

BOLETIN

DE LA

SOCIEDAD NACIONAL DE MINERÍA

N.º 72

DINAMITA NOBEL (Lejitima)

DE LA

Dinamit Actien Gesellschaft vormals Alfred Nobel & Co., Hamburg

Únicos Representantes:

WEHRHAHN HERMANOS I C.^a, Valparaiso

Ajente en Santiago:

CARLOS ROGERS, Huérfanos 1056

WILLSHAW Hnos. i Ca.

VALPARAISO — PARIS — SANTIAGO

Recibe órdenes de pedidos a Europa de las Máquinas TRIEUR PERNOLLET

Tambien ofrecemos herramientas i útiles para la Agricultura, MINERÍA e Industrias.

Azufre de primera clase en sacos, i sublimado en barriles.

Maderas Etranjeras i del Pais

Máquinas i fuelles para azufrar i pulverizar.

Fierro acanalado para techo i muralla, cañerías negras i galvanizadas, pinturas, aceites, tierras de colores, barnices, etc., etc.

Artículos para Viñas i Bodegas

BARRACA DE FIERRO, Alameda, Núm. 811

TELÉFONO, W. C. 1951



ALMACEN, Ahumada, Núms. 368 a 376

TELÉFONO, W. C. 1953

BOLETIN
DE LA
Sociedad Nacional de Minería

DIRECTORIO DE LA SOCIEDAD



Presidente
Cárls Besa

Vice-Presidente
Cesáreo Aguirre

Director Honorario
ALBERTO HERRMANN

Aldunate Solar, Cárls
Andrada, Telésforo
Avalos, Cárls G.
Chiapponi, Márcos
Echeverría Blanco, Manuel

Elguin, Lorenzo
Errázuriz, Moises
Gallardo González, Manuel
González, José Bruno
Lecaros, José Luis

Lira, Alejandro
Mandiola, Adrian
Pinto, Joaquin N.
Pizarro, Abelardo
Santa Cruz, Joaquin

Secretario
ORLANDO GHIGLIOTTO SALAS

La Hidrometalurjia del Cobre

(Conclusion)

II

Hemos visto ya la gran importancia que encierran para la minería en Chile los procedimientos hidrometalúrgicos, para lo cual no nos hemos contentado con meras afirmaciones sino con razones bien fundadas i demostradas. Ahora entraremos a examinar el estado de adelanto en qué a la fecha se halla la ciencia hidrometalúrgica, i las promesas i esperanzas que esté en condiciones de satisfacer i realizar; despues pasaremos a establecer cuáles son las condiciones especiales con que ha de cumplir todo procedimiento por la via húmeda para poder calificarse de bueno para el uso en nuestro país. Establecido esto último nos será fácil reconocer, a primera vista, al leer las descripciones de procedimientos ensayados en otros países, si convienen a nuestras necesidades i si merecen que nos ocupemos de ellos, i que acojamos como verídicas las descripciones que de ellas nos llegan.

Empecemos por el primer punto. ¿Cuál es el estado actual de la hidrometalurjia? i ¿qué porvenir nos brinda?

A esta pregunta no se puede contestar de una manera jeneral i comprensiva; es preciso distinguir entre las distintas operaciones de que consta todo procedimiento húmedo, pues algunas de ellas se hallan mas adelantadas que

otras. En términos generales, todo procedimiento de esta clase implica las siguientes operaciones principales: la preparacion del mineral, el ataque, la filtracion o decantacion, la precipitacion i la preparacion de los precipitados para la venta.

La preparacion del mineral depende principalmente del estado en que éste llega de las minas al establecimiento i puede constar de muchas o pocas manipulaciones. Estas suelen ser sencillas, pues generalmente se limitan a pasar el mineral en colpa grande por una chancadora que lo quiebra en trozos chicos. El producto de esta operacion es generalmente mui desigual, saliendo el mineral triturado caprichosamente desde trozos todavía demasiado grandes, que se han escapado a la chanca escudados por otros mas grandes, hasta el polvo casi impalpable desprendido del mineral por la compresion de las colpas unas contra otras; pero todo esto varia mucho segun el grado de dureza del mineral. Esta primera operacion es necesariamente económica i puede incluir el arneo del mineral chancado efectuado automáticamente por el movimiento de la misma chancadora. La desigualdad del tamaño del mineral chancado, hace casi indispensable pasar la parte mas gruesa por un molino de cilindros que la reduzca a un tamaño, chico o grande, segun las necesidades del procedimiento, pero en todo caso de perfecta uniformidad. En efecto, cada reactivo empleado en el ataque del mineral tiene su grado de penetracion propio, es decir, que en 24 horas, por ejemplo, podrá penetrar hasta el corazon de un trozo de mineral de uno, dos, tres, cinco o mas milímetros de espesor. Si el espesor es demasiado grande, el ataque será lento, mientras mas lento ménos económico, i puede aun serlo tanto que no logre penetrar nunca al interior del trozo dejando por lo tanto metal sin estraer. Si por otra parte se tritura demasiado fino, el ataque del mineral será mas rápido, es cierto, pero esta rapidez excesiva puede ser costosa por lo caro de la trituracion. Se ve, por lo tanto, que es de suma importancia fijar para cada mineral i para cada procedimiento el grado mas económico de trituracion con toda exactitud, lo que no se consigue con la chancadora sola, siendo preciso, como dijimos ántes, pasar la parte mas gruesa del mineral chancado por cilindros, molino de bola u otro aparato parecido en que se pueda obtener una uniformidad i precision absolutas.

Será tambien mas económico i sencillo el procedimiento que no requiera mantener en movimiento el mineral durante el ataque. Aquí tocamos un punto casi tan despreciado por los técnicos como el de la molienda fina; muchos hablan con el corazon alegre de mantener en movimiento varias toneladas de mineral como si fuera la cosa mas sencilla del mundo. ¿Qué cosa mas sencilla que un agitador de aspas? Hágase la prueba en un barril de 400 litros con aspas i eje de madera (pues el fierro no puede emplearse en esta operacion) i será coronada con éxito siempre que el caldo no sea mui grueso; pero pasemos a hacerlo en tinas de 10 toneladas i la cosa cambia. Se resbala una correa, la operacion se suspende un minuto, i el agitador se niega a ponerse de nuevo en movimiento i para ello hai que emplear una fuerza colosal que el aparato de madera no resiste i despues de vanos esfuerzos nos resolvemos a descargar la tina.

La ajitacion por medio del aire comprimido ha venido a resolver este pro-

blema que ni los barriles o cilindros jiratorios habrían podido solucionar por sus dimensiones forzosamente reducidas, pero para usar con economía el aire comprimido es preciso que el establecimiento sea de importancia i en todo caso mas económico será no tener que usar este ni ningun otra sistema de agitacion.

Respecto de la calefaccion de los caldos ¿para qué decimos nada? La economía de poder eliminar todo combustible de una faena cae por su peso, i de no poderlo eliminar cada tonelada que se pueda suprimir ademas de ser una economía es una importante simplificacion de trabajo i de acarreo.

El procedimiento ideal seria aquel en que la molienda fuese gruesa, es decir, entre el tamaño del grano de arroz i el del maiz (esta condicion elimina de hecho la operacion de filtrar, i de revolver o ajitar) i en que no se necesite calentar los caldos. Miéntas mas se aparte un procedimiento de estas condiciones ménos debemos pensar en su aplicacion, no obstante las brillantes i fantásticas descripciones de las Revistas que estampan las palabras «ajitar», «revolver», «filtrar», «calentar a 400°» con toda sangre fria i seriedad.

Hemos dicho que en los aparatos de molienda poco o nada podemos mejorar, lo único que debemos buscar es evitar la necesidad de moler fino, no así los sistemas de ataque que dejan márgen para enormes mejoras, que den precisamente por resultado la molienda gruesa.

Creemos que miéntas no se mejoren notablemente los sistemas de ataque descritos hasta la fecha, aun en los mas recientes tratados, debemos contestar a nuestra primera pregunta ¿cuál es el estado actual de la hidrometalurgia del cobre? con la frase: su estado es todavía mui imperfecto i deja lugar a grandes mejoras que debemos buscar con tenacidad i con los elementos de capital i competencia que el caso requiere.

Por lo tanto, no está en estado de poderse aplicar en sitios estraviados, donde falta la mayor parte de las condiciones que facilitan su desarrollo, i entregado a manos de beneficiadores prácticos. Necesita todavía estar rodeada de los elementos agua, fuerza barata i de los cuidados de un personal de químicos bien instruidos i con buenos laboratorios a su alcance. Hai que confesar que son pocos o ninguno los establecimientos que sin dejar de ser netamente comerciales puedan instalarse en semejantes condiciones entre nosotros.

Si pasamos a la filtracion i decantacion, no se nos ocurre sino una sola observacion, un solo consejo: prescindir de estas operaciones a toda costa. Filtrar i decantar son operaciones lentas, miéntas mas lentas mas perfectas, i necesitan bastante espacio i muchos depósitos o tinas, i lo que se necesita es rapidez, energía i concentracion de las operaciones con supresion de toda manipulacion secundaria.

En la precipitacion mal que mal no estamos mui atrasados; el fierro viejo constituye todavía el método mas sencillo, pero si llegase a adquirir demasiado valor, cosa que puede evitarse, hai otros precipitados fáciles de obtener aunque necesitan un pequeño horno para extraer de estos a su vez el cobre metálico. La faena de la precipitacion se halla en cuanto a su grado de perfeccion entre la molienda, que admite poca mejora, i el ataque, que tan léjos está de alcanzar una forma medianamente práctica para el minero chileno. Mucho queda

por hacer en cuanto a mejorar la precipitacion, pero el campo de estudios está abierto i promete bien; i entretanto tenemos algo con que seguir. A falta del fierro viejo pueden producirse otros precipitantes para *refinarlos* eléctricamente despues.

