.....	» 1—12—6

Ademas de esta subvencion los introductores tienen derecho a un premio de £. 0—5—0 por cada individuo apto para el trabajo que venga en una familia que excediere de tres personas.

La subvencion se gradúa en la siguiente forma:

- a) Subvencion entera por inmigrante mayor de 12 años;
- b) Media subvencion por niños mayores de 7 i menores de 12 años;
- c) La cuarta parte por niños mayores de 3 i menores de 7 años.

Los inmigrantes deben ser de nacionalidad europea, i se acepta aun a aquellos que ya hubieren estado en el Brasil i que desearan regresar a él.

Las personas que desean introducir inmigrantes deben dar aviso al Gobierno de su propósito con treinta dias de anticipacion, i comunicarle desde el puerto de embarque, por telégrafo, el número de los inmigrantes que envían a fin de que el Gobierno pueda tomar a tiempo las providencias necesarias para recibirlos. El Gobierno, a su vez, remite mensualmente a los introductores o a sus representantes en San Pablo un boletin que indica el número de inmigrantes ya introducidos hasta fines del mes anterior i de los embarcados i en camino. Si el número de inmigrantes cuya intröduccion se hubiera autorizado estuviere a punto de ser excedido, ordena la suspension de nuevos embarques con treinta dias de anterioridad.

El Gobierno acepta como inmigrantes a personas constituidas en familia, agricultores, de buena conducta, que fueren sanos i aptos para el trabajo, debiendo tener cada familia por lo ménos un individuo con estas condiciones. Se consideran aptos para el trabajo los hombres mayores de doce i menores de cuarenta i cinco años. Las condiciones especiales del cultivo del café determinan estos requisitos; hombres i mujeres desde los doce años pueden trabajar en los cafe-tales; en las cosechas pueden ayudar aun niños de ocho i diez años, i las familias mas numerosas son las que encuentran mas fácil colocacion.

El inmigrante debe presentar certificados espedidos por las autoridades competentes del último lugar de su residencia. Los certificados deben expresar el nombre i apellido de cada miembro de la familia, su grado de parentesco con el jefe de ella, su estado, filiacion, fecha i lugar de su nacimiento, tiempo que

permaneció en el último lugar de su residencia, etc. Las declaraciones de un pasaporte pueden sustituir estos documentos, que deben ser legalizados por el representante consular brasilero del puerto de embarque.

Al embarcar a los emigrantes el introductor debe hacer una nómina de los mismos con las especificaciones anteriores e indicacion del vapor en que los despacha, fecha i puerto de partida. Remite esta nómina con el mismo vapor al Director de la Hospedería San Pablo. Con ella va otra lista del equipaje de las familias que indica el número de bultos pertenecientes a cada una. Los bultos van marcados con el número de órden que lleva el jefe de la familia en la nómina de emigrantes.

En cambio de la subvencion el introductor transporta al inmigrante con su equipaje desde el puerto de embarque hasta Santos, respondiendo del equipaje hasta su entrega en la Hospedería de San Pablo. El Reglamento de Inmigración le impone por cada bulto extraviado o destruido el pago de una indemnización de cien francos, a no ser que el dueño del bulto hubiere declarado su valor al embarcarlo, pues en este caso el introductor pagará el valor declarado. El Gobierno hace efectiva esta responsabilidad descontando la indemnización de lo que debe dar al introductor por los inmigrantes que ha entrado.

Antes el Gobierno de San Pablo tenia comisarios en los puertos de embarque para controlar la emigracion, a favor de la cual hacian ademas propaganda dando a los interesados informaciones sobre San Pablo i las ventajas que les ofrecia. Los comisarios verificaban si los inmigrantes reunian los requisitos de aptitud para el trabajo agrícola, moralidad, etc., exigidos por los Reglamentos o contratos respectivos, i autorizaban o nó, en consecuencia de este exámen el embarque de las familias. La autorizacion daba al introductor derecho a la subvencion correspondiente. En los puertos que no tenian comisarios los cónsules hacian este servicio. Los comisarios han sidos suprimidos. El control de la inmigracion se hace en la actualidad en la Hospedería de San Pablo, a la vista del Gobierno, economizando el Estado el pago de funcionarios especiales en Europa.

