

BOLETIN

405

DE LA

SOCIEDAD NACIONAL DE MINERIA

METALURGIA

ESTADÍSTICA

REVISTA MINERA

CAMINOS
FERROCARRILES
Y
TRASPORTES

PUBLICACION QUINCENAL

SUSCRICIONES

POR UN AÑO \$ 5
POR UN SEMESTRE 3

OFICINA

11—CALLE DE LA MONEDA—23
SANTIAGO

AVISOS

TARIFAS CONVENCIONALES

DIRECTORIO DE LA SOCIEDAD

Presidente

ADOLFO EASTMAN

Vice-Presidente

RAFAEL MANDIOLA

Consejeros

CRUCHAGA, MIGUEL
CONCHA I TORO, ENRIQUE
ECHEVERRIA VALDES, MANUEL
ELGUIN, LORENZO

Consejeros

GANDARILLAS, FRANCISCO
GONZALEZ JULIO, NICOLAS
IZAGA, ANICETO
LASTARRIA, WASHINGTON

Consejeros

OVALLE, PASTOR
RESPALDIZA, JOSÉ
PEREZ, FRANCISCO DE P.

Consejeros

UGARTE, FRANCISCO A.
VARAS, ZENON
VALDIVIESO AMOR, JUAN

Secretario

FRANCISCO GANDARILLAS

AVISO

Para todo lo que concierne a la redaccion i administracion, dirigirse al secretario de la Sociedad Nacional de Minería.

SUMARIO

Sesiones del Directorio.—Chañarcillo.—Una nueva clase de guano.—Experiencias i mejoras efectuadas en los establecimientos mineros fiscales de la Prusia el año 1884.—Produccion de las minas, salinas i establecimientos metalúrgicos en Prusia durante el año 1884.—La electricidad i el beneficio de los minerales de plata en el Perú, por don Andres L. Nolf, (conclusion).—Los aceros.—Las traviesas metálicas.—Variedades.

Sesiones del Directorio

SESION 71 EN 18 DE DICIEMBRE DE 1885

Presidencia del señor Eastman

Asistieron los señores Elguin, Lastarria, Ovalle don Pastor, Perez, Valdivieso Amor i el secretario.

Leida i aprobada el acta de la sesion anterior, se dió cuenta:

De un oficio del señor Ministro de Hacienda en el que comunica que podrá a disposicion del Directorio los fondos necesarios para atender a los gastos que ocasionen la formacion i envío a Stuttgart de una coleccion de productos de nuestra industria minera, pedidos por el cónsul de Chile en aquella ciudad, con el objeto de que sean exhibidos en el Museo Comercial, debiendo dar aviso al Ministerio de la remision a su destino de los referidos productos a fin de ponerlo en conocimiento del departamento de Relaciones Exteriores, por cuyo conducto ha sido hecha la peticion.

El Secretario espuso que tanto la coleccion destinada al Museo Comercial de Stuttgart, como la destinada a la Esposicion de Liverpool estaban ya preparadas, i que, habiéndose puesto de acuerdo con la Sociedad de Fomento Fabril para su remision, los gastos que todo esto va a

ocasionar serán tambien cubiertos por aquella sociedad.

El Directorio acordó hacer la entrega de estas colecciones a la Sociedad de Fomento Fabril i participar esta resolucion al señor Ministro.

El señor Lastarria dió cuenta de que la comision compuesta de los delegados nombrados para organizar la Esposicion permanente de maquinaria agrícola i minera habia quedado definitivamente constituida i habia nombrado presidente al señor Ramon Barros Luco, i secretario al señor Guillermo Puelma Tupper.

Finalmente se ocupó el Directorio en debatir algunas cuestiones referentes a la reforma minera.

Fué propuesto i aceptado como socio don Julian Quezada.

Se levantó la sesion.

ADOLFO EASTMAN,
Presidente.

Francisco Gandarillas,
Secretario.

Chañarcillo

(Del Constituyente de Copiapó)

Enero 10 de 1886.

De minas poco hai que decir. En jeneral, con pocas escepciones, el broceo aqueja a la mayor parte, como se verá por la lijera revista que sigue:

Cien Varas.—Es ahora la pertenencia mas interesante del mineral, en atencion a que la rejion inferior está mui poco explotada por carecer de labores propias a la hondura de 200 i tantos metros, en que los buenos mantos bajo el panizo aluesado se ostentan fructíferos, cortados por las famosas guías llamadas *Loreto* i *Dolores* 3.^a, con arreglo a un contrato de internacion que rije desde el presente mes, explotándose ese terreno con gran éxito. Se calcula que una sola de sus labores tiene a la vista mas de 500 kilogramos de plata fina.

Santa Rosa.—No desmaya en su rica i abundante produccion. Sus beneficios, aunque a manchas, siempre constantes. La calidad del mineral

es superior a la de las demas minas. Está bajando su remesa mensual, que dejará buen provecho a sus dueños.

Constancia.—La gran cantidad de agua que era necesario estraer ántes diariamente, ha disminuido de un modo considerable. Bastan tres o cuatro horas de trabajo dia por medio para continuar cómodamente sus labores.

Tiene algunos asomos de beneficio que se espera se conviertan de un momento a otro en verdadero alcance.

Es la mina que se trabaja con mas actividad, economía i buena direccion.

Candelaria.—Con dos labores de trecho en trecho dan manchas de buen metal i costea sus importantes reconocimientos. Los pallacos dejan algo para el bolsillo.

Manto Peralta.—Es sorprendente la produccion de sus desmontes que tantas veces han sido pallaquados. Gran número de operarios hacen nuevo repallaqueo, i en el mes anterior han estraído mas de cien kilogramos de plata fina, quedando aun pequeñas partidas en cancha que no alcanzaron a realizar.

Manto de Ossa.—Entregada al pirquen desde hace algunos años, compensa de vez en cuando los sacrificios de los valientes pirquineros que tienen gran fé en sus numerosos i bondadosos veneros. En una chimenea del panizo cenizo i sobre la veta *Descubridora* aparece un beneficio que halaga a sus empresarios. Los desmontes dan buenos resultados.

Dolores 3.^a, Loreto i Descubridora siguen con empeño varias labores de reconocimiento que prometen probables alcances mas o ménos próximos.

Manto de Cobo, Esperanza, Valenciana, Colorado, Bolaco, San José, Reventon, Colorado i otras, abandonadas a un pirquen absoluto, dan pequeñas señales de vida.

Dolores 1.^a i Guia de Corvallo.—Varios contratistas han establecido en sus desmontes un sistema de lavado de precipitacion, que ofrece ya pingües resultados, particularmente en la lei que arrojan los metales.

En el mes anterior se esportó abundante remesa. En ambas minas se nota mucho movimiento de operarios i tropas de burros que se ocupan del planeo de minerales.

Una nueva clase de guano

Ultimamente se ha importado en Francia, Bélgica, Holanda i las provincias del Rin, por la casa de Jorge Köhler, en Amberes, agente jeneral i depositario, gran cantidad de guano procedente de la isla de Malden, al norte de Tahití, que tiene diversas ventajas sobre el del Perú, al que parece llamado a reemplazar en algunos casos despues de haberlo mezclado con sulfato de amoníaco con el objeto de incorporarle el nitrógeno, del cual carece. Este guano no solo tiene una lei sumamente reducida de hierro, sino que goza tambien de la singular virtud de que la cantidad de ácido fosfórico en los supersfosfatos en los cuales entra, no sufre aquella disminucion llamada «retroceso» del ácido fosfórico por los agrónomos. En término medio ofrece la composicion siguiente:

Humedad.....	4,63	por ciento
Agua de combinacion....	4,16	»
Sustancia orgánica.....	6,41	»
Acido fosfórico.....	33,01	»
Acido carbónico.....	4,81	»
Oxido de hierro i alúmina	0,21	»
Cal.....	46,44	»
Insoluble.....	0,13	»
Magnesia álcali.....	0,26	»

En todo terreno que carece de cal, el guano de Malden puede usarse directamente sin preparacion alguna, porque ya se encuentra en forma de un polvo mui fino. Atendidas esta circunstancia i la composicion química, la trasformacion en supersfosfato es mui sencilla. Se ataca al guano por un ácido de 50 a 52 grados Beaumé. Cien partes del guano pasado al tamiz necesitan 95 partes del ácido, puesto que la lei en fosfato tribásico de cal es de 72 i la de en carbonato de cal de 11½ por ciento. Abandónase el supersfosfato durante 3 o 4 semanas a sí mismo i en seguida se le pasa al tamiz. El producto contiene de 17 a 17½ por ciento de ácido fosfórico soluble en el agua. Añadiendo una cantidad conveniente de sulfato de amoníaco, se le puede dar la lei que se quiere de nitrógeno. Al efecto, es recomendable emplear el sulfato de amoníaco disuelto en el ácido sulfúrico que sirve para atacar al guano. Merced a la reaccion que tiene lugar entre el fosfato ácido de cal i el sulfato de amoníaco, cuya reparticion en el suelo resulta mas espedita que la del fosfato de cal; ademas de que contribuye a secar mas ligero el producto. Al agregar despues la sal amoniacal, no se forma mas que una simple mezcla de fosfato ácido de cal con fosfato de amoníaco. Es notable que el fosfato de amoníaco, que es eminentemente soluble, contiene a la vez el fósforo i el nitrógeno, los dos elementos mas rebuscados por la agricultura en los llamados abonos artificiales.

(Chemiker-Zeitung).

Esperiencias i mejoras

efectuadas en los establecimientos mineros fiscales de la Prusia durante el año 1884

Siendo notorio el ejemplar empeño que documenta la administracion fiscal de los establecimientos mineros en Prusia, extractamos en seguida, del órgano oficial de este ramo industrial, *Zeitschrift für Ber-Hübten und Salinenwesen*, 1885, lo que se reviste de interes jeneral.

Con respecto a materias explosivas, la pólvora comprimida se ha probado ser superior a la ordinaria, principalmente en las minas de carbon, porque «raja» mas bien, procurando así mayor cantidad de carbon en pedazos.