Aquí no podemos ménos de hacer mencion de la *precipitacion directa* por la corriente eléctrica ¡qué bonitas descripciones hemos leído de los trabajos de Siemens i Halske i de Borchers! ¡Cuántos de los industriales chilenos se hacen la ilusion de que *precipitar por la electricidad* de las soluciones primarias debe ser tan fácil como la *refinacion eléctrica* que se practica en Alemania! Sentimos tener que echarles un poco de agua helada al decirles que *refinar* cobre por la corriente eléctrica cuesta de cuatro a cinco libras tonelada i que *extraerlo directamente* de las soluciones primarias cuesta entre 15 i 17 libras i requiere un personal técnico de primera clase. En estas condiciones era casi tan barato precipitar con fierro nuevo, aun tomando en cuenta el menor grado de pureza del cobre que de esta manera se estrae.

En resumidas cuentas los procedimientos que hoi dia constituyen el bagaje de la ciencia hidrometalúrgica, no incluyen a nuestro modo de ver ninguno que satisfaga verdaderamente las necesidades especiales de la minería en Chile. Hablamos naturalmente de los procedimientos cuyos detalles son del dominio público, pues se nos ha hecho mencion de uno enteramente nuevo, que si realiza las esperanzas aparentemente bien fundadas de sus inventores, podrá señalar un gran paso hácia la solucion que todos buscamos.

Pero miéntras así no suceda, i miéntras estemos limitados a los procedimientos actualmente conocidos del público no es prudente, comercialmente hablando, invertir capitales en procedimientos hidrometalúrgicos.

Respecto a las esperanzas que podemos formular, sin forjarnos ilusiones, de llegar a resultados mejores, creemos que las podemos tener mui fundadas, pero para cuándo no nos es posible pronosticar.

El primer adelanto que tenemos derecho de esperar es sin duda en los procedimientos de precipitacion i aquí la electricidad aunque *no sola* vendrá probablemente á solucionar el problema. Despues vendrá, sin duda, aunque tal vez mucho mas tarde algun reactivo cuya fuerza de penetracion permita la molienda gruesa i con esto está dicho todo, nada de ajitar el mineral, nada de filtracion ni decantacion, i por supuesto nada de calefaccion.

Esta cuestion de la molienda del mineral es tratada muchas veces con demasiada poca atencion, i aun muchos metalurjistas, tanto teóricos como prácticos, la miran con el desprecio que merece un punto demasiado elemental i de poca importancia para que se preocupe uno de él. Sostenemos que este es un error profundo i funesto. Hai procedimientos que por su sencillez i rapidez podrian considerarse como perfectos, pero exigen una trituracion finísima del mineral i este solo hecho los hace inservibles. No es únicamente por la fuerza que consume la molienda fina que esta resulta dispendiosa; hai que contar ademias con las operaciones secundarias cuya aplicacion impone. En efecto, si la masa del mineral se halla mui finamente molida, se hace indispensable la filtracion o decantacion, i todo metalurjista sabe lo que esto significa, por mas que

la audacia de algunos inventores ha llegado hasta proponer como medida mui práctica, rápida i sencilla, el pasar toda la masa mineral por filtro-prensas, i la credulidad de varios ingenieros i capitalistas que conocemos ha llegado hasta el punto de creer buenos tales procedimientos. En este caso se ha despreciado el síntoma revelador de la molienda fina, detalle que no se habia ocultado, sin embargo, por las revistas en que venian descritos los procedimientos. En vano se ha tratado de prescindir del filtro-prensa, en este caso la molienda fina lo hacia indispensable, si se trituraba mas grueso el reactivo no penetraba i la mitad del metal quedaba sin extraer; si se trituraba fino el metal disuelto se cristalizaba en sales de todas clases i quedaba en su mayor parte retenida en la masa casi impermeable del mineral. La única solución a esta dificultad es la que le dió su inventor pasando toda la masa por filtro-prensas i fundiendo las tortas que resultaban; pero de esta manera convertia su procedimiento de húmedo en seco, o mejor dicho en misto, con las desventajas de ámbos sistemas i un costo mui distinto del que se esperaba, i todo esto es el resultado de la molienda fina. ¿Podrá despreciarse este factor impunemente? ¿Podrá darse por aprobado un procedimiento porque las manipulaciones del ataque sean sencillas i baratas sin detenerse a examinar la molienda que requiere?

Este factor rije con la misma fuerza en todos los minerales. En el tratamiento del oro hoy en día no es el reactivo ni la manipulación lo que cuesta; poco hai que mejorar en ese sentido pero, ¿cómo prescindir de la molienda fina?

A las trituraciones, arqueo i molienda, o sea la preparación del mineral, sigue el ataque, que examinaremos ahora, después de dejar constancia, que poco mas podemos esperar en el sentido de mejorar nuestros actuales aparatos de trituración i molienda. Los hai bastante buenos, sencillos i baratos; es una desgracia el tener en muchos casos que moler fino, pero el defecto está en los reactivos de ataque, i si hai que hacerlo, tenemos todos los aparatos necesarios.

En el ataque del mineral es donde cabe i falta un progreso mui considerable para llegar a combinar un procedimiento capaz de satisfacer las necesidades de la minería en Chile, que según hemos visto son mui especiales. Esta operación puede hacerse por medio de líquidos o de gases; puede hacerse manteniendo el mineral en movimiento o dejándolo en reposo, i por último, puede hacerse en frío o en caliente.

Es evidente que ha de ser mas sencillo i mas económico el procedimiento en que el ataque se haga por gases, pues los líquidos que se usan en estos casos han sido jeneralmente producidos al estado de gas i después condensados o disueltos. Se suprime, pues, una operación al hacerse el ataque por gases, lo que simplifica mucho el procedimiento, pues la condensación de grandes masas de gases ácidos calientes es difícil i no siempre económica. Es cierto que al hacer el ataque por medio de gases las pérdidas de reactivo son mas considerables, por ser difícil el combinar todos los elementos de manera que se aproveche todo el gas i que quede absolutamente todo el metal extraído, pero partiendo de la base que la producción del gas sea poco costosa, como debe ser para que el procedimiento se califique de regular siquiera, estas pérdidas no igualan nunca el costo de la condensación. En contra del gas no queda sino la incomodidad

que impone a los operarios, no siempre muy grande, i la accion corrosiva sobre los aparatos i herramientas, que es algo mas serio.

III

Hemos constatado en la primera parte de estas líneas la importancia que tiene la hidrometalurjia para nuestra industria minera, i en la segunda llegamos a la conclusion de que ese estado de adelanto no era todo lo que necesitamos que sea para poderla aprovechar con éxito.

Siguiendo nuestro programa, i aun a riesgo de repetirnos, vamos a ver cuáles son las condiciones esenciales de un procedimiento, bueno para el minero chileno, cuyas necesidades hemos visto son especiales. De este estudio deducimos el sistema mas rápido para conocer a primera vista el procedimiento bueno del que sea meramente el fruto de la imaginacion exaltada de los inventores i escritores de Revistas.

Lo primero en que debemos fijarnos al leer la descripcion de un procedimiento, es la parte que se refiera a la molienda. Si ésta es fina, es decir, si es ménos que el grano de trigo o arroz, acójase el procedimiento con prevencion; si hai la certeza de que con el mineral triturado al tamaño de grano de maiz, basta para efectuarse el beneficio en frio de unas veinte toneladas de 5 % hasta dejar solamente trazas de cobre, en 24 horas, el procedimiento vale bien la pena de estudiarse de cerca.

Ya hemos visto que con éste grado de molienda desaparecen la filtracion, la decantacion, la agitacion y la fundicion de tortas; no queda, pues, sino averiguar si la fabricacion del reactivo es fácil i económica.

Si el procedimiento admite esta molienda gruesa es que la fuerza de penetracion del reactivo es considerable, luego la llave de toda la cuestion, i la piedra de toque que nos da a conocer la bondad de un procedimiento, es precisamente la fuerza de penetracion del reactivo.

Detengámonos un poco a estudiar este punto. Hemos visto que los minerales de color son siempre óxidos; o carbonatos u oxiclорuros, o sulfatos o silicatos. Los sulfatos los podemos descartar desde luego, pues disolviéndose aun en el agua pura, o si se quiere mejor, un poco acidulada, no se necesita, a la verdad, reactivo especial ninguno para su tratamiento. De los demas, los silicatos son los ménos penetrables i despues los carbonatos, los óxidos i oxiclорuros ocupan en lo que podríamos llamar la escala de penetrabilidad, una situacion media.

Un punto de gran importancia i del que hemos de penetrarnos bien es que, dada la diversidad de los minerales en cuanto a su composicion química, no es posible encontrar un procedimiento único igualmente apropiado para todos los minerales.

Sin embargo, se divisa actualmente un nuevo procedimiento cuyo reactivo, en mayor o menor grado, da resultado con todos los minerales de color.

Uno de los principales escollos de estos procedimientos húmedos, se halla

en la solubilidad del criadero. Si éste, por ejemplo, es calizo, se dejará forzosamente atacar por cualquier reactivo capaz de disolver el cobre que contiene, por aquello de que lo que incluye lo mas, incluye lo ménos. La cuestion de qué proporción de cal u otra sustancia soluble puede tolerarse ántes de condenar un mineral por intratable, es relativa. Si el reactivo es de fabricacion barata, puede tolerarse bastante cal en el mineral; de lo contrario, como el reactivo que consume la cal es perdido para la extraccion del cobre, no nos podremos dar ese lujo. No es prudente dejarse guiar por el aspecto del mineral para juzgar de la cantidad de cal que contiene, hemos visto mantos de mineral al parecer mui calizos que han acusado despues en la práctica un consumo de reactivo mui inferior a otros que a la vista no parecian contener compuestos calizos de ninguna clase. Lo mejor es hacerse de una muestra mui bien escojida i que represente bien el manto en estudio, i entregarlo juntamente con cierta cantidad del reactivo que se trata de emplear, al mejor químico que haya a la mano i que disponga de un buen laboratorio, para que determine con toda exactitud el consumo de reactivo que exige el mineral en estudio.

No bastan en este caso ensayos mas o ménos aproximados, ni la opinion de prácticos o aficionados en metalurjia, es preciso emplear, para determinar este punto importantísimo, a un químico de primera clase que cuente con todos los elementos necesarios para efectuar análisis cuantitativos i volumétricos.