En el sistema actual, el Gobierno ofrece una prima por inmigrante, que se paga a quien quiera traer personas de Europa. Antes contrataba con empresas particulares, jeneralmente compañías de vapores, la introduccion de inmigrantes. En 1901 celebró contratos para traer 30,000 personas. Las estipulaciones de estos contratos reproducen las disposiciones vijentes sobre inmigracion en cuanto a la clase de inmigrantes, valor del pasaje, forma de pago, transporte de equipajes, etc. Hoy ya no celebra estos contratos. Las compañías de vapores interesadas en realizar las ganancias de la inmigracion gratuita, se constituyen los mejores agentes de inmigracion a San Pablo.

Gozan tambien de las ventajas del viaje libre: 1.º las personas llamadas por cualquiera Compañía o particular para el trabajo de sus cafetales en San Pablo; 2.º los parientes de inmigrantes ocupados en faenas agrícolas llamados por éstos;

3.º tienen derecho a restitucion del pasaje las personas que hubieren venido por su cuenta una vez que prueben estar dedicadas efectivamente a cultivos agrícolas. Para que las franquicias de la inmigracion gratuita se hagan estensivas a ellos es necesario que sean agricultores, no tēngan mas de 45 años, estén constituidos en familia i, una vez en San Pablo, se consagren a trabajos agrícolas, sea como trabajadores en los cafetales, sea cultivando por cuenta propia terrenos adquiridos o arrendados de particulares o del Estado.

El llamamiento de los parientes de un inmigrante se hace por medio del propietario de la hacienda en que el último trabaja. El propietario se dirige al director de la Hospedería de San Pablo i le envia una lista de los parientes llamados con espresion de su residencia, grado de parentesco, etc., acompañando ademas una carta en sόbre abierto, del mismo colono a su pariente, en que lo invita a venir a San Pablo. Con estos antecedentes, el director de la Hospedería toma las providencias necesarias para el viaje de los llamados.

Los inmigrantes que vienen por su cuenta i que quieren gozar de los beneficios de la lei de inmigracion, deben declararlo así en Santos al empleado de este servicio i pasar por la Hospedería de San Pablo, a donde, en un libro especial, se toma nota de sus nombres i apellidos, nacionalidad, lugar de procedencia i de destino. Siguen por cuenta del Estado hasta la estacion mas próxima de la hacienda en que vañ a trabajar. Una vez dedicados a los trabajos agrícolas, tienen derecho a solicitar de la Secretaría de Agricultura la restitucion de sus pasajes. Deben presentar, al efecto, los siguientes documentos: 1.º pasaporte; 2.º recibo del pago de pasaje; 3.º declaracion del dueño del cafetal de que están a su servicio; 4.º atestado del juez de paz, de que viven i trabajan en el distrito de su jurisdiccion.

La inmigracion de persona llamada por agricultores de San Pablo para trabajo de sus haciendas, está reglamentada por decreto de 19 de octubre de 1904. El pedido de inmigrantes, con destino cierto, debe hacerse a la Secretaría de Agricultura en formularios especiales, acompañados de un certificado del Presidente de la Comision de Agricultura del respectivo municipio de que el requirente es propietario en él. La Secretaría de Agricultura entrega entónces «boleto de llamada» para los inmigrantes. El agricultor debe rendir caucion con qué responder del valor de los pasajes para el caso de que resulte de las indagaciones del director de la Hospedería que los inmigrantes no corresponden a las indicaciones hechas por el agricultor en su pedido.

La liberalidad del Estado llega hasta repatriar al inmigrante i su familia en ciertos casos.

Tienen derecho a volver a su patria por cuenta del Estado: 1.º las viudas i los huérfanos de inmigrantes que gozaron de viaje gratuito i que estuvieron trabajando en faenas agrícolas, si han quedado sin medios de subsistencia por la muerte del marido o padre, ocurrida dentro del año de su llegada; 2.º los inmigrantes que dentro del mismo año hubieren caido enfermos o hubieren sido víc-

timas de un accidente de cuyas consecuencias quedaren inhabilitados para proveer a su subsistencia i a la de sus familias.

Los inmigrantes que han venido a San Pablo por su propia cuenta i no se han hecho restituir el pasaje, gozan de este derecho de repatriacion durante dos años.

En caso de volver a su patria, el Gobierno, ademas del boleto de tercera clase, concede a los inmigrantes un auxilio en dinero, proporcionado al número de personas que componen la familia. El auxilio es de 100 pesos por familia de dos o tres personas; de 150 pesos por familia de cuatro o cinco; i de 200 pesos por familia de mas de cinco.