En las minas de sales potásicas comprendidas en la direccion minera de Halle, la pólvora comprimida ha cedido poco a poco su puesto al llamado «salitre explosivo», que se comprime de

una manera análoga a la pólvora comprimida. Experimentos ejecutados en Schmid Imannshall han evidenciado la superioridad del salitre explosivo comprimido. Los gastos del salitre explosivo ordinario suben a 22 marcos i medio, los del comprimido a 25 marcos por cada 50 kilogramos, mientras que las cantidades que se necesitan de uno a otro están entre sí como 9 es a 7.

La pólvora explosiva fabricada por Himly, habiéndose sometido a ensayos sistemáticos en la mina de carbon Köning, en la Silesia Superior, resultó mas eficaz que la marca ordinaria negra, produciendo a la vez menos gases molestos; solo que su precio mas subido obsta al empleo mas jeneral.

Experimentos instituidos en los piques de Treiesleben, en la comunidad de Mansfeld, con el objeto de comparar la accion de la dinamita i de la jelatina explosiva, que vale la mitad mas que aquella, dieron a reconocer una ganancia de 0 02 marcos por cada metro cúbico de roca en favor del último. Igualmente supera a la dinamita la jelatina, que no difiere de ella en precio.

Otra materia explosiva ha sido introducida en la casa de Petri i Talkenstein, en Düren, provincia renana; es la llamada «kinetita», que se compone de carburos de hidrógeno nitrados, junto con carburos simples de hidrógeno que llevan nitrógeno en disolucion; a la jalea que así formada se incorporan nitratos i cloratos i ademas, cierta exigua cantidad de sulfuro antimonial. La kinetita no es afectada por el agua, ni se conjela ni se descompone sino a 180 grados i da explosion solo por una capsulita fuertemente cargada. Dícese tambien que carece de propiedades venenosas i que produce gases no mui deletéreos.

El método de Poetsch, de escavar piques en terreno flotante por medio de la congelacion, ha sufrido diversas mejoras en las minas de lignito de Centrum, cerca de Schenkendorf, distrito minero de Everwalde; i Emilia, cerca de Ennersdorf, distrito minero de Colbus. En la mina de Soefsen, en el distrito minero de Weisensfels, se han hecho ensayos con un nuevo procedimiento inventado por Haase. Consiste en abrir simultáneamente en algunos agujeros bien afianzados por cañones i puestos en comunicacion uno con el otro, de suerte que encierran el pique futuro resguardándolo contra los alrededores movedizos.

Asimismo se ha vuelto a perforar la arena movediza por aire comprimido, lográndose resultados bastante satisfactorios, principalmente en lo que toca a la influencia sobre el organismo humano.

En la mina de hulla Gottessegen en el distrito Oestlich-Dortmund, las aguas al salir de la mina pasan por cuatro estanques subdivididos por unos tabiques que obligan la corriente a tomar grandes desvíos con el fin de deshacerse de su acidez i de las materias que trae en suspension. Al abandonar el último estanque se encuentra un filtro de arena i cascajo. Las aguas de otra mina vecina habiendo atravesado igual sistema de depósitos, embocan en un canal que se compone de dos partes, una mui pendiente i otra mas suave que se ensancha poco a poco. En la primera se incorpora lechada de cal al agua, en la segunda la cal se separa del agua despues de haberle quitado su acidez. Se ha tomado la precaucion de poder limpiar cada estanque separadamente sin que por eso cese la circulacion en los otros. Los depósitos mecánicos de las aguas consisten principalmente en ocre férrico que se amontona en el fondo; de donde se le saca de vez en cuando para venderlo.

En las minas de hulla Cons, Paulus i Hohenzollern, cerca de Benthén, Silesia Superior, se ha instituido un ferrocarril eléctrico, cuyos costos alcanzan solo a 0,191 peniques por quintal de carbon o sea solo la mitad de lo que vale el transporte por medio de caballos. Igualmente se ha introducido un sistema eléctrico de transporte en la mina salina de New-Stafsfurt.

Mayores proporciones aun ha alcanzado el empleo de la luz eléctrica, sea de arco, sea de incandescencia. La mina Hugo, cerca de Buer, distrito de Gelsenkirchen, ha adoptado el sistema

de Gülcher, cuyas ventajas son varias. Pues las máquinas dinámicas, a pesar de la enorme intensidad de la corriente que producen, presentan poca tension, que toda parte metálica puede tocarse por la mano haciéndose casi innecesario el aislamiento de costumbre; sin embargo, la luz sale mui blanca i agradable a la vista, i ademas, pueden intercalarse paralelamente muchas lámparas sin inconveniente ninguno. Así, una máquina alimenta tres lámparas de arco de una intensidad luminosa de mil velas normales cada una i de dieziseis de incandescencia de a dieziseis velas cada una. El motor es una máquina a vapor unicilíndrica con un émbolo de 140 milímetros de diámetro i 240 milímetros de elongacion. El costo total de la nueva máquina instalada por B. Berghausen i C.^a en Colonia, asciende a 6,000 marcos. Los gastos de funcion se calculan por hora en 14 peniques por una lámpara de arco i en 1,7 peniques por una de incandescencia.

En cuanto a la iluminacion subterránea, ha tenido nuevas aplicaciones la lámpara de seguridad de Wolf alimentada por bencina. En la mina Duwleier no se ha podido restringir sus inconvenientes para reemplazar por ella las construcciones antiguas, mientras que en los distritos de Aquisgran, de Westfalia i de la Silesia Inferior ha sido adoptada en diversos establecimientos.

En el pique Carl de la union minera de Colonia, distrito de Trohnhäusen, los gases de 50 hornos de coques se utilizan para calentar los 6 calderos de cañones de sistema Steinmüller, de los cuales cada uno presenta al calórico 85 metros cuadrados. El ahorro de combustible ocasionado por esta innovacion se avalúa en 6,400 toneladas anuales de carbon.

Los experimentos hechos para probar las máquinas del sistema Honigmaun, en la explotacion subterránea, todavia no han dado resultados terminantes; mientras tanto se prosiguen con empeño.

Produccion de las minas,

salinas i establecimientos metalúrgicos en Prusia durante el año 1884

II

La produccion minera llegó a 70,643.871,548 toneladas, representando un valor de 370.498,058 marcos.

Concha:

1883...	69,222,259,910	valor de	368.803,797
1882...	64,445,011,329		347.543,414
1881...	60,377,815,744		326.621,280
1880 ..	47,712,511,046		314.788,345

que se reparten de la manera siguiente:

Hulla:

1884.....	51.867,646	valor de	290.571,411
1883... .	50.611,018		255.322,850
1882.....	47.097,376		232.724,491
1881.....	43.780,545		216.973,961
1880.....	42.172,944		210.617,050

Lignita:

1884.....	12.055,697	valor de	31.932,341
1883.....	11.826,630		31.759,520
1882.....	10.798,091		29.570,720
1881.....	10.412,153		31.268,991
1880.....	9.874,878		30.165,700

Grafito no se ha explotado en 1884, asfaltos 19,005 toneladas, representando un valor de 1.1 mil 630 marcos, petróleo 3,633 toneladas, representando un valor de 382,840 marcos:

Salas minerales:

	Toneladas	valor de	Marcos
1884.....	985.615,532		9.640,238
1883.....	1,048.235,180		9.464,108
1882.....	907.989,262		8.368,891
1881.....	755.910,387		6.997,704
1880.....	566.879,100		5.085,149

Minerales metálicos:

1884.....	5.712.275,016	valor de	67.858,592
1883.....	5.713.470,730		70.868,043
1882.....	5.622.532,067		76.181,014
1881.....	5.410.431,357		70.772,836
1880.....	5.068.543,946		68.579,164

Estos minerales se reparten de la manera siguiente, suprimiendo los kilogramos.

Minerales de hierro:

1884.....	4.185,074	valor de	25.772,048
1883.....	4.118,831		27.307,476
1882.....	4.027,472		28.318,806
1881.....	3.933,313		26.608,182
1880.....	3.679,319		25.131,726

Minerales de zinc:

1884.....	631,235	valor de	7.803,275
1883.....	676,796		8.858,407
1882.....	683,369		11.858,412
1881.....	659,211		9.577,174
1880.....	631,826		11.908,953

Minerales de plomo:

1884.....	141,108	valor de	14.827,009
1883.....	149,445		17.144,653
1882.....	157,236		19.469,870
1881.....	148,790		18.615,625
1880.....	142,873		18.165,888

Minerales de cobre:

1884.....	583,582	valor de	17.858,766
1883.....	604,406		15.774,772
1882.....	558,851		14.436,573
1881.....	515,359		14.085,743
1880.....	473,295		11.725,485

Minerales de manganeso:

1884.....	7,751	valor de	179,657
1883.....	4,574		118,430
1882.....	4,670		140,606
1881.....	11,086		329,509
1880.....	9,753		336,098

Piritas:

1884.....	149,428	valor de	1.291,211
1883.....	148,717		1.352,079
1882.....	157,961		1.800,189
1881.....	124,925		1.277,693
1880.....	112,238		1.193,522

II

Sal jema se ha elaborado de soluciones salinas:

1884.....	248.853,735	valor de	6.183,965
1883.....	258.189,456		6.315,828
1882.....	251.679,346		6.171,162
1881.....	247.005,729		6.060,653
1880.....	244.989.522		5.966,845

III

En los establecimientos metalúrgicos se han elaborado:

1884.....	3,126.991,367	valor de	249.061,541
1883.....	3,035.636,667		260.618,688
1882.....	2,913.955,291		269.904,933
1881.....	2,580.009,629		241.284,014
1880.....	2,363.004,974		237.207,007

que se reparten de la manera siguiente:

Hierro bruto:			
	Toneladas	valor de	Marcos
1884.....	2.618,897		131.974,087
1883.....	2.575,978		143.070,259
1882.....	2.467,548		149.802,551
1881.....	2.172,909		130.898,658
1880.....	2.052,672		120.161,861

Zinc:			
	Toneladas	valor de	Marcos
1884.....	125.182,606		34.076,517
1883.....	119.644,381		33.668,710
1882.....	113.271,429		35.902,917
1881.....	105.344,996		31.611,798
1880.....	99.490,058		33.812,750

Plomo:			
	Toneladas	valor de	Marcos
1884.....	88.460,290		18.844,575
1883.....	84.808,781		20.454,057
1882.....	86.811,246		23.639,674
1881.....	81.656,422		22.618,319
1880.....	79.337,062		23.409,289

Cobre:			
	Toneladas	valor de	Marcos
1884.....	16.675,190		20.204,385
1883.....	16.189,166		21.934,317
1882.....	14.886,235		20.662,955
1881.....	14.633,653		19.239,162
1880.....	13.604,056		18.142,426

Plata:			
	kilogramos	valor de	marcos
1884.....	184,876.22		27.593,848
1883.....	172,865.54		25.804,893
1882.....	161,519.87		24.591,901
1881.....	145,201.24		22.113,155
1880.....	138,939.28		21.345,059

Acido sulfúrico (inglés).			
	Toneladas	valor de	Marcos
1884.....	250.544,602		11.318,128
1883.....	222.761,160		11.142,618
1882.....	211.824,584		11.041,369
1881.....	188.078,485		10.823,956
1880.....	105.176,369		5.878,759

Acido vitriólico (fumante):			
	Toneladas	valor de	Marcos
1884.....	9.351,479		241,024
1883.....	2.219,457		110,975
1882.....	3.642,320		157,350
1881.....	1.514,317		60,570
1880.....	1.108,489		44,340

El número de los establecimientos i de sus trabajadores acusa 835 minas de carbon con 211 mil 701 hombres, 10 minas de sales minerales con 3,262, 917 minas de metales con 75,123.58 salinas con 3,536 hombres.