En nuestra opinion, de no tratarse de minerales mui solubles, son ineficaces los procedimientos basados esclusivamente en el ácido sulfúrico, porque si bien ataca con facilidad el cobre, su penetracion es endeble i su accion se limita a las faces exteriores del mineral sin llegar nunca a disgregarlo ni a penetrar al interior de los trozos o granos de mineral por finos que sean, o a lo ménos no logra este resultado, sino despues de muchísimo tiempo i mediante una molienda fina.

Hai reactivos que tienen una gran fuerza de penetracion i cuyos elementos son económicos, pero que tienen otros inconvenientes. Uno conocemos que nada dejaba que desear en cuanto a fuerza, atacaba todo escepto el vidrio, no habia mineral que lo resistiese, pero poco faltaba para que no hubiese vasija capaz de contenerlo, emitia vapores que asfixiaban, i de no tratarlo con ciertas precauciones, estallaba; su fabricacion ademas no era sencilla, ni parejo el producto que se obtenia, i hubo que desecharlo, a pesar de sus propiedades disolventes tan notables.

Creemos haber dicho lo suficiente para que cada uno pueda sacar de mentira verdad, al leer las revistas hidrometalúrgicas i juzgar a «prima facie» si un procedimiento es o no práctico. Para nosotros, lo *práctico*, es lo que sea, ante todo, sencillo, sin operaciones delicadas, algo que nuestros peones, al mando de un práctico, puedan ejecutar sin dificultad. Las operaciones deben ser poco numerosas, el ataque debe ser enérgico i rápido, en 24 horas debe poderse sacar el 95% del cobre contenido en unas 20 toneladas de mineral de 5% i esto en tres tinajas abiertas de unos 3 metros de diámetro.

La molienda debe ser gruesa, tamaño del grano de maiz, si es posible, nada de ajitacion, filtracion ni decantacion, i la precipitacion debe ser posible en el

peor de los casos por medio del fierro o mejor utilizando algun residuo del mismo procedimiento.

Los que se aparten mucho de estas líneas deben mirarse con sospecha i la gran mayoría deberán ser rechazados sin mas estudio, no obstante las bellas descripciones de sus autores.

Examínense bien los procedimientos que nos describen, guiándonos por los datos que acabamos de estudiar; no nos contentemos sino con aquellos que reúnan *todas* las condiciones que hemos señalado como esenciales, i estaremos seguros de no equivocarnos i de no dejarnos contajiar por el entusiasmo de los escritores i poetas de la metalurjia con grave peligro para nuestros bolsillos.

Nos ha dictado estas líneas la experiencia adquirida en trabajos metalúrgicos, i hemos solicitado el favor de la publicidad, creyéndonas que encierran un tema de actualidad i sobre todo de grande interes para los lectores del BOLETIN DE MINERÍA. Daríamos por compensada la atencion que hemos gastado en estas líneas coordinando nuestros apuntes e ideas i refrescando nuestros recuerdos, si ellas prestaran algun servicio a los industriales de este bello i querido pais, en que, por desgracia, tanto abundan los inventores o exploradores del campo árido i rebelde de la metalurjia.

F. P. J.

Santiago, 28 de febrero de 1903.



La electricidad estática aplicada a la concentracion de los minerales

POR

W. G. SWART

(*The Engineering and Mining Journal*)

En febrero de 1901 se concedió patente de privilejio esclusivo a Lucien I. Blake, profesor de injeniería eléctrica de la Universidad del Estado de Kansas i a Laurence N. Morscher, graduado en la Universidad de Kansas, para un procedimiento de separacion de minerales i los aparatos para ello necesarios. Brevemente descrito el sistema consiste en poner en contacto una masa de partículas de mineral con una superficie cargada de electricidad estática. Aquellas partículas que poseen un poder conductor relativamente alto son repelidas instantáneamente, mientras que aquellas que solo tienen una conductibilidad pequeña no son repelidas sino despues que ha trascurrido un tiempo suficiente para permitir desviarlas de su camino orijinal i recibirlas en su receptáculo especial,

consiguiéndose así una separación entre las sustancias de diferente conductibilidad eléctrica.

Considerable espacio de tiempo antes de haberse concedido esta patente de privilegio ha estado en marcha, con muy buenos resultados, una máquina en la ciudad de Denver; en esta máquina se ha trabajado con diversas clases de minerales, i en muchos casos con resultados notables. Desde entónces esta máquina ha sido simplificada o compendiada, i se han mejorado sus detalles de construcción de manera que actualmente está en trabajo continuo, normal i satisfactorio tal como se exige en un establecimiento de beneficio.

La experiencia ha demostrado que la mayor parte de los sulfuros i muchos de los otros componentes de los metales útiles o valiosos poseen una alta conductibilidad mientras que la ganga consiste principalmente de sustancias no conductoras como ser cuarzo, carbonato de cal, etc. Hai escepciones en ámbos sentidos: los compuestos de cinc, por ejemplo, no son conductores, de manera que permiten hacer una separación de pirita, galena i chalcopirita por un lado i la blenda por otro, sin previa calcinación siendo el único requisito necesario que el mineral se encuentre seco. De esta misma manera puede separarse de la blenda tanto la magnetita como la pyrrhotita. Nada importa que la blenda tratada sea blenda de color resina (rosin jack) del distrito de Joplin o la blenda negra (black jack) de Colorado, la acción es la misma. Siendo esta una separación mecánica i no química, el fierro en combinación no puede ser separado de la blenda negra sino únicamente aquel que puede desprenderse de cristallitos o partículas.

Habiéndose hecho hasta ahora tan poco en el sentido de aplicar la electricidad estática a usos comerciales, i conociéndose tan poco los requisitos necesarios para su manejo, no ha sido fácil tarea la de disponer un máquina que diese buenos resultados. Los problemas de una distribución conveniente de la carga eléctrica en todas las partes de la máquina i el aislamiento eficaz de una superficie en contacto con el polvo, espuestas a la humedad i demás condiciones de trabajo jeneral, no son sino dos de los muchos que ha habido necesidad de resolver. Se ha encontrado medios simples para controlar el efecto de cambios i fluctuaciones violentas en la carga eléctrica i estos medios no ofrecen mayor inconveniente que una pequeña disminución en la capacidad de la máquina. El voltaje se ha reducido gradualmente desde 250,000 volts hasta el punto de que actualmente se hace un trabajo del todo satisfactorio con 10,000 a 20,000 volts, lo que corresponde a una chispa de $\frac{1}{8}$ a $\frac{1}{4}$ de pulgada de largo. Un jenerador para electricidad estática ha sido diseñado por el profesor Blake i el señor Morscher en cuya construcción casi todo el material empleado es de metal, no empleándose nada de vidrio i que es de auto-excitación i capaz de marchar constantemente al aire libre sin consideración respecto al estado atmosférico i sin mayor atención que la necesaria para la marcha de un dinamo ordinario.

Las máquinas separadoras, tal como se las construye actualmente tienen una capacidad nominal de 12 a 15 toneladas por 24 horas cuando trabajan con concentrados de blenda de un tamaño de 30 mallas por pulgada. Como en casi

todas las máquinas de concentracion la capacidad depende en gran parte del tamaño del material por tratar, pudiendo tratarse el material grueso con rapidez mientras que el fino tiene que pasarse lentamente. La máquina Blake-Morscher trabaja bien con material que corresponde a un harnero de 6 mallas i es capaz tambien de operar con un material correspondiente a 200 mallas con solo pequeñas modificaciones de construccion o de ajuste. Como en otros métodos la clasificacion por tamaño es benéfica para el producto enriquecido, pero una clasificacion por tamaños mui cercanos unos a otros no es necesaria ni siquiera conveniente. Tratando concentrados de una criba de 8 mallas, una separacion del material en dos porciones por medio de un harnero de 20 mallas es la que jeneralmente dará los mejores resultados tratándose lo grueso i lo fino separadamente en la misma máquina, la cual se construye doble con ese objeto. La máquina tipo o modelo es una máquina doble de 24 piés de largo, 41 pulgadas de ancho i 81 de altura que emplea como un caballo de fuerza. Esta fuerza que es toda la que se emplea cubre la jeneracion de la carga de electricidad estática. La máquina se construye casi toda de madera no teniendo partes complicadas ni dispendiosas i solamente mui pocas espuestas al desgaste. Los resultados que se indican mas adelante pueden considerarse como típicos del trabajo ejecutado sobre muestras mas bien abundantes i son tomados de mi propia esperiencia. Una peculiaridad de la máquina es que invariablemente ha dado mejores resultados en trabajo en grande que lo indicado por pequeñas muestras tratadas en ensayos preliminares.

Hasta donde llegan los ensayos hechos hasta la fecha, los mejores resultados obtenidos en esta máquina ha sido trabajando con los concentrados de sulfuros mistos de la rejion de Missouri-Kansas que se compone de blenda amarilla con mas o ménos pirita i galena. De entre muchas otras pruebas he elejido las siguientes:

Mineral: concentrados en cribas de Joplin, peso: 482 libras; prueba de fineza de 8 a 12 mallas, 6.85 por ciento; de 12 a 16 mallas, 15.07 por ciento; de 16 a 20 mallas, 12.93 por ciento; de 20 a 40 mallas, 24.35 por ciento; de 40 mallas i mas fino, 32.57 por ciento. De manera que hai 43.97 por ciento mas grueso de 20 mallas i 56.92 por ciento mas fino. Sin calcina ni clasificacion por tamaño se pasó este material por la máquina a razon de 16.11 toneladas por 24 horas.

Los ensayos i pesos de los productos obtenidos son los siguientes:

METALES	Material primitivo	Concentrados de fierro, 18.22 % del peso primitivo.	Blenda de cinc 80.21 % del peso primitivo.
Cinc	49.20 %	3.60 %	60.69 %
Fierro	9.62 »	39.42 »	2.02 »
Plomo	2.28 »	8.89 »	indicios
Silice	4.60 »	5.00 »	3.10 %

Observaciones.—Se indica como silice todo el residuo insoluble. Se ha considerado que hai una pérdida de 1.57% debida al polvo fino i a las muestras tomadas durante la marcha. El cobre que pueda haber habido presente se ha

agregado al plomo i fierro. Harneando este mismo material por un harnero de 20 mallas pasando ámbos productos separadamente por la máquina i combinando los productos finales se obtiene mejores resultados, la blenda o producto concentrado de cinc llegó a una lei de 61.81 % de cinc.