Los inmigrantes que van a San Pablo desembarcan en Santos. Si este puerto estuviere infectado por alguna epidemia, el desembarque se hace en Rio de Janeiro. La fiebre amarilla, cuyos estragos han dado a Santos fama tan desgraciada, ha desaparecido, gracias a las obras de puerto i saneamiento.

Si no puede tener lugar el desembarco inmediato en Santos los inmigrantes pueden permanecer a bordo hasta treinta i seis horas despues de la llegada del vapor, sin aumento de gastos para el Gobierno.

La lei de inmigracion exige que el transporte de inmigrantes se haga en vapores que reunan las condiciones necesarias de hijiene i rapidez; pero no ha tomado ninguna medida para hacer efectiva esta disposicion. Son conocidos los abusos que en la travesía se cometen con los inmigrantes; se les aglomera en espacios reducidos; se les da poco i mal alimento i, con frecuencia, ni siquiera se toman las precauciones para salvarlos en caso de accidentes.

Casi todos los paises de Europa controlan el transporte de inmigrantes i no permiten que se haga en buques que no reunan condiciones satisfactorias desde el punto de vista de la hijiene i la moral. Italia, ademas de otras precauciones, hace viajar en cada buque con inmigrantes un comisario real, que vela por el cumplimiento de las disposiciones sobre emigracion. Tambien los paises a cuyas playas llega esta corriente humana, tienen el deber de obligar a las compañías de navegacion a no tratar a los inmigrantes como simple mercadería.

Al arribar los inmigrantes a Santos, las autoridades sanitarias del puerto i un médico del servicio de colonizacion los someten a un lijero exámen en que se rechaza a los inválidos para el trabajo, a los que sufren de enfermedades contagiosas que se manifiestan a primera vista, como ser: lepra, tuberculósisis avanzada, tracoma, etc.

III

El ferrocarril lleva a los inmigrantes, en tres horas, de Santos a la Hospedería de San Pablo, a la cual descienden del mismo tren.

La Hospedería es un vasto edificio, construido a propósito, que tiene todas las instalaciones i arreglos de que debe disponer un establecimiento de esa naturaleza, es decir, baños, desinfectorio, enfermería, aduanas, etc. Ha sido construido para 3,000 personas, pero ha llegado a albergar hasta 5,000.

El primer cuidado, despues de alojar i dar alimento a los inmigrantes, es el de vacunarlos i someterlos a un minucioso exámen médico. En seguida, se les interroga, en presencia de un representante del introductor, sobre su edad, oficio, procedencia, etc., i se verifica la exactitud de las indicaciones contenidas en la nómina que el introductor ha debido hacer al embarcarlos en Europa. Este es el momento en que se hace el control de la inmigracion. Se establece si cada uno de los inmigrantes reúne los requisitos exigidos por las disposiciones o contratos respectivos, rechazándose a los que no las reunieren a juicio del director. Se verifica, así mismo, la entrega del equipaje de los inmigrantes, segun la lista hecha al embarcarlo.

Terminado este exámen, el director de la Hospedería certifica la llegada de los inmigrantes i de su equipaje, como tambien el cumplimiento de las condiciones que deben reunir para gozar de pasaje libre i, en virtud de este certificado, la Secretaría de Agricultura, Comercio i Obras Públicas, ordena el pago de la subvencion al introductor o a su representante. El pago se hace dentro de los sesenta dias contados desde la fecha de arribo i al cambio del dia en que se verifica.

Despues del exámen anterior, el inmigrante recibe una tarjeta en que expresa su nombre i demas particularidades de su persona, que le sirve para comprobar su identidad. Solo puede permanecer ocho dias en la Hospedería, tiempo mas que suficiente para colocarse. Jeneralmente, encuentra trabajo en los primeros dias.

En caso de enfermedad, se le atiende en la enfermería hasta su restablecimiento i recibe alimentos, medicinas i atencion médica por cuenta del Estado.

Cada una de las comidas a que tiene derecho durante los ocho dias que puede estar en la Hospedería se le marca en la tarjeta de identidad.

Se le dan dos comidas al dia, una en la mañana, otra en la tarde.

El inmigrante mayor de doce años recibe en racion los siguientes alimentos que puede cocinar en la Hospedería.