La electricidad i el beneficio de los minerales de plata en el Peru

Por don Andrés L. Nolf

(Conclusion)

ÚLTIMOS PROCEDIMIENTOS ELECTRO-METALÚRGICOS

§ 1.º

Procedimiento Becquerel-Nolf. 1884

La descripcion de este nuevo procedimiento ha sido mandada a Paris el 28 de marzo próximo pasado, para ser presentada a la Academia de ciencias de Francia, i ser publicada en los diarios científicos especiales de Paris. Creo, por consiguiente, que seria interesante hacer aquí algunos extractos de la carta dirigida al señor Ed. Bec-

querel, hijo, que debe hacer la presentacion oficial a la Academia.

Bajo el nombre de *Procedimientos Becquerel-Nolf*, tengo el honor de presentar a Ud. un nuevo tratamiento electro-químico de los minerales de plata.

Si me permito poner mi nombre al lado del de mi ilustre profesor, es porque tengo la certidumbre de haber hecho su antiguo sistema definitivamente práctico por medio de modificaciones, si no radicales, a lo ménos muy importantes. Inspirándome tambien en las tradiciones del maestro, cuyo fin único era la difusion de la ciencia, no tomo patentes en Europa, ni privilegios exclusivos en América; i me consideraré demasiado feliz si puedo yo tambien ser útil a los mineros americanos.

«El tratamiento de un mineral de plomo argentífero (sulfuro múltiple) por el nuevo sistema, comprende las operaciones siguientes:

1.ª **CLORURACION** de la plata i sulfatacion del plomo por medio de una calcinacion en el horno de reverbero, con adiccion de sal (cloruro de sodium) i de pirita de hierro si acaso se necesita.

2.ª **LIXIVIACION** metódica del mineral despues de la calcinacion clorurante i disolucion de todo el cloruro de plata, i de una parte del sulfato de plomo en una solucion de *agua salada-clorada*.

3.ª **REDUCCION**, tambien metódica, de toda la plata i de una parte del plomo en estado metálico por medio de una máquina dinamo-eléctrica, i simultáneamente con esta reduccion, saturacion del agua salada por el gas cloro.

4.ª **LAVADO** del depósito metálico (plomo argentífero) i su amoldamiento en planes o ladrillos comprimidos.

5.ª **COPELACION** del plomo de obra i obtencion de la plata pura.

«Me parece completamente inútil describir aquí el método de cloruracion por vía seca, sea en reverbero, sea en cilindros jiratorios, sea en hornos de Stetfeld u otros. La operacion es de las mas sencillas para las galenas argentíferas, con la condicion de darles muy poco calor al principio, de operar la calcinacion con un gran exceso de aire, i de no pasar nunca del rojo oscuro al fin de la operacion. Toda la plata es clorurada en ménos de cuatro horas i la casi totalidad del plomo es sulfatado: algunos análisis me han probado que solamente 1 a 2 por ciento del plomo pasa al estado de óxido.

«Despues de la cloruracion, viene la lixiviacion metódica del mineral que se hace rápidamente con empleo del vapor para formar el vacío debajo de los *recipientes filtradores*. Aquí es donde he sustituido la disolucion de *agua salada-clorada* a la de agua salada ordinaria, porque en volúmen igual, la primera disuelve una proporcion mucho mas grande de cloruro de plata que la segunda.

«La reduccion metódica de la plata i del plomo en disolucion en el agua salada-clorada se hace en una série de aparatos reductores de una gran sencillez de los cuales creo útil dar aquí una descripcion suscinta.

«El aparato reductor es un recipiente cualquiera; su interior es revestido de un mastíc o barniz inatacable por el cloro; su capacidad es proporcional al trabajo que se desea ejecutar. El que empleo con frecuencia tiene 3 metros de largo sobre un metro de ancho i 1.50 m. de profundidad. En este recipiente están alternativamente colocados los electrodos negativos i positivos que deben ser puestos en contacto con la máquina dinamo-eléctrica. El electrodo negativo (cátodo) está formado de simples planchas de cobre o de plomo, sobre la superficie de las cuales se reduce al estado metálico la plata i el plomo en disolucion en el licor electrolítico.

El electrodo positivo está formado de pedazos desiguales de carbon de retorta mantenidos juntos por medio de un enrejado hecho de mimbre o de madera resinosa delgada. Estos electrodos, que siempre se alternan, están puestos vertical i paralelamente, de manera que dejan entre sí una distancia de 6 a 6 centímetros. Su altura es solamente de un metro, a fin de dejar en el fondo i

sobre todo el largo del recipiente, un espacio libre de 50 centímetros de alto.

Dispuesto todo así i estando las comunicaciones eléctricas perfectamente establecidas, es decir, todos los electrodos carbon en contacto con el polo positivo de la máquina dinamo-eléctrica i todas las planchas de cobre o de plomo con el polo negativo, el recipiente se llena con el agua salada-clorada que contiene en disolucion la plata i el plomo del mineral lixiviado.

En el momento mismo que la máquina dinamo-eléctrica se pone en movimiento, la descomposicion empieza: la plata i el plomo reducidos se depositan sobre el electrodo negativo, mientras el cloro i el ácido sulfúrico se dirijen hácia el electrodo positivo; pero estando formado este último electrodo de carbon de retorta con el cual ni el cloro ni el ácido sulfúrico pueden formar combinacion química alguna, el cloro permanece allí primero en el estado gaseoso, i bien pronto se disuelve en el agua salada hasta que ella esté completamente saturada con este gas. Si la corriente eléctrica que se emplea es demasiado poderosa, se descompone al mismo tiempo un poco del cloruro de sodium en disolucion, i se forma en ese caso una cierta cantidad de hipoclorito de soda que, lejos de ser perjudicial, aumenta todavía la propiedad disolvente del agua salada-clorada. En cuanto al ácido sulfúrico hecho libre, con la descomposicion del sulfato de plomo, queda en la disolucion salada de la cual descompone una pequeña parte para formar un equivalente de sulfato de soda.

El plomo arjentífero que se deposita sobre el electrodo negativo forma una especie de esponja metálica mui voluminosa que pronto llenaria el espacio libre entre los dos electrodos; pero para evitar esto, pasa un operario, de tiempo en tiempo, una espátula larga de madera sobre las planchas de cobre o plomo i hace caer el precipitado metálico al fondo del recipiente.

Este fondo está revestido de una plancha de cobre o plomo puesta tambien en contacto con el polo negativo de la máquina dinámica, a fin de evitar que el depósito metálico no sea clorurado de nuevo por el cloro en disolucion en el baño, lo que tenia lugar en mis primeros experimentos, i lo que está completamente evitado por la dicha nueva disposicion.

Para facilitar, cuando se trabaja en grande escala, la reduccion de los metales en disolucion en el baño electrolítico, realiza la operacion de una manera metódica, haciendo continuamente circular la disolucion metálica de abajo a arriba en cada aparato. Es decir, que la solucion pasa de un depósito central para entrar por abajo en el aparato-reductor núm. 1; sale por arriba de este recipiente para entrar por abajo en el aparato núm. 2 i así sucesivamente hasta la reduccion i precipitacion completa de los metales en disolucion. El líquido así puesto en movimiento continuo, tiene tambien, al mismo tiempo, la ventaja de evitar la polarizacion de los electrodos (carbon), porque lamiendo continuamente la superficie de éstos, impide que los glóbulos de gas cloro se acumulen sobre esta superficie, lo que aumentaria singularmente la resistencia al paso de la corriente eléctrica.

Quando despues de cierto trabajo, el espacio libre de 50 centímetros reservado en el fondo de los aparatos reductores está lleno de metal precipitado, se procede al lavado de este depósito con el cuidado de librarlo de la menor traza de agua salada-clorada, se le saca por ciertas aberturas reservadas *ad hoc* en el fondo de los aparatos; se le deja gotear sobre un plano ligeramente inclinado, i mientras se conserva todavía húmedo, se le pone en moldes de hierro i se le somete a la accion de una prensa para formar panes o ladrillos de plomo listos así, sea para trasportarlos, sea para copelarlos.

Me parece completamente inútil hablar aquí de la copelacion del plomo, operacion demasiado conocida por todos los metalurjistas.

Nada mas sencillo, como se vé, que el beneficio electro-químico de un mineral de galena arjentífera. Todos los minerales de plata que contengan sulfuros múltiples pueden ser tratados de la mis-

ma manera; pero si, por acaso, estos minerales no tienen galena, es indispensable agregarles, previa calcinacion, de 10 a 15 por ciento de esta combinacion de plomo. El único objeto de esta adiccion de galena, es tener finalmente una sal de plomo (sulfato) en disolucion en el agua salada-clorada, para que el plomo reducido sobre los electrodos negativos arrastre consigo a la totalidad de la plata con la cual forma una verdadera aleacion, al estado de esponja metálica mui fácil de recoger. Beneficiando los sulfuros múltiples sin adiccion previa de galena, la operacion en sí, marcha en las mismas condiciones; pero, en este caso, la plata reducida sobre el electrodo negativo, encontrándose repartida sobre una superficie grande, en el estado de polvo negruzco fino es mui difícil, por no decir imposible, recojerla sin pérdidas. Debo tambien agregar que, en el caso de beneficiar sulfuros múltiples, la plata reducida está casi siempre acompañada con una cierta proporcion de antimonio, metal, que, como la plata, se reduce al polo negativo, cuando existe en disolucion en un baño electrolítico bajo la influencia de una corriente eléctrica. Esta mezcla de plata con antimonio deberia siempre ser copelada con plomo de reserva para obtener la plata pura, de manera que es mucho mas sencillo agregar previamente de 10 a 15 por ciento de galena arjentífera al mineral. Así se obtiene plomo que no cuesta casi nada i que da todavía al beneficio jeneral la poca plata que contiene.