Respecto a las blendas negras de Colorado se puede decir lo siguiente:

Mineral: productos medios de la concentracion de fierro i cinc de Leadville. Este mineral primitivo de Leadville es constituido por una masa sólida de sulfuros de plomo, cinc i fierro prácticamente sin ganga. Este mineral molido hasta 30 mallas i concentrado por medio del agua sobre mesas Wilfley en las cuales se estrae la mayor parte del plomo i se elimina la poca sílice que pueda contener el mineral, resultando ademas una cierta porcion de productos intermedios compuestos de pirita, pyrrhotita i blenda negra que en este caso es una mezcla de blenda i marmatita; estos productos se secan i se tratan en la máquina eléctrica. El peso era de 2,958 libras. El ensaye de fineza o molienda demostró que habia: 33.8 por ciento entre 30 i 60 mallas, 28.5 por ciento entre 60 i 100 mallas, 38.2 por ciento de 100 mallas i mas fino; 17.8 por ciento pasaban por un harnero de 200 mallas. Este material se hizo pasar por la máquina sin previa calcinacion ni clasificacion por tamaño, a razon de 12.33 toneladas por 24 horas. Los resultados obtenidos son los siguientes:

METALES	Material primitivo	Concentrados de fierro, 47.90 % del peso total.	Blenda de zinc 50.88 % del peso total.
Zinc.....	30.37 %	8.14 %	51.18 %
Fierro.....	20.14 »	35.14 »	8.80 »
Plomo.....	4.60 »	9.05 »	0.60 »
Sílice.....	3.30 »	4.60 »	2.70 »

Como sílice se estima como residuo insoluble. Una pérdida de 1.22 % del peso total se ha estimado por el polvo fino, muestras tomadas durante la operacion, etc.

En el establecimiento de la Colorado Zinc Company en Denver una de estas máquinas ha estado trabajando en esa misma forma desde hace algun tiempo, i se piensa mui pronto instalar otras ahí mismo i en otras partes. Los propietarios de la patente de privilejio son cuidadosos, i prefieren caminar despacio en esta innovacion i por este motivo no se ha buscado la publicidad sino que mas bien se la ha evitado.

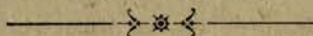
Esta máquina no está confinada en sus operaciones a los minerales de cinc. Todas las sustancias metálicas, principalmente los sulfuros i arseniuros i algunos carbonatos i óxidos pueden separarse de una ganga de cuarzo o de cal, i en muchos casos esta separacion es mui perfecta i elevada. Esto es principalmente exacto con respecto a los sulfuros de cobre.

Esta máquina, tal como se le construye no produce material intermediario, los productos finales contienen todo el material primitivo. Podria disponerse, cuando se tratase de minerales mas gruesos de manera que diese un producto intermediario para ser molido de nuevo siempre que se estimase necesario.

Tomando en cuenta que aquí se trata de una máquina de un precio redu-

cido, con gastos de marcha casi nominales, que puede separar los minerales sin tomar en cuenta su peso específico, que trabaja bien con material desde 8 a 200 mallas, que no necesita calcina de los sulfuros, que ninguna pieza de la máquina pesa mas de 100 libras, que cualquier mecánico puede construir una de estas máquinas i mantenerla en órden, no es mucho decir que estos resultados son dignos de atencion i que se ha hecho una importante adición a la ciencia de la metalurjia por la cual se debe conceder el debido honor al profesor Blake i sus asociados.

NOTA.—El artículo orijinal acompaña una fotografía que no se reproduce aquí por no mostrar mayores detalles de la máquina.



El Establecimiento de fundicion de cobre de «The Bingham Consolidated Smelter and Mining Co.» Salt Lake City, Utah.

Uno de los problemas metalúrgicos mas hermosos en el beneficio de minerales piritosos ha despertado desde varios años atras vivamente el interes científico e industrial, i ha dado oríjen a multitud de esperiencias para poner en práctica industrial lo que la teoría sienta como un hecho indiscutible confirmado de sobra con los resultados ya obtenidos: se trata de la fundicion de minerales piritosos en hornos de manga sin emplear para ello combustible de ninguna especie.

Aun para países como los Estados Unidos que tienen combustible barato esto es de la mayor importancia, pues siempre es el costo del combustible la partida mayor de los gastos en un establecimiento de fundicion, llegando a representar un 60 por ciento de los gastos totales; pero mucho mas importante seria para nuestro país en que esa partida alcanza i pasa de 82 por ciento del total de gastos.

Siendo el establecimiento con cuyo nombre se encabezan estas líneas uno de aquellos en que, por las condiciones de los minerales que en él se benefician, mas se han preocupado en hacer esperiencias a este respecto, i ese marcha hoy en las mejores condiciones de lo que se puede llamar fundicion pirítica en minerales de cobre, me hice un deber el visitarlo para conocer hasta que punto puede considerarse práctico el sistema i hasta que punto puede llevarse la economía del combustible.

El sistema de fundicion pirítica se presta para toda clase de minerales que contengan suficiente azufre en forma de piritas para que la combustion de éstas produzca el calor necesario para fundir todo el mineral; se calcula que la

cantidad suficiente es de 18 por ciento de azufre en combinacion con el fierro u otros metales que no sea el cinc, pues este no puede considerarse como prácticamente utilizable i al contrario, en gran cantidad es de lo mas desventajoso en la fundicion pirítica por las mismas causas que lo es en la fundicion ordinaria.

Para la fundicion de minerales de oro i de plata piritosos este sistema está en ensayo con buenos resultados en cuatro distintos puntos de Estados Unidos. En jeneral se emplea en la fundicion solamente de uno a dos i medio por ciento de coke con relacion al mineral por fundir i se consigue un eje lijera-mente cobrizo que contiene 95 por ciento de la plata i de cien a ciento tres por ciento del oro indicado por los ensayes del mineral; haciendo una concentracion de uno a diez i aun uno a veinte, es decir que con diez o veinte toneladas de mineral se obtiene una de eje de fierro con cierta cantidad de cobre, habiéndose notado que la presencia del cobre es de lo mas ventajosa para una buena i completa concentracion de los metales nobles en el eje; por eso no conviene que los minerales contengan menos de 0.75 por ciento de cobre para esta clase de fundicion.

Para estos minerales de metales preciosos, conviene agregar a la carga cierta cantidad de cal como fundente, pues jeneralmente son demasiado ricos en sílice; este agregado no es sin embargo en jeneral indispensable, pues se puede obtener escorias compuestas casi esclusivamente de silicatos de fierro (en forma de bisilicatos hasta con 45 i aun mas por ciento de sílice), que correrian mui mal en una fundicion ordinaria i serian inaceptables, pero que en la fundicion pirítica marchan mui bien porque el calor que se desarrolla es mui grande i capaz de mantener bien fluidas esa clase de escorias hasta el punto de no tenerse que temer nada por el arrastre mecánico de partículas de eje en suspension en la escoria.

Se emplea en la fundicion pirítica los hornos de manga de chaqueta de agua i de grandes dimensiones, siendo la forma de paredes verticales la mas conveniente, i no debe darse al horno mas de dos i medio piés de ancho, para que el viento que se usa con baja presion, calentado hasta 300 i aun 600 grados centígrados i en gran cantidad, alcance a penetrar bien la carga.

Mas de una dificultad se presenta en esta fundicion, pero prácticamente están ya vencidas, de manera que la introduccion de esta manera de fundir debiera hacerse en nuestro país aunque fuese siquiera experimentalmente.

La fundicion pirítica propiamente tal, no se ha empleado para los minerales de cobre; sin embargo tambien en éstos sus principios han empezado a aplicarse i si bien aun las esperiencias referentes a la fundicion con solo uno a dos i medio por ciento de coke para minerales de cobre no se encuentran mui avanzadas, se puede citar ejemplos como el establecimiento que vamos a describir, que aprovechando las propiedades combustibles de las piritas no calcinan sus minerales aunque sean ricos en azufre, sino que arreglan sus cargas de manera que aprovechan una gran parte de ellas para economizar el carbon i fundir junto con esos minerales piritosos, tambien minerales netamente cuarzosos de lo mas refractario, jeneralmente ricos en oro o plata aun cuando no contengan cobre.

En el establecimiento de Bingham, por ejemplo, se fundia minerales de cobre muy sulfurosos de leyes entre 3 i 4 por ciento de cobre con algo de plata i oro, agregando todo el mineral cuarzoso que la carga permitia; estos minerales son puro cuarzo blanco con muy poca peca de sulfuros que provienen del Comstock i contienen 40 dollars entre oro i plata; a esto se agrega un 20 por ciento de piedra de cal para obtener una escoria bien flúida. Para la fundicion de semejante mezcla se emplea de 7 a 8 por ciento de coque, representando esto una fundicion en proporcion de uno de coque por 12 1/2 a 14 1/3 de mineral, incluyendo el fundente.

Este resultado tan favorable no puede atribuirse a otra causa que al aprovechamiento de parte de las piritas como combustible, lo que hace disminuir el empleo del coque hasta 7 a 8 por ciento, que en condiciones ordinarias favorables este gasto no baja de 16 por ciento. Los ejes obtenidos de esta manera son de 35 por ciento de cobre i se venden a otros establecimientos con esa lei; antiguamente se acostumbraba repasar estos ejes para aumentar su lei a 60 por ciento. Ademas del cobre contienen estos ejes unos 150 dollars en oro i plata, i actualmente se está levantando una instalacion de convertidores para tratar directamente esos ejes de 35 por ciento, si es posible o si no aumentar su lei hasta que puedan ir directamente a los convertidores en buenas condiciones.