En la mañana

Café.....	20 gramos
Azúcar.....	40 »
Pan.....	250 »
Carne.....	200 »
Arroz i frejoles	2 decilitros
I los condimentos necesarios.	

En la tarde, alternando de un dia a otro

Pan.....	250 gramos
Carne.....	200 »
Macarrones.....	100 »
Café.. ..	20 »
Azúcar.....	40 »
Verdura i condimentos, los necesarios.	

O recibe:

Pan.....	250 gramos
Carne.....	200 »
Papas	2 decálitros.
Café.....	20 gramos
Azúcar.....	40 »
Verdura i condimentos, lo necesario.	

I en otro día:

Pan.....	250 gramos
Azúcar.....	200 »
Arroz i frejoles.....	2 decálitros
Café.....	20 gramos
Azúcar.....	40 »
Verdura i condimentos, los necesarios.	

Las porciones se reducen a la mitad para niños de seis a doce años i a una cuarta parte para los de dos a seis años.

Si el inmigrante no reúne los requisitos que se le exigen, o porque está inhabilitado para el trabajo, o porque no es agricultor, o porque prefiere dedicarse a un oficio en vez de trabajar en la agricultura, el introductor pierde el pasaje, ya que no tiene esperanzas de recuperarlo del inmigrante. La persona que los trae debe tomar en su propio interés precauciones para no quedar burlada. Así en cuanto a los inmigrantes del Portugal poco afectos a las faenas agrícolas, los introductores exigen el depósito previo del pasaje, que restituyen una vez que el Estado de San Pablo paga la subvención por ellos. La Hospedería, por su parte, procura impedir la explotación de los inmigrantes por introductores, que además de recibir el pasaje del Gobierno, hacen que los inmigrantes les paguen todo o parte del mismo pasaje.

IV

En el mismo edificio de la Hospedería tiene su oficina la *Ajencia Oficial de Colonización i Trabajo*, creada por decreto de 29 de diciembre de 1905. Es una agencia oficial de colocación que sirve de intermediaria entre los que ofrecen i buscan brazos. Ella ayuda al inmigrante a conseguir trabajo en las mejores condiciones en que puede obtenerse i los protege «contra los atravesadores de colonos», agentes de empleos, que explotan en provecho propio la ignorancia del recién llegado, acerca del precio i condiciones del trabajo, asegurando sus servicios en condiciones desventajosas para él. *Las publicaciones destinadas a fomentar la emigración a San Pablo llaman la atención sobre estos agentes inescrupulosos contra los cuales ponen en guardia a los inmigrantes.*

La Agencia proporciona trabajo en jeneral a todos los que buscan trabajo en la agricultura o industrias. También presta sus servicios a los que quieren

comprar, arrendar, o tomar en aparceria tierras públicas o particulares. Ella depende de la Secretaría de Agricultura, Comercio i Obras Públicas i tiene su oficina en la Hospedería de inmigrantes, pero forma un servicio separado.

Por medio de sucursales, de los municipios i comisiones municipales de agricultura, la Agencia se proporciona los datos que necesita para suministrar a los trabajadores agrícolas i obreros, informaciones relativas a los oficios i trabajos en que pueden encontrar colocacion, a las localidades en que se necesita jente, a los salarios i jornales que se pagan i demas condiciones del trabajo. Asimismo atiende la Agencia a los que quieran establecerse como colonos en tierras particulares o del Estado i a los que ofrecieren tierras en arrendamiento, venta o aparceria.

La Agencia tiene «agentes corredores de trabajo i tierras» nombrados a propuesta del Director de la Hospedería, por el Secretario de Agricultura. Estos agentes rinden caucion i sus servicios se pagan en conformidad a una tarifa.

Los hacendados que necesitan inmigrantes llenan en la Agencia un formulario impreso en que dan el número de personas que necesitan i enuncian las ventajas que ofrecen. Si no pudieran ir personalmente a la Hospedería, envian el formulario con las indicaciones al Director de ésta, que despues de ponerle su visto bueno, pasa el pedido de trabajadores a los agentes de colocacion para que contraten los inmigrantes que se necesitan. Los hacendados tienen que ser conocidos por la Agencia o abonados por dos o mas personas conocidas. El Director de la Agencia pone su visto bueno al pedido de trabajadores i el solicitante recibe una tarjeta de ingreso a la Hospedería, en que puede entenderse con los inmigrantes que a su vez estuvieren provistos de tarjetas de identidad.