En cuanto al beneficio electro-químico de los minerales oxidados, que llamaremos aquí *pacos* o *colorados*, se puede decir, que todavía es mucho mas sencillo que el de las galenas o de los sulfuros múltiples arjentíferos. Se les somete, (si no con cloruros naturales) a una cloruracion previa por simple vía húmeda, i se procede en seguida a la lixivacion, reduccion i copelacion exactamente como se ha dicho. Si estos pacos no contienen ninguna combinacion de plomo soluble en el agua salada-clorada, es indispensable agregársela en proporcion de algunas libras por tonelada, a fin de poder recojer el precipitado metálico con toda facilidad. Los pacos que no pueden ser directamente clorurados por vía húmeda, deben ser sometidos a una cloruracion previa al reverbero.

«Las ventajas que presenta el nuevo sistema Becquerel-Nolf sobre todos los procedimientos que actualmente se usan tanto en América como en Europa, son las siguientes:

1.^a Supresion completa del azogue tan perjudicial a la salud de los operarios, i cuyo uso es tan costoso por causa de las pérdidas química i mecánica que tienen lugar en todos los sistemas de amalgamacion conocidos.

2.^a Ahorro de todo combustible para beneficiar los pacos que pueden ser previamente clorurados por vía húmeda. Estos pacos se encuentran con mucha abundancia en toda la América del Sur; pero son muchas veces tan pobres en plata, que no pueden ser beneficiados con ventaja, aun por el sistema de patio. No vacilo en asegurar que por el sistema Becquerel-Nolf se puede beneficiar con provecho pacos (clorurables por vía húmeda) de una lei de 4 marcos de plata por cajon de 60 quintales españoles, en los lugares donde la sal es abundante i barata, i donde se pueda aprovechar de una fuerza hidráulica, tanto para moler el mineral cuanto para hacer funcionar la máquina dinamo-eléctrica.

3.^a Poder clorurante de la solucion salada-clorada, que, durante la lixivacion del mineral, clorura rápidamente las últimas trazas de plata que han podido escapar a la cloruracion previa obtenida sea por fuego, sea por vía húmeda. Es tal el poder clorurante de esta solucion, que la plata contenida en ciertos pacos del Perú pasa por completo al estado de cloruro con un simple contacto de algunos dias, es decir, humedeciendo el mineral con la solucion salada-clorada. Otra ventaja mui importante que presenta el empleo de la solucion salada-clorada es la de atacar poco a poco i clorurar directamente las sales básicas de plata, principalmente el antimonio i el arseniato que han podido formarse durante la cloruracion previa al reverbero, i que

son apénas atacados por la solucion salada ordinaria. Ciertos minerales oxidados de América, jeneralmente los mas ricos, contienen mui a menudo una fuerte proporcion de su plata en el estado de antimonio natural, de manera que fácil es prever el importante papel reservado a la solucion salada-clorada para beneficiar esta clase de minerales.

4.^a Poder disolvente de la misma solucion salada-clorada, que en volúmen igual, puede disolver casi el doble de cloruro de plata que una solucion salada ordinaria; lo que permite reducir mucho el capital empleado, tanto en sal cuanto en recipientes.

5.^a Posibilidad i facilidad de obtener plomos de obra mui ricos en plata, gracias a la reduccion metódica que produce la corriente eléctrica sobre la disolucion metálica en movimiento continuo: en efecto, el aparato reductor núm. 1 precipita mucha plata i poco plomo; el núm. 2 menos plata i mas plomo, i así sucesivamente hasta el último aparato, del cual el plomo reducido contiene apénas trazas de plata.

6.^a Sencillez de un tratamiento metalúrgico que puede ser puesto en práctico por la jente ménos familiarizada con las manipulaciones químicas: la electricidad es aquí el solo i único operador a cuya accion no puede escapar la menor traza de metal precioso en disolucion.

7.^a Supresion de aparatos complicados como los de Nolf de 69 i 77, como tambien de toda descomposicion química primordial, cual la que tenia lugar en el antiguo sistema Becquerel, cuando se usaba baterías para producir la corriente eléctrica.

8.^a Gastos de instalacion relativamente mui pequeños, porque una máquina dinamo-eléctrica de Gramme, que necesita un solo caballo-vapor de fuerza, i que cuesta 4,000 francos, mas o ménos, puede fácilmente reducir 10 kilogramos de plata, (43½ marcos) i 14 kilogramos de plomo simultáneamente en 24 horas.

9.^a No hai patente, no hai privilegio esclusivo, i el inventor del procedimiento se pone a disposicion de todos los mineros parr ayudarlos con sus consejos completamente desinteresados.

La carta mandada últimamente a Paris termina con el siguiente período:

«El tratamiento electro-químico de los mineros de plata es un hecho, hoy día, conseguido, para la gran industria metalúrgica, i es a Ud. señor, a Ud., que sigue tan noblemente las huellas científicas de su ilustre padre, a quien pertenece el honor de presentar a la Academia de Ciencias el resultado definitivo obtenido por uno de los mas humildes, pero de los mas entusiastas admiradores del que ha puesto hace ya medio siglo, la primera piedra al edificio de la electro-química».

No puedo concluir este párrafo sin expresar que mi procedimiento no podrá competir económicamente con el electro-amalgamador de Barker, en caso de que este último pudiera beneficiar sin previa calcinacion los sulfuros múltiples. Es preciso, pues, hacer primero el experimento del nuevo aparato ingles, i pensar en el mio solamente en el caso de que los sulfuros múltiples no dieran toda su plata con el electro-amalgamador.

Espero, sin embargo, que el señor Habich, el distinguido i sabio director de la Escuela de Minas de Lima, dará las órdenes convenientes para que el procedimiento Becquerel-Nolf sea estudiado i practicado, a lo ménos en pequeña escala, por los jóvenes peruanos que hoy día, en sus manos de químicos i metalurjistas tienen el verdadero i todavía mui brillante porvenir de su patria.

El sable del enemigo ha podido destruir mucho, pero la ciencia es mas potente que el sable i el saber de algunos, ayudado con el trabajo de todos, bien pronto devolverá al Perú su antiguo esplendor i su proverbial riqueza.

Dios quiera que las guerras futuras entre naciones vecinas no pasen nunca del laboratorio o del taller: luchas sublimes éstas, donde vencedores i vencidos de cada hora, tienen por único afán el progreso intelectual i el bienestar de todos!

§ 2.º

Procedimiento Blas i Miest. 1883-1884

Este nuevo procedimiento, el último que voy a describir, no ha salido todavía de los límites del laboratorio, es decir que no tiene hasta hoy día ninguna aplicación industrial, sea en Europa, sea en América; pero es tan singular i se aparta tanto de todos los experimentos que se han hecho hasta aquí para el beneficio eléctrico de los minerales, que me parece interesante hacerlo conocer de los químicos i mineros de América.

El señor T. Moerman ha publicado, a fines del año 83, un folleto muy interesante i demasiado entusiasta sobre la nueva aplicación eléctrica de los señores Blas i Miest i, de este folleto, es que extracto el resumen que sigue:

«El señor C. Blas, profesor de química, i el señor Miest, ingeniero, tienen el honor de haber resuelto ventajosa i completamente la cuestión estracción económica de los metales preciosos de los minerales por la electrólisis.

Estos señores han experimentado i verificado por primera vez, como se explicará mas léjos, que si en un baño electrolítico, se sustituye el metal del ánodo (polo positivo) con minerales sulfurados previamente comprimidos, estos mismos minerales pueden servir de ánodos; i que además, cuando se ponen semejantes ánodos en un baño de sal electrolítico apropiado, la corriente eléctrica tiene por efecto precipitar al mismo ánodo todo el azufre del mineral sulfurado, mientras que el metal reducido se deposita en el cátodo (polo negativo). El ácido del baño hecho libre, se combina con una porción equivalente del metal contenido en el mineral que forma el ánodo i, de esta manera, el baño electrolítico neutro se constituye sin cesar, i de un modo indefinido.

Si el mineral así electrolizado contiene mas o menos ganga siliciosa, arsenical o antimonial, la sílice, el arsénico i el antimonio se precipitan también en el ánodo i se depositan al fondo del baño, de donde se les saca después para separarlos como será indicado mas adelante.

Las ventajas que resultan del modo de operar de los señores Blas i Miest son las siguientes:

1.º Obtener un baño electrolítico que sirve mas o menos de un modo indefinido, i de consiguiente muy económico.

2.º Evitar la precipitación del hidrógeno en el cátodo, lo que produciría la polarización de este electrodo.

3.º Obtener separadamente en el ánodo la precipitación del azufre contenido en los minerales, mientras que, con todos los otros sistemas metalúrgicos, el azufre se pierde. Se debe advertir que, en muchos casos, el azufre extraído bastará para pagar todos los gastos de la electrólisis.

4.º Precipitar rápidamente sobre el cátodo todos los metales contenidos en los minerales, cualquiera que sea la variedad i el número de dichos metales; i obtenerlos después separadamente en un estado de gran pureza.

5.º Supresión de previa calcinación de los minerales que deben ser beneficiados por la electrólisis.

6.º Inutilidad de moler los metales muy finamente i de disolverlos previamente en ácidos.

Para fabricar los ánodos, los inventores sometieron el mineral molido groseramente a una fuerte presión hidráulica, sea en moldes cerrados, sea de la misma manera que se fabrican los aglomerados de carbon. Esta compresión i aglutinación de los minerales se obtiene con las prensas de Dupuy e hijos, de París, sin necesidad de adición alguna de materias aglutinantes, pero la fabricación de mas fácil cuando se calientan previamente los moldes.