Consiste el establecimiento de Bingham, situado a cuatro millas al sur de Salt Lake City, de tres hornos de manga rectangulares, de tres piés de ancho i ocho de largo, con siete toberas por cada lado i una en cada extremo, de chaqueta de agua en la parte inferior i ladrillo en la superior, sus paredes son casi verticales con solo un muy pequeño ensanche hácia arriba, los hornos están en comunicacion con una chimenea comun de gran altura, por medio de anchos cañones de fierro i una galería de condensacion del mismo material forrados interiormente en ladrillos; la galería de condensacion que va bastante elevada sobre la cancha de carga de los hornos, tiene sus depósitos de forma de embudo, dotados de puertas que permiten vaciar los finos que se acumulan, directamente sobre carros que los llevan a la máquina compresora que los convierte en briquetes. La salida de los humos o sea el cañon que va a la chimenea, está por debajo i lateralmente por la parte superior del horno que queda de esta manera siempre abierto i constituye la mas cómoda puerta de carga, pues se pueden vaciar directamente los carritos cargados con mineral. La capacidad de cada horno es 150 toneladas en las 24 horas, fundiéndose jeneralmente de 200 a 250 diarias en dos hornos, pues el tercero jeneralmente está de repuesto. El crisol es exterior, formado por un depósito con chaqueta de agua que va sobre ruedas, siendo muy fácil de cambiar. Las canchas o depósitos para los minerales están al mismo nivel de las bocas de los hornos, i reciben el mineral vaciado directamente de los carros de un desvío de ferrocarril.

Los ventiladores empleados para los hornos son tres del sistema Root de grandes dimensiones, uno para cada horno, necesitan 30 caballos de fuerza cada uno i son movidos por medio de electromotores. La fuerza eléctrica es pagada a razon de 50 dollars anuales por caballo i el establecimiento consume mas o ménos 120 caballos para los ventiladores i la prensa de briquetes.

La carga de los hornos se hace en forma de capas sucesivas de coque i una mezcla de minerales piritosos con mas de 30 por ciento de azufre con minerales netamente cuarzosos i piedra de cal en la proporcion de 10 del primero, 4 del segundo i tres de la tercera. Las toberas del horno son relativamente pequeñas i la presion empleada grande pues alcanza a 40 onzas por pulgada; las escorias i ejes se vacian en carritos cónicos que se manejan a mano i no tienen nada de particular.

Los minerales finos que se condensan en la cámara de condensacion, son abundantes proviniendo principalmente del empleo de concentrados piritosos i de la decrepitacion de los minerales piritosos que producen bastante fino que el tiraje arrastra a las cámaras, estos finos se comprimen en pequeños briquetes cilindricos de dos i media pulgadas de diámetro por igual altura.

La prensa trabaja únicamente por compresion sin agregado de ninguna especie para unir los polvos; los briquetes resultan suficientemente firmes i se piensa en adelante hacer tambien briquetes con los concentrados, ántes de fundirlos para acortar así en gran parte la acumulacion en las cámaras de concentrados.

La prensa consiste en un disco de 1,20 de diámetro con dos series de agujeros o moldes en todo su bordè exterior i que jira poco a poco alrededor de un eje central. En la parte anterior de la máquina, dos cilindros de acero que calzan justamente en esos agujeros comprimen el mineral que cae un poco antes llenando los moldes, i hacen salir dos briquetes colocándolos sobre una correa sin fin que los trasporta a los carritos. Esta prensa que funciona con un electro-motor de unos 25 a 30 caballos es capaz de hacer 5 toneladas de briquetes por hora, de manera que es sumamente poderosa i económica, siendo su empleo mui ventajoso pues bien sabido es el gran inconveniente que presenta al cargar minerales finamente molidos en los hornos de manga.

El empleo de solo 7 a 8 por ciento de coque en la fundicion, siendo que en jeneral el término medio mas favorable no baja de 16 por ciento en la fundicion ordinaria, es un gran paso en la economía de combustible que se ha conseguido aquí no variando en nada las condiciones de los hornos que fueron destinados a la fundicion comun, sino solamente elijiendo bien los minerales piritosos i mezclándolos de manera que se consiga por una calcinacion que sufre la pirita en el horno mismo, aprovechar en gran parte el calor que en esta reaccion se produce para ayudar a la fundicion de la carga. Las esperiencias hechas aquí en esos mismos hornos pero usando aire calentado a 400 grados para alimentar las toberas, han demostrado que con eso se conseguia hacer la misma fundicion con solo 4 por ciento i unas veces aun 3 por ciento de coque; pero la complicacion de un nuevo aparato i el gasto de combustible para calentar el aire, han demostrado que venia a dar casi lo mismo fundiendo con 8 por ciento de coque en el horno que con 4 en el horno i otro combustible fuera de él. Esta esperiencia es sin embargo de gran importancia, pues, con frecuencia, i ese es el caso jeneral en nuestro pais, se podrá disponer de un combustible barato como ser leña o carbon ordinario cuyo empleo vendrá a ser provechoso, pues hace economizar el coque que siempre es de mayor precio, condiciones que no existiendo

en el establecimiento de que hablamos hacia esta economía imposible, pues ahí también el carbon ordinario es dispendioso.

Con minerales netamente apropiados, i empleando aire caliente, se ha mantenido estos hornos funcionando regularmente durante 72 horas sin agregar ni un átomo de combustible; pero las condiciones de un mineral de esta clase son mui difíciles de tener en un mineral dado, pues es necesario que esté la pirita en relacion a la sílice en buenas proporciones i que tenga el mineral la constitucion de una impregnacion bastante fina i bien distribuida pues de otra manera la pirita decrepita o se funde demasiado rápidamente i no tiene tiempo el óxido de fierro formado para combinarse con la sílice obteniéndose una escoria demasiado silicosa i un eje demasiado bajo por la abundancia de sulfuro de fierro que pasa simplemente fundido al crisol.

En cuanto al costo de fundicion puede estimarse de la manera siguiente para un dia de 24 horas de trabajo en que se fundirian 200 toneladas de minerales con la correspondiente cantidad de flujos:

Intereses i amortizacion.....	42 dollars
Reparaciones i herramientas.....	20 »
Operarios, 10 a 2 dollars por ocho horas de trabajo.....	60 »
Fuerza eléctrica.....	17 »
Coke, 8% sobre 200 toneladas a 3.50.....	56 »
Gastos jenerales i administracion.....	40 »
<hr/>	
Total para 200 toneladas.....	235 dollars

Esto corresponde a un valor de 1,175 dollars por tonelada.

Una fundicion que trabajase en esta forma para nuestro pais tendria el presupuesto siguiente:

Intereses i amortizacion.....	60
Reparaciones i herramientas.....	55
Operarios, \$ 10 a 1.50 por 12 horas ..	30
Fuerza eléctrica.....	17
Coke, 18 toneladas a \$ 40.....	720
Gastos jenerales i administracion.....	50
<hr/>	
Total para 200 toneladas.....	\$ 932

Lo que corresponde por tonelada a \$ 4.66 de 18 peniques, valor como se ve mui inferior a lo que se tiene jeneralmente empleando el doble de combustible i con mayores gastos por ser pequeños establecimientos cuyo valor por tonelada fundida es de 8 a 12 pesos.

Se ve, pues, por lo anterior la enorme ventaja que se tendria aquí de tratar en lo posible de emplear hornos de mayores capacidades que las usuales i en ver a toda costa modo de disminuir el gasto de combustible sacando provecho de las piritas que contienen los minerales i que son combustibles en sí mismas en lugar de calcinar esos minerales como sucede con frecuencia, lo que equivale a «usar combustible extraño para quemar el combustible contenido en el mismo mineral i en seguida fundir éste con carbon».

Los lavaderos auríferos de Chile

(Tomado de *El Mercurio*)

I

El oro en esta clase de criaderos se encuentra en estado de granos, que llevan el nombre de «pepitas», i el de «polvo», que muchas veces es tenue i finísimo i que flota en la superficie del agua.

Las pepitas tienen forma irregular, i el aspecto pulido de su superficie manifiesta la acción del acarreo i rozamiento a que han sido sometidas.

Las pepitas más célebres han sido: en California, la encontrada en Carson Will en 1854, en el distrito de Calaveras, i que pesaba 72.781 kilogramos.

En el mismo año i en el mismo distrito se halló otra con 59.717 kilogramos, i algunas en otros distritos, de 56.39 i 10 kilogramos.

En Australia, la pepita de Molvaje en Victoria, pesaba 95 kilogramos, la encontrada en Dunolly, en el mismo estado, 70.914 kilogramos i la de Bakery Well, Ballaarat (Victoria) 68.272.

También se han hallado otras de menor peso, de 54, 59, 39, etc., hasta 20 kilogramos.

En América del Sur, las más conocidas son las de Chocó (Colombia), hallada en 1793, i que pesaba 11.321 kilogramos, i la de Bolivia (Tepirani), encontrada en 1730, i que pesaba 20.693 kilogramos.

En Siberia se han hallado algunas de 36.025 kilogramos, como la encontrada en 1842, en los montes Urales, i otra de 10.117, encontrada en 1826, en los mismos montes.

Lo jeneral, sin embargo, es encontrar el oro en granos de tamaño que varían entre el del polvo fino, i pepitas u hojillas de uno a dos milímetros cuadrados de superficie.

En Chile, en jeneral, el oro de lavaderos se presenta en forma de polvo o granos pequeños, pero no hai lavaderos en que no se hallen a veces algunas pepitas de tres o más gramos de peso.

Hai tradiciones de haberse encontrado en pasados tiempos algunas mucho mayores, pero las más grandes que he tenido ocasión de ver, han sido las estraídas en los lavaderos de Nahuelbuta, en 1895, a pocas leguas de Carahue, que tenían doscientos, trescientos i más gramos de peso. La mayor tenía 700 gramos.

Se estraen también de buen tamaño de las cercanías del río de las Damas i de otros puntos del sur de Chile. Pero el tamaño de las pepitas no dice nada acerca de la verdadera importancia de un lavadero, pues algunos hai en que solo se encuentra oro estremadamente fino, i que, sin embargo, contienen enormes cantidades del precioso metal.