Cuando los hacendados e inmigrantes se han puesto de acuerdo, un empleado de la Hospedería lee a los últimos, en sus respectivos idiomas, el pedido de trabajo que de la Hospedería ha pasado a la Agencia de Colonizacion. Así se evitan malas intelijencias i se impide que agentes deseosos de ganarse la comision por el enganche de trabajadores, se aseguren los servicios del colono por medio de promesas falsas que el hacendado no está dispuesto a cumplir.

Solo los hacendados i los agentes oficiales de colocacion pueden entrar a la Hospedería. Los últimos han rendido caucion i están sometidos a la vijilancia del agente oficial. Los que intentaren ganarse inmigrantes con promesas falsas o desprestijiar a otros agentes, pierden el permiso de entrar en la Hospedería.

Celebrado el contrato de trabajo, el Director de la Hospedería envia al inmigrante hasta la estacion mas próxima del cafetal, en el cual va a trabajar, i comunica por telégrafo el embarque al propietario para que lo haga esperar en la estacion.

La Agencia Oficial entrega al inmigrante una libreta que consigna el contrato de trabajo i en que se anotan los servicios prestados por el inmigrante i los pagos i anticipos hechos por el patron.

El contrato de trabajo contiene algunas cláusulas jenerales que ámbos contratantes están obligados a aceptar, sobre los cuales no puede haber discusion, i

empresa en seguida la duración i el precio de los servicios del inmigrante que han sido materia de acuerdo entre ambas partes.

Las cláusulas jenerales del contrato tienen por objeto prevenir abusos de los propietarios, los cuales son dueños o nó de servirse de la Agencia; pero si pretenden aprovecharse de las franquicias de la inmigración gratuita, tienen que aceptar las estipulaciones contenidas en las bases jenerales del contrato i hacer pasar a los inmigrantes por la Hospedería i Agencia de Inmigración.

Si el hacendado no cumple los compromisos contraídos con el colono, se le prohíbe reclutar inmigrantes en la Hospedería, i puede verse espuesto a no tener brazos con que cultivar i cosechar el café.

La lei federal de 5 de enero de 1904 asegura al trabajador agrícola un privilegio para el pago de los créditos provenientes de salarios. La primera página de cada libreta reproduce el texto de esta lei que dice:

ARTÍCULO PRIMERO. El crédito proveniente de los salarios del trabajador agrícola goza de privilegio para ser pagado con el producto de la cosecha a la cual hubiere concurrido con su trabajo, con preferencia a cualquier otro crédito que no estuviere garantizado por hipoteca o prenda agrícola debidamente inscrita i trascrita.

ART. 2.º Este privilegio favorece a los créditos provenientes de salarios segun aparece del ajuste de las cuentas que se llevan en la libreta del trabajador; la libreta debe estar abierta, numerada, rubricada i llenada por el propietario o su representante, i tener anotadas con sus fechas respectivas, las partidas de débitos i créditos.

ART. 3.º El trabajador tiene derecho a usar la acción sumaria de embargos o arresto aseguratorio para cobrar las deudas a que se refieren los artículos 1.º i 2.º

Las libretas que, celebrado el contrato, la Agencia entrega al inmigrante, estan arregladas de manera que el inmigrante puede gozar de los beneficios de la lei anterior.

V

En el cultivo del café el inmigrante encuentra fácilmente trabajo i buena remuneración. El café se cultiva en grandes propiedades cuya población se compone en su mayor parte de inmigrantes, colonos, como se les llama impropiamente, casi siempre con sus familias, cuyos miembros de uno i otro sexo ayudan al jefe en sus labores desde los doce años de edad. La ganancia del inmigrante guarda proporción con el número de personas que le ayudan. Solo por escepción, a falta de familia, el propietario admite solteros.

La hacienda siempre da habitación al colono en pequeñas casas para familias, de cal i ladrillos, dispuestas en monótonas hileras que forma la colonia, pequeña población cuya desnudez i uniformidad no interrumpe ni un árbol ni un jardín. Las condiciones de salubridad de estas habitaciones darían que hacer a una autoridad que de ellas se preocupara.

El contrato de trabajo es igual, con pequeñas diferencias, en todas las haciendas. A veces el inmigrante solo arrienda sus servicios para la cosecha del

café; de ordinario permanece por lo ménos un año en el cafetal i atiende tanto al cultivo como a la cosecha.