Las planchas de minerales aglomerados que tienen un metro cuadrado de superficie, son después empleadas en un baño electrolítico que contiene en solución una sal metálica de la misma base que el metal del mineral.

Los cátodos están formados con planchas de cobre o plomo.

En el baño electrolítico se dispone los ánodos i cátodos alternativamente, en número de cincuenta, lo que da mas o menos cincuenta metros cuadrados de superficie por cada electrodo, contando con sus dos lados. Las planchas, tanto del ánodo como del cátodo, no deben tocar el fondo del baño, i deben colgarse de modo que dejen medio metro libre en el fondo del recipiente para que los *selamms* (relaves) puedan caer por sí de los ánodos. Se puede ayudar esta caída por medio de cepillos, a fin de evitar la polarización que produciría un exceso de sílice sobre el ánodo.

Las planchas no deben estar separadas unas de otras, ni menos de 5, ni mas de 20 centímetros. Se alternan siempre los ánodos de mineral con los cátodos de plomo o cobre. Las primeras, como lo indica su nombre de ánodo, quedan siempre en contacto con el polo positivo de una máquina dinamo-eléctrica, mientras que las segundas (cátodo), lo están con el polo negativo de la misma máquina.

Estando el baño electrolítico formado como se ha dicho, la corriente eléctrica produce los precipitados ya conocidos.

Para evitar que los metales se precipiten sobre el cátodo en el estado de polvo, es conveniente dar mucha superficie a estos cátodos, i agregar al baño electrolítico una sustancia orgánica soluble, como glucosa, dextrina o glicerina.

Las tinajas de precipitación están hechas con tablas gruesas de madera, revestidas de una mezcla de resina con yeso, para evitar las pérdidas i disminuir su conductibilidad eléctrica.

Con una corriente eléctrica bastante enérgica los metales contenidos en el sulfuro son precipitados al cátodo en el estado de verdaderas planchas metálicas. Si se opera sobre sulfuros múltiples, el depósito que se precipita en el cátodo se compone de diferentes metales que forman una verdadera aleación; preciso es, en tal caso, hacer una operación subsecuente para obtener la separación completa de dichos metales; pero esta última operación exige una corriente eléctrica muy débil.

Nada mas fácil que la separación de los diversos productos precipitados en el ánodo durante la operación electrolítica de los minerales. Supongamos que estos precipitados son una mezcla de azufre, sílice i óxido de hierro. Esta mezcla sacada del aparato donde se ha precipitado, se pone en otra tina donde se extrae primeramente el azufre por medio del sulfuro de carbono, empleado con presión o sin ella. Este agente disuelve muy pronto el azufre simplemente mezclado i no combinado con el óxido de hierro i la sílice. Destilando después el sulfuro de carbono cargado de azufre, se obtiene este último en el estado de pureza completa. El sulfuro de carbono es rejenerado, de una manera indefinida, sin pérdida sensible cuando el aparato es perfecto.

Otro método para separar el azufre consiste en poner la mezcla de sílice, óxido de hierro i azufre en una solución muy densa de cloruro de calcio (que cuesta solo un franco los 100 quilogramos). Se calienta un poco de solución, por medio de tubos a vapor, en grandes recipientes hechos con piedra i cemento; se mueve bien el todo, i la sílice con las otras impurezas bajan pronto al fondo del baño, mientras que el azufre, sobrenadando en la superficie de la solución, puede ser recojido con toda facilidad.

En la imposibilidad de reproducir aquí las observaciones, demasiado largas, aunque muy entusiastas, que hace el señor Maerman sobre el procedimiento Blas i Miest, me contentaré con describir, yo mismo, una operación completa hecha sobre un sulfuro de plomo arjentífero múltiple, análogo a los minerales de las minas de Raud, de Flaata i de Nigard, en Konsberg. Este sulfuro múltiple contiene plata, oro, plomo, hierro, zinc, azufre, sílice i probablemente un poco de arsénico i de antimonio.

Se fabrica primeramente, con el mineral bruto, planchas comprimidas, como ha sido explicado anteriormente; estas planchas ánodo) se

alternan en un recipiente *ad hoc* con planchas de cobre o plomo (cátodo); el recipiente se llena con una disolución de ácido nítrico diluido, o mejor de nitrato de plomo, que llamaré baño electrolítico núm. 1 i se pone en movimiento la máquina dinamo-eléctrica. Bajo la influencia de la corriente eléctrica, la disolución de nitrato de plomo es descompuesta: el plomo metálico se reduce en el cátodo, mientras que el ácido nítrico, hecho libre, se transporta al ánodo, donde ataca los metales contenidos en el mineral, para formar con ellos un equivalente de nitratos nuevos que entran en disolución. La plata, el cobre, el plomo i un poco de antimonio del mineral se depositan sobre el cátodo en el estado metálico. Cuando la corriente eléctrica es bastante débil el zinc queda enteramente disuelto en la solución en el estado de nitrato. El hierro se precipita al fondo del recipiente en el estado de óxido; i por fin, el azufre, la sílice, el arsénico i casi todo el antimonio quedan en el mismo ánodo de donde se les hace caer, con un cepillo, al fondo del aparato. El oro (aunque el señor Moerman no dice nada a este respecto) debe quedar también en el ánodo, porque este metal no es atacado por el ácido nítrico, i no puede, por consiguiente, entrar en solución en el baño para ser después reducido en el cátodo.

Se ha visto ya cómo se puede separar el azufre de los otros cuerpos que quedan en el ánodo. Después de haber extraído el azufre, se separa el oro nativo de la sílice, etc., por cualquier método conocido de todos los metalúrgicos.

Para efectuar la separación de los diversos metales precipitados en el cátodo, se opera como sigue:

Las planchas metálicas obtenidas en el cátodo del baño electrolítico núm. 1, que forman una verdadera aleación de plomo, cobre i plata, son puesta como ánodo, en un baño electrolítico núm. 2, compuesto de una solución de acetato de plomo; i como el plomo tiene mas afinidad para el ácido acético que los demás metales, entra él solo en solución bajo la acción de una corriente eléctrica, i se deposita en el cátodo al estado de puro.

Lo que ha quedado en el ánodo del baño núm. 2 se pone entonces como ánodo, en un baño electrolítico núm. 3, compuesto de ácido sulfúrico diluido, o mejor de sulfato de cobre; i como la afinidad del cobre para el ácido sulfúrico es mas fuerte que la de los otros metales, entra él solo en solución bajo la influencia de una corriente eléctrica, i se deposita en el cátodo al estado de cobre puro.

Lo que ha quedado en el ánodo del baño núm. 3 se pone entonces, siempre como ánodo, en un baño electrolítico núm. 4, compuesto de ácido nítrico diluido, o mejor de nitrato de plata, i la plata pura se precipita en el cátodo.

Si queda en el ánodo del baño núm. 4, un residuo que no se disuelve en ácido nítrico, es oro (dice el señor Moerman). Pero no se comprende cómo este oro podría encontrarse aquí, cuando se sabe que el oro contenido en el mineral electrolizado en el baño núm. 1, no ha podido ser atacado por el ácido nítrico i de consiguiente ser tampoco reducido en el cátodo de este primer baño.

Se comprende, pues, que yo tenía razón cuando al empezar este párrafo he calificado de *singular* el procedimiento de los señores Blas i Miest. Desde el principio hasta el fin parece que se trata de unas manipulaciones de laboratorio, mas bien que de una aplicación industrial. Siento, además, resfriar el entusiasmo del señor Moerman, diciendo con la mayor franqueza, que este procedimiento no es nuevo, i que hace mas de seis años ha sido publicado en los diarios científicos, tanto en Inglaterra cuanto en Estados Unidos, bajo el nombre de diferentes *pretendientes* a su paternidad. La separación completa del plomo, del cobre, de la plata i del oro, por la electrólisis se hace en nuestro laboratorio, exactamente como los señores Blas i Miest pretenden haberlo inventado, i cualquier alumno de química de 2.º año, conoce todas estas reacciones. La única causa aquí verdaderamente

nueva, es la compresion de los minerales sulfurados para formar planchas que puedan servir de ánodos; pero esta operacion es mas bien una complicacion que una simplificacion, porque, como lo dice el mismo señor Moerman, se pueden muy bien suprimir estas planchas comprimidas i poner sencillamente el mineral bruto, chancado en colpas, en canastas de mimbre o de madera hechas a propósito.

Este procedimiento, tiene, sin embargo, una parte que puede ponerse en práctica industrial: quiero hablar de la fácil descomposicion del sulfuro de plomo blendoso que, efectuándose en un baño de ácido nítrico diluido (o quizás de nitrato de soda) daría con una sola operacion i en un solo baño, plomo arjentífero en el cátodo. Este plomo podría ser directamente copelado, como en el procedimiento Becquerel-Nolf, lo que evitaria las numerosas operaciones subsecuentes del procedimiento Blas i Miest.

El señor Moerman, apoyándose sobre numerosos cálculos exclusivamente teóricos, asegura que, para obtener de una galena 1,000 kilogramos de plomo en 24 horas, se necesita solamente la fuerza motriz de 21 caballos-vapor con las máquinas dinamo-eléctricas correspondientes a una tal fuerza.

Reflexiones i conclusion

Cuando, hace como veinte años, hablaba yo, por vez primera en América, de tratar los minerales de plata por la electricidad, dibujábase una sonrisa incrédula en los labios de mis oyentes, i al punto comprendía que se me tachaba de loco, o por lo ménos de monómano científico. Desde entonces ha hecho tantos progresos la electricidad, que, por sí misma, se ha impuesto al mundo, i los incrédulos de ayer, son hoy sus mas convencidos i entusiastas adeptos.