El oro de lavaderos no se encuentra jamás puro. Siempre i sin escepcion,

se le encuentra aleado con la plata, muchas veces con el fierro i algunas con el cobre. Algunos análisis efectuados en algunos lavaderos de Chile, han dado la siguiente composicion:

	Andacollo	Punitaqui	Casuto	Guaiaca
Oro.....	0.9600	0.9162	0.8660	0.9856
Plata.....	0.0310	0.0770	0.1320	0.1375
Cobre.....	0.0016	0.0023	0.0004	0.0084
Hierro.....	0.0013	0.0021	0.0018	0.0020

El oro de Australia contiene en jeneral 10 % de plata i un poco menos en Estados Unidos i otros puntos del globo. A veces la cantidad de plata asociada al oro sube hasta 20 %, formando con el oro una verdadera combinación química, conocida con el nombre de electro.

La densidad del oro de lavaderos es naturalmente menor que la del oro puro; i así, mientras la de éste llega i aun pasa de 19, la de aquél oscila entre 15 i 18, siendo jeneralmente 16 el término medio mas aceptado.

Respecto a la cantidad de oro estraido en el mundo, el oro de lavaderos se halla en una proporcion de mas de 20 % con la cantidad total.

Dan la cifra mas alta, al respecto, los Estados Unidos que han producido desde mediados hasta fines del siglo XIX mas de 300 millones de £.

Los lavaderos de Australia han dado mas o menos lo mismo en igual período.

En órden de importancia sigue la América Española, tomada en conjunto, la Rusia, Brasil i Sud-Africa. Tomando como base el cálculo de Mulhall sobre el oro existente en el mundo a contar desde fines del siglo XIV, se tendria una cantidad aproximada de 4,000 millones de £, de los que el 80 % por los menos, o sean unos 1,600 millones, provendria de lavaderos auríferos.

Respecto a Chile, he tenido ocasion de discutir este asunto en otra oportunidad tomando en cuenta numerosos datos históricos, i no estoi de acuerdo con Soetbeer que estima solo en 34 millones de £ el oro estraido en el pais desde los tiempos de la conquista hasta 1875; ni lo estoi tampoco con el distinguido i eminente ingeniero don Alberto Herrmann que llega a una cifra doble de la anterior en su majistral estudio sobre los metales producidos en Chile desde la Conquista hasta 1894.

Por mi parte, creo que la cantidad de oro producida en Chile desde los tiempos de don Pedro de Valdivia hasta la fecha, se acerca mucho a 100 millones de £.

Los españoles trabajaban con miles de indios en cada lavadero.

Habia algunos que se esplotaban, segun el padre Rosales, *Historia Jeneral de Chile*, por mas de veinte mil indios.

Se les exijia una cantidad como tarea i se les autorizaba a tomar el resto para sí.

Es admirable la enerjía, vigor e intelijencia con que los conquistadores ejecutaban sus trabajos. No solo esplotaban las cimas por medio de trabajos mineros, i lavaban las arenas de los esteros i los ríos, sino que tambien usaban un verdadero procedimiento hidráulico haciendo llegar el agua a la cima de los

cerros cubiertos por cascajos auríferos, i labrando en ellos canales en que se lavaba el oro, de una manera parecida a la que se hizo 300 años despues i se hace todavía en Estados Unidos i otros países por medio de chorros de agua que vienen desde grande altura.

Los españoles no usaron tubos de hierro ni motores, pero traian desde léjos el agua que hacian correr sobre los cascajos por una serie de canales en que lavaban las tierras hasta llegar a la roca. Tambien dejaban caer el agua desde gran altura sobre los montones de ripio aurífero, para concentrar de este modo el metal que contenian. Este sistema lo combinaban cuando no habia agua, con la explotacion de las circas por medio de galerías subterráneas.

II

En Chile lo que se llama «cordillera de la costa» es una formacion de rocas graníticas que bordean el continente por el lado del Pacífico, de sur a norte, i penetran hácia el interior en forma de cordones transversales hasta una distancia que suele llegar a veces a quince o veinte leguas desde el mar.

En el interior se reune con otra formacion jeológica, la de la cordillera de los Andes, formándose en su contacto grandes depresiones que han sido rellenadas, ya sea por terrenos de acarreo modernos, ya por otros mas antiguos que remontan en el norte hasta la época secundaria i en el sur hasta la terciaria.

Estas montañas se componen de granitos ya grises, ya rosados; de sienitas, de dioritas e hiperstenitas. A veces alternan con estas rocas erupciones de andesitas compuestas principalmente de feldspato i anfíbolo i que tanto abundan en los flancos de la cordillera de Andes. Aparte de las especies graníticas se encuentran, como tengo dicho, en el cordon litoral rocas estratificadas antiguas sin fósiles conocidos con el nombre de «gneis esquistas arcillosas, micáceas, cuarzosas o talcosas». Tales son, por ejemplo, las que forman la masa principal de la cordillera de Nahuelbuta, i las que siguen mas al sur hasta la provincia de Valdivia i Tierra del Fuego.

En toda la cordillera de la costa se observa que los cerros i montañas que la forman se hallan atravesados por gran cantidad de venas metálicas cuarzosas que contienen oro, o bien cobre, o ámbos metales a la vez. Son abundantísimas las que solo contienen oro. Se las encuentra cruzando principalmente los granitos en todo sentido; su espesor es mui variable, pues existen venas de cuarzo aurífero de dos i mas metros de potencia i tambien guiecillas que solo llegan a unos cuantos milímetros de espesor. Los he observado en todo el país, principalmente en Atacama, Coquimbo, Aconcagua, Valparaiso, Santiago, Concepcion i otras provincias del sur.

Algunos son verdaderos filones de hendidura; pero la mayor parte pueden considerarse como simples secreciones de la masa granítica.

Esta última observacion me conduce a aceptar el hecho comprobado, por otra parte, de que la roca granítica misma contiene oro.

En efecto, si se recorre la costa de Chile, se verá que hai muchos puntos en

que existen arenas auríferas compuestas de cuarzo, mica, fierro magnético i titánico i que tambien contienen granate, esfena turmalina, antífolo i otras sustancias accidentales del granito.

Son evidentemente el resultado de la descomposicion de estas rocas, i el oro se encuentra en ellas diseminado en un estado de pulverizacion finísima i en pequeña proporcion. A veces estas arenas, como en Carelmapu, Chacao, Cucao i otros puntos de la isla de Chiloé, son concentradas por el vaiven de las olas, i entónces el metal que contienen se hace no solo apreciable, sino que tambien concluye por concentrarse en una alta proporcion que en algunos casos llega a 35 gramos por tonelada.

El mismo oríjen i la misma causa debe atribuirse al oro contenido en las arenas que se encuentran en la desembocadura de los rios Bueno, Tolten e Imperial.

La proporcion de fierro magnético en las arenas concentradas de esta clase pasa a veces, como sucede en las de Carelmapu i Chiloé, de 80% de la masa total.

Dejaremos, pues, establecido que existe en Chile una primera clase de lavaderos auríferos: las arenas provenientes de la disgregacion de los granitos, i en que el metal que contienen debe atribuirse ya al granito mismo, ya a las venas cuarzosas que lo atraviesan, o ámbas cosas a la vez. El material de acarreo se encuentra en este caso formado casi esclusivamente de arenas mas o ménos finas, segun sea la estructura de la roca de que provienen. Cuando contienen pedazos de cuarzo, jeneralmente angulosos o poco redondeados, que se hallan jeneralmente en capas en los escasos restos de bancos arenosos que se encuentran a un nivel superior al lecho de los rios i esteros, acusan la existencia segura de veneros cuarzosos en la roca preexistente. Tal sucede en los históricos lavaderos de Quilacoya, cerca de Concepcion.

Otra clase de depósitos de esta naturaleza son los *cascajos* auríferos. Se distinguen de los anteriores en que ya no se hallan como éstos formados solamente de arenas, sino que se encuentran constituyendo masas arcillo-arenáceas en que se hallan incrustadas multitud de piedras redondeadas de todo tamaño.

A veces predominan en ciertos puntos de la masa, las partes finas, i se observan en sus cortes estensiones considerables de cascajos con mui poco o ninguna piedra. Otras veces pasa lo contrario i los guijarros constituyen casi toda la masa, formándose un verdadero conglomerado.

La disposicion de los cantos redondos que, como en un verdadero *puding* incrustan la sustancia arenácea o arcillosa, da idea del modo cómo se ha distribuido el oro en los cascajos. Así, si las piedras conservan el órden que les da la gravedad, es decir, si se encuentran las mas grandes en la parte inferior i las mas pequeñas en la parte superior, es claro que el depósito se ha verificado en una masa líquida de poca densidad que ha permitido a las distintas rocas ocupar el órden que les corresponde. En tal caso el oro no se encuentra, como en las arenas de que se ha hablado ántes, distribuido en toda la masa, sino que se deposita en el fondo, en el límite del cascajo con la roca que lo sustenta, i entre los guijarros o piedras que forman la base de la formacion.

Raras veces esta clase de tierras auríferas contienen metal en su masa, en la parte de arriba; lo que se explica fácilmente por la mayor densidad del oro i las condiciones en que se ha depositado. A esta clase de lavaderos pertenecen algunos riberanos de nuestros valles, como los de Illapel i otros. Si, por el contrario, los conglomerados se han formado sin orden alguno en relacion a los cantos rodados que incrustan la masa areno-arcillosa que constituye el cemento de los mismos; si piedras de gran tamaño, de medio metro i mas de diámetro, se encuentran al mismo nivel que los pequeños guijarros de solo algunos centímetros de circunferencia; si todos esos cantos rodados se encuentran allí como si hubieran sido trasportados en una masa de lodo espeso, entónces hai seguridad de encontrar oro repartido desigualmente en toda ella. Pero aun en este caso las partes del metal mas voluminosas, deben haber filtrado a traves de esa materia semi líquida i llegado hasta la roca de la base. Sobre ella se deposita junto con guijarros arrastrados por ese rio de lodo, constituyendo una capa mas rica que se conoce en Chile con el nombre de *circa*, i en Estados Unidos con el de *bed-rock*. Pertenecen a esta clase de terrenos auríferos los de Marga-Marga, Catapilco, Yale i la mayor parte de los grandes lavaderos del pais.