Las cláusulas jenerales del contrato enuncian las obligaciones del propietario i del colono. El último se compromete a cultivar cierto número de plantas de café i el trabajo consiste en limpiar el suelo, arándolo i desmalezándolo, en cortar los brotes inútiles, arrancar las enredaderas i replantar los árboles que se destruyen. Antes de la cosecha (en abril) el colono debe limpiar el suelo al pie del tronco, amontonando a un lado las hojas, ramas i tierra suelta, que despues de terminada la cosecha (de setiembre a noviembre) vuelve a estender. El trabajo de la cosecha es fácil; el café se recoje de las ramas o del suelo, i aun los niños de ocho o diez años pueden trabajar en estas faenas.

El salario del colono varia segun la localidad. Se le paga anualmente una suma alzada por número de plantas de café que cuida. Una familia de colonos compuesta de marido, mujer i cuatro hijos mayores de doce años, puede atender de tres a diez mil plantas i recibe anualmente de 60, 70, 80 i hasta 100 pesos por mil plantas. El trabajo de la cosecha se paga por cantidades de café recojido; se dan 400, 600 i hasta 700 reis por «alqueire» o sea cincuenta litros de granos de café. En los contratos se estipula ademas el salario por trabajos extraordinarios a jornal, como ser los de lavar, secar i limpiar el café.

El colono se obliga a trabajar de balde, una vez por año, en la reparacion del camino a la próxima estación del ferrocarril, ayudar en la estincion de los incendios de los bosques, cercos o casas de la hacienda. El propietario concede campo al colono para sembrar maiz, frejoles, etc., en proporcion siempre con el número de plantas de café de cuida. Los colonos ademas tienen derecho a criar algunos animales en superficies cercadas en que guardan sus animales en comun.

El contrato determina las causas que justifican la despedida o retiro del colono. Por la despedida injustificada el propietario debe pagar al colono el duplo de lo que habria ganado en el año cuidando las plantas de que se hizo cargo, i si el colono se retira intempestivamente ántes de terminar su servicio, pierde la mitad de su ganancia. No he podido apreciar como se solucionan en la práctica las diferencias entre propietarios i trabajadores.

El colono contrata sus servicios por año agrícola que espira terminada la cosecha de café. Si quiere poner término al contrato debe avisarlo con treinta dias de anticipacion, así como el propietario que no quiere continuar aprovechando sus servicios, está en la obligacion de desahuciarlo con la misma anterioridad. De otra manera el contrato se entiende prorrogado por el año siguiente.

El propietario se obliga por el contrato a anotar en la libreta del colono los servicios prestados i los adelantos que le hiciere. La libreta convierte en privilegiado el crédito del colono proveniente de salarios i acredita en juicio los saldos a favor del colono. El contrato no se considera de arrendamiento de servicios sino de obra. Recibe el colono una suma alzada por hacer durante un año todos los trabajos que requiere el cuidado i la cosecha de café. En el cultivo del azúcar, por el contrario, el trabajo es a jornal.

La liquidacion de las cuentas se hace al terminar el año agrícola. El propie-

tario adelanta al colono mensualmente para sus gastos una suma que está en razón del número de plantas de café que cuida (\$ 6000 mensuales por mil plantas), i que siempre se fija en el contrato.

Las ganancias anuales del colono alcanzan a uno, dos, tres contos, según su diligencia i número de personas que le ayudan. En el cafetal de don Antonio Prado, prefecto de San Pablo, he visto una libreta de colono que en cinco años llevaba ganados veinte contos, de los cuales había economizado quince. Se calcula en cuarenta millones de liras las economías que anualmente van a Italia.

Muchos italianos vuelven a su país cuando han economizado un pequeño capital. Otros se establecen con sus ahorros en la ciudad de San Pablo, abren tiendas, almacenes de provisiones, etc., o ejercen algún oficio. No pocos compran propiedades i con el trascurso del tiempo muchos han llegado a ser dueños de cafetales, entre otros, el alemán F. Schmidt, el mayor cultivador de café del mundo.

De 492,045 inmigrantes que han llegado a San Pablo de 1894 a 1900, solo 170,583 han vuelto a Europa, o sea un 34.6% permaneciendo el resto en el Brasil. De los inmigrantes que regresan muchos encuentran estrechas las condiciones de vida i abandonan de nuevo al viejo mundo para no volver mas a él.