Pero, ¿qué cosa es esta electricidad que ya trasmite el pensamiento, el autógrafo, el sonido, la palabra, ya destruye las mas potentes combinaciones químicas, aísla i separa a los metales; ya traslada a grandes distancias la fuerza motriz, ya produce espléndidos soles artificiales? ¿Qué fuerza es ésta, desconocida hasta hace poco, i que sin embargo parece ser ya la causa, ya el efecto de todos los grandes fenómenos de la naturaleza? Pues, es sencillamente una transformacion, un modo de ser nuevo del calor, de la luz o del movimiento. Movimiento, luz, calor, i electricidad son, pues, una sola i única fuerza que, a nuestro gusto podemos aparecer bajo una u otra forma. Transformase el movimiento en electricidad, como la electricidad en movimiento, i el calor en electricidad, como ésta en calor; i vendrá un día, que quizás no está lejano, en que se transforme la luz en electricidad, así como hoy sucede lo contrario. Es evidente, pues, que cuando por uno u otro medio producimos electricidad, tenemos a nuestra disposicion luz, calor o movimiento; i sin temor se puede afirmar hoy día, que la *electricidad no es mas que el movimiento bajo una forma particular*, gozando bajo esta nueva forma, de la propiedad de transmitirse instantáneamente de un punto a otro por medio de cuerpos conductores que el hombre puede manejar a su antojo. Resulta, pues, que, si teniendo electricidad se tiene movimiento, puede afirmarse recíprocamente, que teniendo movimiento se tiene tambien electricidad, calor o luz, i que esta potencia puede utilizarse en la forma mas adecuada al trabajo que se quiera hacer.

Para tratar los metales de plata o de plomo por fusion, se necesita calor, i lo buscamos en la combustion de la leña o del carbon, pero ¿cómo procurarnos en algunos lugares de América, tan abundantes en minerales como pobres en combustibles, el calor necesario? Nada mas sencillo si tenemos a la mano alguna corriente de agua, porque de ella sacaremos el movimiento; de éste, usado una máquina dinamo-eléctrica, obtendremos la electricidad; i como ya se sabe que la electricidad puede convertirse en calor o producir acciones químicas equivalentes, es fácil comprender que, teniendo una corriente de agua,

puede tratarse metales de plata o plomo con tanta facilidad como si se tuviera un combustible de primera clase.

Supongamos, pues, por un momento, que estando en el interior del Perú o de Bolivia a cien o mas leguas del Pacífico, somos dueños de una mina de galena o de cualquiera otra combinacion arjentífera. La esportacion del metal a Europa es imposible por lo lejano de la costa, i buscamos por supuesto un medio de tratarlo allí mismo: no teniendo a mano ni un grano de carbon ni una astilla de leña, nos fijaremos si a corta distancia existe algun torrente o riachuelo, i suponiendo que lo hubiera, resueltamente entraremos al trabajo: haremos una represa, construiremos un canal que nos dé una caída conveniente para una turbina o rueda hidráulica que debe poner en movimiento unos sencillos aparatos llamados máquinas dinamo-eléctricas, i hecho todo esto, la *fuerza motriz del rio, es decir el movimiento, estará transformado en electricidad*. No hai para qué pedir a esta electricidad el calor necesario para el tratamiento de los metales: basta obtener con él descomposiciones químicas que son idénticas a las que daría el empleo del calor. Los hornos de reverbero i de manga en que se separa el azufre, arsénico i antimonio combinados con la plata estarán reemplazados por cubas con disoluciones a propósito, en las que la corriente eléctrica, descomponiendo i reduciendo, hace el mismo papel que las llamas del fogen de un horno.

Admitamos todavía, como puede suceder en ciertos lugares de la cordillera, que no disponemos de carbon o leña, ni siquiera de la fuerza hidráulica; pero que abunda esa especie de turba, a medio formar, tan frecuente en las cordilleras del Perú i de Bolivia. Con seguridad que esta turba es inaparente para las operaciones metalúrgicas propiamente dichas, pero siempre será buena para caldear los calderos de las máquinas de vapor, como lo ha hecho ver el señor Speedy en su establecimiento cerca de Puno. En tal caso, puede transformarse el calor suministrado por la turba, primero en movimiento, despues en electricidad, i operar en seguida todas las descomposiciones químicas necesarias.

¿Hai algo mas sencillo, mas admirable i al mismo tiempo mas práctico? Todo el poder de las corrientes de agua, todo el calor de los turbales de las serranías de la América del Sur, pueden transformarse en electricidad, i ésta puede aquí descomponer minerales, allá alumbrar a los mineros en sus profundas galerías, o inflamar desde lejos i simultáneamente centenares de cartuchos de pólvora i de dinamita; i lo que es mas importante todavía, en las grandes explotaciones mineras, esta misma electricidad puede llevar, a gran distancia, como 40 por ciento de la fuerza motriz inicial que la ha producido.

Aunque el transporte de la fuerza motriz a distancia sea cosa estraña al esclusivo asunto de que nos hemos ocupado en este lugar, creo útil decir, sin embargo, algunas palabras sobre el particular, para que nuestros amigos mineros tengan una idea de las maravillas que todavía les reserva la electricidad.

Supongamos, pues, que tenemos una mina a dos, cinco i hasta ocho leguas de una corriente de agua cuyo poder es tal, que puede dar una fuerza motriz de 100 caballos; muy satisfechos estaríamos si pudiéramos tener en la misma mina parte de esta fuerza, sea para extraer i chancar el metal, sea para bombear el agua, sea en fin, para animar las perforadas mecánicas que hacen diez veces mayor el trabajo de los barreteros. Los esperimentos hechos en el último año en París por los señores Gramme i Marcel Desprez, a uno de los cuales tuve el honor de ser invitado, no dejan la menor duda sobre la posibilidad de transmitir a 35 kilómetros de distancia (máximum actual) como 40 por ciento de la fuerza inicial de que se dispone; es decir, que si a ocho leguas de nuestra mina tenemos una corriente que dé 100 caballos de fuerza, podremos llevar 40 a la cumbre del cerro, o al fondo de la mina por medio de simples hilos conductores igu: a los del telégrafo. Se

opera así una doble transformacion de fuerza que prueba la exactitud de las leyes sentadas al comenzar este párrafo: el poder inicial de la corriente de agua, es decir, el movimiento, es transformado primero en electricidad, i esta electricidad, despues de recorrer de un modo instantáneo una gran distancia, vuelve a transformarse en movimiento que se utiliza segun las necesidades. Vendrá seguramente un día en que la pérdida de 60 por ciento llegará, si no a anularse, a disminuirse notablemente, i las grandes ciudades que estén cerca de los rios, podrán entonces proveerse de fuerza a domicilio con tanta facilidad como lo hacen hoy con el gas i el agua. Pero, en las actuales circunstancias, podría aplicarse ya el sistema Marcel Desprez con ventaja i economía, en la explotacion de ciertas minas alejadas de todo combustible, i en las que la carencia de fuerza motriz impide dar a los trabajos el deseado desarrollo.

Se ve, pues, que la electricidad no es solo un fundidor, un químico, un metalurjista, un sol resplandeciente, un charlador a distancia, sino tambien que es una fuerza activa que puede levantar enormes pesos, bombear grandes cantidades de agua, arrastrar pesados carros llenos de metal i que puede, en una palabra, dar a la industria minera todo lo que estamos acostumbrados a pedirle al calor, a la luz o al movimiento.

¿Cómo es que en el Perú, en Bolivia i aun en Chile no hai todavía un solo establecimiento metalúrgico? Hablando claro, es porque ante todo somos acá enemigos de las innovaciones; despues de eso somos tan incrédulos como Santo Tomas, i necesitamos ver, tocar, palpar, volver a mirar, tocar i palpar de nuevo, para poder comenzar a creer.

Pues bien, si lanamente dijera que creo el procedimiento Barker bueno o malo, no habria llenado el objeto que me propongo; mientras que despues de leído este trabajo todos los mineros americanos se pondrán a reflexionar seriamente i se dirán: ¡Cómo! ¡desde hace ocho años se beneficia en Hamburgo i Oker minerales de cobre i de plata por la electricidad i no sabíamos nada! ¡Cómo! ¡Se saca en Francia el zinc de sus metales por medio de una corriente eléctrica i nadie nos lo habia dicho! ¡Con que el viejo Nolf no era ni soñador ni monómano cuando hace 15 años procuraba aplicar la electricidad al tratamiento de los minerales! ¡Con que Raimondi veia muy claro, cuando en 1875 defendia ardientemente la amalgamacion eléctrica para cierta clase especial de minerales de plata! ¡Con qué se ha hecho en Europa i principalmente en Francia, esperimentos concluyentes sobre la posibilidad de transmitir la fuerza motriz a distancia, i apenas si ha llegado a nosotros el eco de tan gran acontecimiento científico industrial! etc., etc.

Pero, se me preguntará sin duda, ¿qué procedimiento eléctrico aconsejo yo emplear? Mi respuesta será clara i precisa: ensáyese primero el electro-amalgamador de Barker para el tratamiento de los sulfuros múltiples, porque si diera buen resultado, ninguno de los procedimientos de que he hablado, podría rivalizar con él, en sencillez i economía.

En caso de que el procedimiento de Barker no sea bueno para los sulfuros múltiples, el método Becquerel-Nolf llenará sin duda el objeto deseado, i es tan sencillo i práctico, que cualquiera alumno de la escuela de minas de Lima podrá hacer, a vista de todos, los esperimentos mas concluyentes.

En cuanto al sistema de Blas i de Miest que se debe considerar como del dominio público, no vacilo en decir que debe llamar seriamente la atencion de los mineros que quieran beneficiar galenas arjentíferas, blendosas i antimoniales, i que tengan cerca de sus minas, una fuerza hidráulica considerable, como por ejemplo, Juan A. Gordillo en Vinchos i Sokolowski i Thierry en Recuay. Para ellos, el cálculo preliminar es de los mas sencillos, teniendo presente que una fuerza hidráulica de 100 caballos les permitirá producir 4,000 kilogramos de plomo arjentífero en 24 horas. Admitiendo, pues, que sus mine-

rales contengan 60 por ciento de plomo i 6 milésimos de plata (72 marcos por cajon) podrán con una fuerza hidráulica de 100 caballos, beneficiar diariamente 6,700 kilogramos de metal bruto (es decir, dos cajones, 25 quintales) que les darán cada 24 horas 4 000 kilogramos de plomo i 40 kilogramos 200 gramos de plata (es decir, 174 marcos 6 onzas). Debo decir aquí, sin embargo, que en cuanto al procedimiento Blas i Miest, me refiero a los cálculos hechos por el señor T. Moerman, cálculos que, según mi parecer, deben ser corroborados por una serie de experimentos que haré en cuanto mis ocupaciones me lo permitan.