Existe una cuarta clase de lavaderos auríferos en nuestra cordillera litoral. Se hallan jeneralmente en la base de cerros graníticos atravesados por numerosos filones auríferos; i a traves del tiempo el oro que éstos contienen en sus enfloramientos ha rodado junto con los trozos descompuestos de los mismos a la parte inferior de las montañas. El proceso de descomposicion de la roca granítica por los ajentes atmosféricos, la convierte en arcilla i deja libre la mica i el cuarzo. La primera arrastrada por las aguas, concluye por cubrir la capa de cascajos auríferos que se estienden al pié de la montaña, i llega a adquirir hasta tres, cuatro i mas metros de grueso. Esta sustancia se endurece i protege así el manto que contiene el oro de la destruccion posterior.

La condicion especial de esta clase de lavaderos ha establecido para ellos, en Chile, un sistema especial de explotacion, labrándose en la masa arcillosa sólida, que tiene siempre escaso espesor, numerosos piques que llegan hasta la *circa* que se explota. Tales son los lavaderos de Loica, de Melipilla, i otros, que en jeneral contienen en la *circa* alta lei de oro. La parte superior arcillosa es estéril.

Aparte de las rocas graníticas existen numerosos é importantes lavaderos auríferos en las esquistas cristalinas que forman la parte principal de la cordillera de la costa en el sur de Chile. Dichas esquistas se hallan tambien cruzadas por numerosos filones de cuarzo aurífero, jeneralmente ferrujinoso.

Los ajentes atmosféricos, sobre todo las constantes lluvias, han arrastrado a las quebradas i partes bajas estas rocas descompuestas junto con los afloramientos deshechos de las vetas i venas que las atraviesan.

Probablemente en muchos puntos la esquista misma es aurífera, pues a veces es cuarzosa i contiene en sus acarreos oro en pepitas de gruesas dimensiones.

Algun dia cuando logren desmontarse esas montañas de los espesos bosques que las cubren, han, sin duda, de descubrirse otros importantes yacimientos

auríferos. Hoi por hoi existen en todas partes, tanto en el lado oriental como el occidental de esas cordilleras, sobre todo en las partes bajas del terreno i en lechos de los esteros i rios que los atraviesan; pero la industria no se aprovecha todavía de esas enormes riquezas.

Dada esta idea jeneral, aunque somera, de los distintos modos de ser de nuestros lavaderos auríferos, paso a dar algunos datos relativos a algunos de ellos.

Caremapu.—Pertenece a la primera clase de estos depósitos, es decir, a aquellos constituidos por arenas provenientes de la descomposicion de los granitos.

Se encuentran formando una llanura arenosa que se estiende desde la orilla del mar hácia el norte i oriente, abarcando una estension que no baja de diez kilómetros cuadrados.

Como se sabe, la punta de Caremapu forma el extremo sur de la parte continental de Chile bañada por el Océano Pacífico.

Frente a frente i canal de por medio, se encuentra Ancud en la isla de Chiloé. La parte que avanza hácia el oeste es una angosta faja compuesta de lomas de areniscas que no tendrán mas de 150 metros de altura. Esta arenisca se halla formada por pequeños granos de cuarzo, algo de feldspato, mica, granitos de zircon, olivina i fierro titánico.

Los cerros mencionados se estienden aproximadamente de este a oeste en un espacio de cerca de 4,000 metros, dominando la llanura arenosa que los rodea, i que se estiende hácia el norte por varias leguas. Al pié de estas alturas por el lado norte, es donde se encuentra principalmente el oro. Ahora bien, si se examinan las arenas mencionadas, se ve que se hallan compuestas exactamente de los mismos elementos que las areniscas, i que deben provenir indudablemente de su descomposicion. I si aquellos tienen oro, éstos tambien deben tenerlo, i así es en efecto.

Los cerros de Caremapu contienen oro en pequeñísima proporcion. Respecto a las arenas, que son finas i sin cascajos, dan leyes mui variadas. Algunos ensayos practicados por mí, se manifiestan en las siguientes cifras:

- Nueve centigramos por tonelada;
- Setenta centigramos por tonelada;
- Treinta i tres centigramos por tonelada;
- Cuatro centigramos por tonelada;
- Nueve centigramos por tonelada.

El término medio de estas leyes es de 0.25 gramos. Las arenas a que se refieren forman la masa comun no concentrada por las olas. Estas, a medida que se acercan a la playa, i en los puntos a que alcanzan las mas altas mareas, se hacen mas i mas oscuras, por cuanto el lavado de las aguas las despoja de la sílice i de otras sustancias livianas i las va cargando de fierro titánico, magnético, formado por pequeños granos redondeados. En ciertos puntos de la playa de Caremapu estos concentrados forman capas de algunos decímetros de espesor, de que se obtienen leyes de 10, 15, i como ya he dicho, hasta de 35 gramos por tonelada. La sonda introducida en esas arenas hasta una hondura

de mas de ocho metros ha demostrado mas o ménos la misma composicion; por los tubos de instrumento se ha escapado desde esa profundidad una gran cantidad de gas carbonado inflamable, proveniente sin duda, de sustancias orgánicas en descomposicion acumuladas en la base de esos terrenos. Suponiendo que todas esas arenas contuvieran una lei media como la indicada, las llanuras de Carelmapu próximas al mar contendrian actualmente en su seno muchos millones de pesos.

El mismo aspecto i la misma composicion presentan las arenas de Cucao i las del canal de Chacao en la isla de Chiloé. De las primeras he obtenido una lei de 46 centígramos por tonelada.

Si se toma en cuenta que en Nueva Zelanda se esplotan con provecho arenas parecidas que no contienen sino un grano de oro, o sea algo mas de seis centígramos por tonelada se llegará a la conclusion de que las arenas auríferas de Chile ya citadas, i otras de esta naturaleza representan un enorme valor.

No se puede dejar de volver al oríjen de esta clase de criaderos tratándose de los terrenos de Carelmapu i Chiloé. En el primer punto, i en el canal de Chacao i otros de esa isla, no hai granitos i sin embargo de ellos derivan indudablemente por desgregacion posterior de las areniscas formadas con los elementos constitutivos de aquellas rocas. I he aquí que me encuentro al tratar de estas arenas, con un problema jeológico de la mas alta importancia. Su estudio me ha llevado a la siguiente conclusion: que las cordilleras graníticas de los Andes, en la parte continental i oriental del territorio, han ido descomponiéndose gradualmente a traves de las distintas edades jeológicas o sea de millones de años. El producto de su descomposicion, que son las arenas, se depositaron sucesivamente en el fondo del Océano Pacífico, que llegaba sin interrupcion hasta el pié de esas grandes moles cubiertas de hielo, i formaron poco a poco espesos bancos. En tales condiciones se produjo el solevantamiento del terreno que dió lugar a la formacion de la parte occidental de las actuales provincias de Valdivia, de Llanquihue i de toda la provincia de Chiloé. Esta última formaba una vez emergido el terreno, la continuacion hácia el sur del territorio situado mas al norte. No existia el canal de Chacao ni ningun otro entre las numerosas islas que hoi forman ese archipiélago; pero las constantes lluvias, los rios caudalosos bajados de los Andes i el embate irresistible del Océano, concluyeron por abrir brechas por todas partes en la nueva tierra formada, i la continuidad de su superficie se rompió, i el mar penetró de nuevo hasta el pié de esas moles gigantescas de cabeza blanca que han contemplado hasta el dia impasibles estas transformaciones colosales.

I es así como se esplica que las arenas de Carelmapu sean arenas graníticas venidas del Oriente i desde mui léjos por proceso latente de traslacion i acumulacion lenta pero constante. Las aguas vuelven a hacer hoi con las montañas de areniscas de esas rejiones, lo que en pasados siglos hicieron con los granitos, es decir, las desmenuzan i reducen otra vez a arena.

Ello puede observarse sin dificultad en el canal de Chacao, que se desmorona constantemente en sus bordes i cae al mar, tanto debido al embate de las

olas que socavan sus bases, como a la fuerza de las aguas que destruyen i acarrean sus cimas.

Muestras de esos granitos primitivos suelen encontrarse incrustadas en las areniscas a veces a mas de 80 o 100 metros sobre el nivel del mar, como pasa en Carelmapu en el cerro de Chouquis en donde un monolito granítico de muchos metros cúbicos de volúmen, descansa en la cima trasportado sin duda alguna desde las cordilleras del Oriente, por los hielos flotantes de antiguos ventisqueros.

Otro tanto sucede en Calbuco, en la playa en donde ha sido depositada otra gran mole de granito de igual composicion que la anterior.

Lavaderos de Quilacoya.—Se hallan a ocho leguas al NE. de Concepcion i a poca distancia del pueblo de Hualqui. Allí trabajó don Pedro de Valdivia, i de allí salió en diciembre de 1553 para ir a morir en Tucapel a manos de los araucanos.

Los terrenos jeológicos que constituyen este distrito aurífero son todos granitos antiguos.

Hai allí innumerables lomas o cerros bajos de formas redondeadas que los siglos han ido descomponiendo poco a poco en su superficie. Esa descomposicion ha ido penetrando en la masa de la roca hasta llegar a veces a 80 i 100 metros de profundidad.

De esta manera se han socavado esos cerros, formándose esas enormes concavidades hemisféricas, que penetran hasta el corazon de la montaña i que los naturales del lugar llaman barrancos. Es el espectáculo mas estraño el que presentan esas montañas de forma incompleta, a las que los agentes atmosféricos han arrancado trozos enormes de su masa quedando la superficie de esos huecos colosales teñidos de rojo i anaranjado debido a la oxidacion del fierro que contienen.

Cientos i miles son los cerros así carcomidos, i todos ellos se hallan ademas cubiertos de una gruesa capa de tierra vejetal en que se cultivan viñas i cereales.

Por las quebradas i bases de ese laberinto de montañas circulan las aguas formando dos rios principales, el Millahue i el Quilacoya, que se juntan en un punto dado i van así a echarse al Biobío.

Todas las arenas provenientes de la descomposicion de esas rocas van a dar al fondo de esos esteros, que con el tiempo han elevado indudablemente el lecho.

Los granitos de Quilacoya se hallan por todas partes cruzados por venas cuarzosas, i al pié de los cerros pueden observarse fragmentos de antiguas capas o «circas» formadas por ellas, i que se hallan a un nivel superior del actual fondo de esos rios.