Hemos visto que el dinero debido a los colonos goza de prioridad sobre los créditos no hipotecarios en virtud de una lei federal. El cultivo del café exige grandes capitales i las propiedades están de ordinario mui hipotecadas, i en tiempo de crisis, por malas cosechas o bajos precios, las plantaciones pasan a manos del acreedor hipotecario, perdiendo los colonos el dinero que la hacienda les debía. Esto ha ocurrido con frecuencia. Existe el proyecto por esto de dar al crédito proveniente de salarios preferencia aun sobre los garantidos con hipoteca.

Los abusos cometidos con los inmigrantes han dado lugar a reclamaciones diplomáticas e inducido al Gobierno italiano a prohibir la inmigracion pagada a San Pablo i la propaganda a favor de esa inmigracion. Los propietarios tuvieron que acostumbrarse primero a no dar a los colonos el tratamiento que daban a los esclavos. *Otro abuso que todavia existe es el de hacer pagos en fichas que obligan al colono a comprar en las pulperías o almacenes de la hacienda, cometiéndose el conocido abuso que en tantos países ha motivado la intervencion del lejislador. Los contratos que se celebran en la Hospedería estipulan que todo pago deba hacerse en moneda legal.*

Para evitar algunos de estos abusos i regularizar la situacion de los colonos, el Estado obliga al propietario que quiere gozar de las franquicias de la inmigracion oficial, a servirse de la Hospedería i Agencia de Inmigracion, i a contratar sobre ciertas bases que protejen al colono. La intervencion del Estado en la forma espuesta ha contribuido a hacer desaparecer los abusos, aunque en la práctica los resultados de algunas disposiciones no son mui eficaces i su cumplimiento, en resumidas cuentas, no tiene mas garantía que la solvencia i seriedad del hacendado. Pero el progreso jeneral de la cultura, i la necesidad de no desacreditarse, por malos tratamientos a los trabajadores, hacen que la mayor parte de los propietarios den cumplimiento en la actualidad a sus compromisos.

VI

Hasta la fecha han llegado cerca de un millon de inmigrantes a San Pablo, de los cuales setecientos mil son italianos i el resto de otras nacionalidades, principalmente españoles i portugueses. Italia, como se vé, es el pais que contribuye con el mayor número a la emigracion. El trabajador italiano es mui estimado por su sobriedad i diligencia; no rehuye las tareas mas rudas i pesadas, i habiendo vivido en su patria en la miseria mas extrema, acepta trabajo en condiciones en que lo rechazan el trabajador aleman, frances e ingles. Ademas, su relijion, su idioma, su oríjen hacen que se familiarice rápidamente con el nuevo medio que encuentra en San Pablo.

El número de colonos que llegan a San Pablo con la intencion de cultivar tierras despobladas, es insignificante comparado con el de los que solo van en busca de trabajo fácil i lucrativo que no encuentran en su patria. Los trabajadores asalariados forman la gran corriente de inmigracion, a la inversa de lo que pasa en los estados del sur del Brasil, Santa Catarina i Rio Grande do Sul, que casi no conocen sino la inmigracion de personas destinadas a la colonizacion del suelo.

El Estado de San Pablo, con una concepcion clara de sus conveniencias, ha establecido el servicio de inmigracion en una forma que llena cumplidamente el objeto para el cual se creó, i que es el resultado de las esperiencias i ensayos de muchos años. I si bien las necesidades especiales del cultivo del café han determinado una organizacion adecuada a esas circunstancias, San Pablo ofrece en esta materia interesantes lecciones en los paises en que necesitan una inmigracion aunque sea en distintas condiciones.

JULIO PHILIPPI.



Servicio de inmigracion

El Supremo Gobierno, animado del propósito de hacer cesar la escasez de brazos que aqueja a todo el pais, ha dispuesto, entre otras medidas, que los industriales que necesiten operarios, artesanos etc., los encarguen directamente, pagando el fisco el pasaje correspondiente.

Para gozar de esta franquicia, los interesados deben presentarse por escrito a la Inspeccion de Tierras i Colonizacion, que es la oficina que otorga, por disposicion superior, los pasajes libres desde Europa hasta las costas de Chile.

Santiago, 31 de enero de 1907.

EL SECRETARIO