Ahora que creo haber llenado ya mi objeto, voy a terminar por fin con algunas consideraciones jenerales, tanto sobre la metalurgia de los metales preciosos, como sobre la explotación de las minas en el Perú.

Aunque electricista por gusto i por pasión, soi ante todo metalurgista, i no olvido nunca que la metalurgia no es solo el arte de extraer los metales de sus minerales, sino que consiste esencialmente en aprovechar para esta extracción, todos los recursos que jeneralmente presenta la naturaleza, a cada paso en las rejiones mineras.

Antes de escoger cualquier método para beneficiar un metal, es preciso, pues, estudiar los recursos locales, i tanto estos recursos como la naturaleza misma del metal, deben determinar la eleccion del sistema de beneficio. Un metalurgista que quisiera tratar todas las diferentes especies de minerales de plata por un método único, se asemejaría a un médico, o mejor a un charlatan, que quisiera curar todas las enfermedades con un solo remedio. El estudio, la observación, los resultados adquiridos han enseñado a los médicos que cada clase de enfermedad necesita un tratamiento especial; i del mismo modo la experiencia i la química han probado al metalurgista que cada especie de metal exige un modo de tratamiento apropiado a su composición propia i particular. I el arte del metalurgista es, por decirlo así, mas delicado todavía que el arte del médico que fácilmente encuentra en las boticas todos los medicamentos que puede necesitar, mientras que el metalurgista industrial debe casi siempre pedir a la naturaleza misma todos los elementos de que tiene necesidad, para hacer sus operaciones, no solo con éxito, sino, sobre todo, con una gran economía.

A pesar del estudio enteramente especial, objeto de este artículo, no diré jamas que la electricidad sea un agente jeneral, para tratar sin distinción alguna, todos los metales de plata de la América del Sur. Para decidir sobre el sistema de beneficio que conviene mejor a un metal, es necesario, no me cansaré de repetirlo, no solo conocer la composición íntima de este metal, sino estudiar al mismo tiempo, todos los recursos naturales que se encuentran en las cercanías de la mina. Si, por ejemplo, se tiene a la vez galena arjentífera pura i carbon de buena calidad, no hai que pensar mas que en la fundición; si en la rejion donde uno está, hai ademas de un poco de combustible, abundancia de sulfato de alúmina natural (alunógeno), azufre nativo o pirita de hierro, puede estudiarse un tratamiento jeneral por vía húmeda, en el cual será siempre conveniente i económico hacer intervenir la electricidad: si en el centro minero, la plata de los minerales oxidados (pacos), es clorurable en frío i hai en la vecindad persulfato de hierro natural, se debe inmediatamente proceder a la cloruración por simple vía húmeda, i a un tratamiento posterior sea por la electricidad, sea por precipitación puramente química. En una palabra, para cada metal hai un tratamiento especial, como para cada enfermedad hai un remedio particular.

La electricidad no es mas que uno de los diversos métodos empleados actualmente para el beneficio de los metales preciosos, i aunque es probable que próximamente reemplazará a todos, no ha llegado aun el momento de presentarla a los mineros americanos como una panacea

cea universal, dotada del poder de beneficiar con ventaja todos los metales sin escepcion.

Pero, no se olvide, sin embargo, que la fuerza eléctrica ha salido, por fin, del dominio del laboratorio para entrar resueltamente en la metalurgia práctica e industrial; no se olvide que en Hamburgo se obtiene hoy día, en silencio i casi en secreto, 600 toneladas métricas de cobre puro i 1,200 kilogramos de oro fino anualmente, gracias al empleo de las máquinas dinamo-eléctricas de Gramme; no se olvide que el gobierno alemán hace actualmente en Oker experimentos bajo un pié colosal para el tratamiento de sus metales cupro-auro-arjentíferos, experimentos que, según me escriben últimamente, han sido coronados del mejor éxito; no se olvide, sobre todo, que la electricidad es una fuerza tan poderosa como el movimiento, tan desorganizadora como el mas intenso calor, i los ácidos mas concentrados, i que en fin, merece la pena de comenzar una serie de experimentos que seguramente serán provechosos al Perú.

La Escuela de Minas de Lima, tanto entre sus distinguidos profesores como aun entre sus alumnos, ofrece ya un conjunto de personas capaces, cuyo entusiasmo i conocimiento se debe aprovechar; i si el gobierno, i, sobre todo, los mineros ayudasen con todas sus fuerzas a esta institución, que por supuesto debería ocupar el primer lugar entre las del país, se vería pronto desaparecer, para siempre, la vieja rutina de los beneficiadores ante la verdadera ciencia de los metalurgistas.

Terminaré diciendo que lo que falta al Perú, no es minas ni medios de tratar los metales que contienen: lo que falta ante todo es, i perdónese la franqueza, el espíritu de asociación que solo existe aquí en estado embrionario, apénas sensible; mientras que en Europa, en los Estados Unidos, en Bolivia i aun en Chile se forman para las explotaciones mineras sociedades por acciones, en las que entran miles de individuos, cada uno con una suma relativamente pequeña que puede perder sin graves perjuicios. De esta manera se reúne en algunos días, centenares de miles de pesos que permiten ejecutar gigantescos trabajos, casi siempre coronados por el éxito; i el minero peruano, guarda su mina solo para sí, i marcha con sus propias fuerzas, casi siempre insuficientes, i muy pronto tiene que recurrir al capitalista que lo explota entonces, a su gusto, si el negocio es bueno, o que pronto lo abandona si el provecho no es inmediato.

Con el espíritu de asociación *i con el debido respeto a la lei*, recobrarán las minas su antiguo esplendor; pronto se olvidará el guano i el salitre, fatal herencia despilfarrada locamente; i el Perú sabrá al fin *que lo que constituye la verdadera riqueza de un país, es la fortuna jeneral, adquirida por el duro i obstinado trabajo de sus hijos.*

Los aceros

En la reunion que el Instituto de Hierro i el Acero acaba de celebrar en Glasgow, se han discutido cuestiones del mas alto interes para la metalurgia española. Se han hecho de nuevo comparaciones de calidad, procedimientos i costo del acero Bessemer i del acero Siemens; i sin que pueda decirse que de los debates resulte nada concluyente para todos los casos i circunstancias, desde el punto de vista español, no puede darse nada mas claro i terminante en favor del acero Siemens, que lo que se desprende de aquellos. Ante todo hablemos de la calidad: se ha admitido hasta aquí que los buenos aceros dulces solo se hacían en el Siemens, i que el Bessemer era el mas apropiado a los aceros duros para carriles i usos semejantes, que no exigían una uniformidad tan precisa en la calidad. Este reconocimiento resultaba demasiado contrario al sistema Bessemer, pues como en el Siemens se podían hacer tambien los aceros duros, i con la ventaja de calidad mas uniforme,

inclinaba la balanza demasiado del lado de los hornos Siemens para todos los aceros, i es muy natural, por lo tanto, que los partidarios del Bessemer, hayan querido demostrar que sus planchas pueden emplearse tambien en las calderas i en los buques; pero no hai argumento válido presentado contra un hecho que nadie puede negar: i éste es que en el Bessemer la calidad se determina a cálculo, i por la manipulación de un instante, así como que una vez determinada en una carga del convertidor no tiene correctivo práctico i hai que dejarla tal cual resulte; esto es tan cierto, que cuando se habla de fábricas de acero Bessemer, nunca se dice que *hacen* tal calidad, sino que *tienden a hacer* tal calidad; por el contrario, en el sistema Siemens la calidad no solo se determina por el conocimiento directo de la que se ha formado, sino que conocida ésta se puede modificar, i no se sangra el horno sino a sabiendas de la calidad exacta de que se compone la carga. La importancia de esto cuando se trata de planchas para calderas, de vigas para puentes i demas casos en que un conocimiento de la resistencia es muy importante, no puede exajerse.

Dícese que en Inglaterra se hacen calderas i buques con plancha Bessemer, pero la razon de ello es tan clara como poco conveniente: suplen por prescripción del Lloyd a la incertidumbre de calidad del acero Bessemer con un coeficiente de exceso de resistencia en todos los casos en que se emplea acero sin distinción, que si es hasta necesario para el Bessemer, es exajado para el Siemens.

En el caso, pues, de España donde no hai todavía obligación por parte de los fabricantes de sujetarse a reglas fijas, pueden los buenos fabricantes, usando su criterio, emplear acero Siemens con menores dimensiones que lo harían del Bessemer, suponiendo que en uno i otro caso apliquen iguales precauciones para el difícil tratamiento del acero cuando se emplea en calderas i cascos de buques en que se abren agujeros para los remaches.

En calidad no hai, pues, duda: un país como España haría una perfecta locura en construir calderas o buques con planchas Bessemer, pues haciéndolo con las Siemens o resultarían mejores, o mas descargadas de metal, por la mayor garantía de uniformidad que ofrece el acero Siemens.

Desde el punto de vista de los procedimientos comparado el uno con el otro, es indudable que en un solo aparato se puede hacer cinco o seis veces mas acero en el mismo tiempo si es un convertidor Bessemer que si es un horno Siemens de igual carga; pero un aparato Bessemer es incomparablemente mas complicado i mas difícil de manejar que un horno Siemens, i aquél exige muchos mas elementos complementarios; i como al mismo tiempo en conjunto cuesta todo ello tanto el uno como el otro para una cantidad igual de producción, es mas fácil invertir capital innecesario al montarse para el Bessemer que al hacer para el Siemens. Aquel exige el instalarse de una sola vez i en ésta la instalación puede ser gradual i a medida que crece el mercado.

En la cuestion de costo, es orijinal como todos convienen en el extranjero que no hai diferencia del Bessemer al Siemens; i sin embargo tratándose de España no puede darse nada mas claro que el acero Siemens se hará a ménos costo que el Bessemer, como regla, i que solo habrá el caso, rarísimo en España, en que se produzcan 60,000 t. de acero o mas al año en que sea mas barato el Bessemer que el otro; mientras que en esas fábricas tan indicadas para España de 12,000 a 20,000 t., ~~se~~ ^{es} absolutamente imposible que cueste lo mismo el ~~uno~~ ^{uno} que el otro.

A todo lo dicho hai que agregar, que por ahora sería una grave equivocación construir mas hornos altos en el país, i que por lo tanto desde el punto de vista español lo que importa es que el lingote que se produce hoy en Bilbao se transforme en acero en España misma, i como esto no puede ya ser en Bilbao en totalidad, lo que conviene es que las fábricas de hierro de Bares-

lona, Málaga i Sevilla i quizás tambien las Asturias, conviertan en acero el lingote de Bilbao, i esto cada una de ellas lo podria hacer con unas instalaciones de 100,000 pesetas cada una, mientras que las instalaciones para el Bessemer, escasamente bajarían de 400,000 pesetas en cada fábrica.

Finalmente, milita en favor del Siemens en España la razon poderosa, que el Bessemer ha llegado a su perfeccion posible, mientras que en el Siemens se ha adelantado, se está adelantando, i queda que adelantar muchísimo. El caldear totalmente por radiacion, como ya se hace en los hornos del último modelo, ahorra combustible i mermas de hierro, el derretir el lingote en el cubilote de gas de Riley acorta la operacion, presúmese asimismo que puede hacerse mucho en este sentido tambien, quitándole la sílice en un convertidor Bessemer i trayendo despues el baño al horno Siemens para completar allí la formacion del acero exactamente de la calidad deseada, i hasta se cree este tratamiento mismo el mejor para eliminar el fósforo. Fuertes como son todas estas razones en favor del procedimiento Siemens como preferible al Bessemer en España, existe aun el argumento mas concluyente de todos, en la posibilidad que hablando prudentemente puede decirse solo que se espera, que en el mismo horno en que hoy se hace acero con lingote i mineral se llegará a hacer muy pronto acero con mineral esclusivamente, i entonces se verá claro que mientras la instalacion Bessemer perderá en totalidad su valor, la Siemens se aprovechará por completo. Es, pues, de desear que los industriales españoles sepan interpretar útilmente en su favor las discusiones del *Iron and Steel Institute* en Glasgow.

J. G. H.

Las traviesas metalicas

POR EL SEÑOR W. R. BROWNE

En Alemania es donde se ha estudiado con el mayor esmero la cuestion de las traviesas metálicas. Los kilómetros de vías enteramente metálicas se encuentran ya en dicho pais por millares, i el metal empleado en ellas asciende acaso a algunos millones de toneladas. Basta leer las publicaciones alemanas para convencerse de que la sustitucion del hierro a la madera para traviesas no es mas que cuestion de tiempo.

Los puntos que se discuten se refieren a la forma de la vía ideal, a la naturaleza del metal i a la manera de unir los carriles con sus soportes.

Una condicion esencial para Inglaterra es poder reemplazar las traviesas de madera sin modificar el carril i si posible fuera sin cambiar los cojinetes. Los largueros de hierro quedan, pues, forzosamente escluidos.

La esperiencia demuestra que desde el punto de vista de la oxidacion, las traviesas son como los carriles, es decir, que no se oxidan si el tráfico de la línea es suficiente.

En Alemania, la mayor dificultad ha consistido en oponerse al resbalamiento de las traviesas en las curvas de corto radio.

Se ha querido vencer esta dificultad encorvando los extremos, lo que es insuficiente, i cosiendo en ellos hierros angulares, lo que es oneroso. El señor Meyer, de Berlín, propone reunir las traviesas dos a dos, una encima de la otra i cohesionarlas en su punto medio.

Tales complicaciones son innecesarias en Inglaterra, donde las traviesas son mas largas que en el Continente, con lo cual se aumenta mucho su resistencia al resbalamiento; además el balasto es excelente.

La esperiencia de un ferrocarril de la Gales del Sur, con curvas de 200 metros i pendiente

de 25 milímetros, demuestra que el resbalamiento es nulo. Las traviesas empleadas son del sistema Webb, perfil Vautherin. Sus patines son mucho mas estrechos, lo cual hace sentar a la traviesa sobre el balasto. Son de acero Bessemer i se laminan en 20 o 25 metros, luego se corta a medida i están provistas de seis agujeros en cada cojinete. Estos son de acero i están formados por tres piezas, la solera i dos mandíbulas estampadas en caliente i agujereadas tambien antes de enfriarse. Entre las mandíbulas i la solera, así como entre ésta i la traviesa, se interpone papel embreado. El conjunto se roblona con la presion hidráulica. El cojinete de acero es favorable a la consolidacion con cuñas, a causa de su elasticidad. Las mandíbulas tienen un hueco, en el cual se encuentra libre la madera de la cuña, permitiendo la hinchazon de ésta para impedir su salida.

El peso de la traviesa, incluso los cojinetes, es de 87 kilogramos; el de la madera en iguales condiciones es de 120 kilogramos. Esta diferencia tiene una importancia considerable en el caso de transporte a gran distancia. En cuanto al precio, la traviesa de madera es un poco mas barata que la de acero; pero debe tenerse en cuenta el incremento constante en el precio de la madera i la disminucion del acero.

Por lo demas, la traviesa metálica ofrece las siguientes ventajas:

1.º *La duracion.*—Ciertas traviesas colocadas hace 31 años en el *Bristol and Exeter Railway* están todavia en uso i no se prevé su reemplazo. Las traviesas de madera, por el contrario, tienen una duracion média de 15 años i además esta duracion es irregular e incierta.

2.º *La conservacion* es excesivamente pequeña i no puede compararse con la de las vías mistas.

3.º *En caso de descarrilamiento*, la vía metálica sufre mucho menos que la sentada sobre madera.

4.º *En invierno*, las traviesas de madera se hielan i dan una vía dura i no elástica; con la vía metálica, si el balasto sufre la helada en su base, la adherencia con la traviesa no es suficiente para que se note su influencia.

5.º Una ventaja para Inglaterra i no la menor, seria el reemplazar un producto esclusivo de importacion (la madera), por otro enteramente nacional, cual es el hierro o el acero.

Esto podria ayudar poderosamente a la metalurgia en la crisis que hoy atraviesa.

Para el autor la introduccion del metal no es dudosa i solo se trata de hacerla lo menos lenta posible.

Para el caso particular de Inglaterra, la traviesa Webb parece responder a todas las necesidades. En la actualidad existen ya 40,000 de ellas en uso i el autor espera que dentro de algunos años, la importacion de madera para traviesas, se considerará en Inglaterra como un procedimiento anticuado.

En la discusion a que se sometió esta memoria del señor Browne en el *Instituto del hierro i del acero*, todo el mundo estuvo de acuerdo en declarar que era completamente inútil cerrar las traviesas metálicas en sus extremos i que el resbalamiento observado en el continente era debido al pequeño peso i corta longitud de las traviesas.

El único inconveniente que pueden aun presentar es la corrosion que se produce en los roblones; pero el señor Browne confia mucho en el empleo de la prensa hidráulica i en la interposicion del papel embreado entre las superficies metálicas.

El señor Wood dió a conocer los buenos resultados obtenidos con las traviesas de hierro puldelado empleadas en el *Great West* durante 32 años. Su elasticidad es tan grande como la de las traviesas de acero.

Variedades

PURIFICACION DEL COBRE

El señor Braun propone refinar el cobre impuro, haciendo pasar a traves de éste, en fusion, ácido clorhídrico gaseoso, con el menor acceso posible de aire. Dice que el óxido de cobre se volatiliza al estado de cloruro. Todas las demas impurezas que tenga i descompongan el vapor de ácido clorhídrico, a temperatura elevada, son arrastradas mediante este tratamiento. De este modo se obtiene un cobre de una gran pureza i tenacidad, exento de ampollas i dotado de mucha conductibilidad.

SUSTITUCION DEL ZINC POR EL HIERRO EN LAS PILAS VOLTAICAS

En una conferencia dada delante de la *Philosophical Society*, de Glasgow, M. Coleman, presidente de la seccion de química, ha propuesto el empleo del hierro en reemplazo del zinc para reducir los gastos del alumbrado eléctrico. Este sábio ha construido un elemento voltaico del tipo Daniell, en el que emplea una capa de cobre sumerjida en una solucion de sulfato de cobre i una placa de hierro sumerjida en una solucion de sulfato protóxido de hierro. Tres elementos de este jénero colocados en tension, descomponen el agua de tal suerte, que la fuerza electro-motriz es probablemente aquella que indica la teoria, esto es, las dos terceras partes de la de un elemento Daniell.

Se ha empleado algunas veces el hierro vuelto pasivo por el contacto con el ácido azótico concentrado como elemento electric-negativo. La mejor forma que se puede dar a los elementos es la de Meidinger o la de M. W. Thompson sin vasos porosos. La solucion del sulfato de hierro puede ser protegida contra la accion de la atmósfera i contra la descomposicion que se sigue por una capa delgada de aceite mineral. Es necesario emplear una placa de cara mas grande con el hierro que con el zinc, pero cuesta casi cuatro veces mas barato.

M. Coleman ha obtenido corrientes bastante potentes sumerjendo pedazos de hierro i de cobre en una solucion de sal ordinaria mezclada con cloruro de cal.

SILICIO EN EL HIERRO COLADO

En una nota leida ante la *Chemical Society*, por el señor Turner, dió cuenta de algunos experimentos hechos, tomando hierro colado puro i fundiéndolo con cantidades de lingotes silicífero, para obtener barras que han sido ensayadas por el señor Kennedy. El hierro colocado puro, se ha preparado calentando el hierro forjado, con carbon vegetal, durante cinco horas, obteniéndose un producto cuya composicion era C=1.98; Si=0.19; Mn=0.14; Ph=0.32; S=0.35. El lingote silicífero, estaba compuesto de C=1.81; Si=9.80; Mn=1.95; Ph=0.21; S=0.04. Las barras de ensayo tenían 1.1 pulgadas de diámetro i 19.7 pulgadas de longitud. Al contrario de lo aceptado en esta materia, se ha visto que una conveniente adiccion de silicio (gas 2 5 por ciento) aumenta la resistencia a la traccion del metal. Así con 0 por ciento de silicio la carga de ruptura es de 10.14 t. por pulgada cuadrada; con 1 por ciento de 12.72; con 2 por ciento 15.70 i con 2.5 por ciento 14.62. Con 3 por ciento de silicio, era de 12.23 t; con 5 por ciento de 10.16 t, i con 10 por ciento tan solo de 4.75 t. El silicio produce objetos mas finos i compactos.