Pareceria segun esto contradictorio esto último con lo anteriormente dicho; pero hai que tomar en cuenta que en la formacion de los rios i arroyos hai dos periodos fáciles de distinguir: la época torrencial en que socavan su lecho, i el periodo de posterior nivelacion en que lo elevan. Ambas se manifiestan en Quilacoya. Por eso en algunos puntos se encuentran circas a cierta altura sobre

el actual nivel de las aguas, que una vez aminorada su velocidad vuelven a rellenar su socavado cauce.

Las arenas de Quilacoya, son arenas gruesas i se hallan compuestas de cuarzo, en parte cristalizado, mica i otros elementos de granito. Atribuyo el oro que contienen principalmente a las venas cuarzosas que allí existen.

El metal se presenta en hojillas de cierta magnitud i de cierta forma, que ponen fuera de duda lo indicado.

El fierro magnético, aunque existe, no aparece en Quilacoya en la proporción que en Carelmapu. Respecto a su volúmen he obtenido oro grueso en el fondo de los barrancos, i mas fino lavando la arena de esos esteros.

Con dificultad logré, hace tres años, hacer penetrar allí la sonda hasta diez metros de profundidad. Las leyes obtenidas en algunas pntos mui altas segun los ensayes de la Moneda, i en otros mui bajas segun ensayes ejecutados en el mismo laboratorio; de manera que la duda subsiste respecto a la proporción en que el oro se encuentra en esos lugares, aunque no respecto a su existencia misma, que el que habla puede atestiguar.

Marga-Marga.—Estos lavaderos son históricos. De ellos estrajo don Pedro de Valdivia las primeras cantidades de oro que mandó a España. Su situación vecina a Quilpué, la facilidad de su explotación i la proporción de oro que contienen, dan a estos cascajos verdadera importancia industrial.

He tenido ocasión de estudiar personalmente la sección comprendida entre los esteros de Marga-Marga i Rehuelmu. Allí existen capas de conglomerados en que las piedras i cantos rodados alternan sin orden alguno, i en un grosor medio de seis a siete metros. Los antiguos trabajos se hallan atestiguados por desmontes i escavaciones todavía discernibles.

En los bordes de los esteros que rodean por ámbos lados esta formación, que descansa en rocas graníticas, se ve también cascajos auríferos provenientes de los derrumbes de arriba, i que, como éstos, han formado también su circa.

Fuera de este punto hai muchos otros en este distrito en que se encuentra igual clase de depósitos.

Las leyes que he obtenido de Marga-Marga/son mui variables como puede verse por los siguientes ensayes:

Un gramo por tonelada.

Ochenta centigramos por id.

Sesenta centigramos por id.

Veinte centigramos por id.

Un gramo i veinte centigramos por id.

Veinticinco centigramos por id.

Dieciseis centigramos por id.

Veinte centigramos por id.

La lei media pasa de 0.55 gramos.

Catapilco.—A pocas leguas al norte de Quintero, i cerca de la caleta del Zapallar, existe la formación aurífera de este nombre, que abarca tal vez 600 hectáreas.

Como en Marga-Marga, se halla constituida por capas de cascajos compues-

tas de una masa arcillo-arenácea en que se hallan incrustadas piedras redondas de todos tamaños, colocadas allí sin orden alguno.

El grueso de esos cascajos pasa de diez i quince metros en algunos puntos. La roca de la base es sienítica. El terreno de acarreo descansa en ella rellenando indistintamente sus desigualdades i huecos. En su contacto se encuentra la circa que tiene un espesor de sesenta a ochenta centímetros. En la circa, donde se han corrido grandes socavones, se encuentran aun partes intactas que dan hasta seis gramos por tonelada.

Las leyes, en algunos puntos de la masa, segun muestras tomadas en ellos, han sido las siguientes:

Gramos por toneladas	0 09
» » »	1 03
» » »	0 12
» » »	0 11
» » »	0 11
» » »	0 09
» » »	0 15
» » »	0 59

El comun de estas muestras da 0.31 gramos por tonelada.

Otros comunes me han dado 61 centígramos.

Hace unos 25 años se organizó en Estados Unidos un compañía para esplotar estos lavaderos por el sistema hidráulico. Se labraron cerca de 60 kilómetros de canales, i se gastaron en obras preparatorias como \$ 400,000, es decir casi todo el capital. Cuando se empezó el trabajo se vió que el agua era insuficiente, i que alcanzaba solo para un pistón durante cuatro a seis horas de trabajo. Esto desanimó a los accionistas que transfirieron sus acciones, sin que los nuevos propietarios siguieran adelante su proyecto.

Lavaderos de Loica.—Estos se hallan en el departamento de Melipilla, que es mui abundante en esta clase de depósitos. Los de Loica difieren de los anteriores en que están constituidos por una capa de cascajos auríferos de 40 a 60 centímetros de espesor, cubiertos con un manto de arcilla fina endurecida de tres a cuatro metros de grueso. Los cerros graníticos que dominan esta formación, que yace a su pié, están cruzados por potentes filones de cuarzo de uno i mas metros de espesor, con cierta lei de oro.

Numerosos piques han perforado esta capa arcillosa para llegar a la circa, que se explota por el antiguo i lento lavado en bateas.

Muestras tomadas por mí de los restos de esta circa, han dado mas de diez gramos de oro grueso por tonelada.

Lavaderos de Yale.—Se encuentran tambien en el mismo departamento, en el estero de este nombre que corre de oriente a poniente i desemboca en el mar a algunas leguas al sur del puerto de San Antonio.

Son tambien cascajos auríferos que se estienden sobre los cerros graníticos que bordean el estero, i siguiendo su inclinacion. El fondo del estero mismo contiene indudablemente bastante oro. Este metal se encuentra hasta en la superficie del terreno, en las «champas» que lo cubren. Algunas de ellas han dado diez gramos por tonelada.

Respecto a los cascajos constan de un cemento arcilloso, arenáceo en que predomina el cuarzo, en que se hallan incrustados los guijarros o cantos rodados.

En algunos puntos estos escasean i predomina la arenisca sola, de color amarillento o rojizo.

El grueso de las capas auríferas es mui variable, pero en algunos puntos pasa de ocho i diez metros.

No se han estudiado aun detenidamente estos lavaderos. Sin embargo, las leyes de sus cascajos i arenas pasan con seguridad de un gramo por tonelada i llegan en muchos puntos a dos i tres.

Otros lavaderos.—Largo seria seguir en esta descripcion particular de los distintos lavaderos conocidos; pero no se puede tratar este tema sin citar algunos que están íntimamente ligados a la historia industrial del pais desde mui nos lejanos tiempos.

Recordaré en primer lugar a Andacollo, que se trabaja probablemente desde ántes de la llegada de los españoles a Chile i que constituye un enorme depósito de cascajos auríferos, constantemente lavados i siempre productivos. Jamas han dejado de explotarse, i aun actualmente hai allí mas de ochocientas personas ocupadas en esta labor i que estraen como término medio unos veinte mil pesos mensuales.

Ensayes de parte de estos depósitos me permiten asegurar que tienen una lei de oro de cerca de medio gramo por tonelada.

Citaré despues a Casuto, cerca de los Vilos, en la provincia de Aconcagua. Allí el grueso de los cascajos pasa tal vez de 80 metros, pues hasta esta hondura se han labrado piques sin encontrar roca.

Casuto ha dado oro grueso, i en gran cantidad, que algunos estiman en varios millones de pesos.

En el departamento de Casablanca se encuentra el estero de las Dichas, que atraviesa una formacion estensa de cascajos auríferos, que se estienden por varias leguas hasta Llampaco, cerca del mar. Los cascajos en sí son pobres, pero el estero mismo los ha concentrado, i cuando hai escasez de agua se han estraído de su seno muestras auríferas de mui alta lei.

A pocas leguas de Chillan se hallan los cascajos auríferos de «Niblinto», con buena lei de oro, que se intentaron trabajar en pasados años por el método hidráulico, pero que se abandonaron al fin por falta de capitales i otras causas. Gran parte de los terrenos de Niblinto han sido totalmente explotados en épocas lejanas.

Respecto al sur de Chile, la sierra de Nahuelbuta contiene numerosos depósitos auríferos, que se irán descubriendo a medida que la poblacion aumente i se desbosque el terreno. De los alrededores de Carahue he visto, como ya tengo dicho, pepitas de 200, 300 i hasta 700 gramos de peso, estraídas de un lavadero distante pocas leguas de dicha ciudad.

La provincia de Valdivia es famosa por su oro, desde los tiempos coloniales. El eminente Padre Rosales, que escribió su majistral *Historia de Chile* en 1674, dice a este respecto:

«El oro mas celebrado fué el de Valdivia, de las minas de la Madre de Dios: están en un fundo situado a dos leguas de la Mariquina i doce de la ciudad

de Valdivia, de donde se sacaba el mas fino oro que se conoce, porque se graduó bruto i como sale de la mina en 23 quilates i dos gramos. La pension que se pagaba cada dia a un indio eran treinta pesos de oro i treinta i cinco, sin fatigarse mucho para enterar la tarea, i le sobraba mucho que guardaba para sí. Adquirieron tanto oro los españoles, agrega, que tenian por mas barato labrar de oro los frenos, espuelas, estribos, hebillas i herraduras de los caballos, que de hierro; no corria en el comercio sino oro en polvo para comprar el pan, la carne, fruta, hortalizas i todo lo demas. No habia otra moneda sino oro, i andaban todos los mercaderes, taberneros, tenderos i vendedoras, cargados de pesos i balanzas para comprar i vender.»

Así se espresa el concienzudo historiador, i para darle todo su valor a lo que afirma, conviene recordar que lo que en esa época se llamaba peso de oro, era un castellano de oro, o sea la centésima parte de una libra, equivalente a cuatro gramos i seis décimos.

«Las minas de la Imperial en el Rio de las Damas fueron mui célebres, dice el citado historiador, i sobre todo las de Colcoimo i Rolomo, donde sacaban grandísimas pepitas.»

En todas partes de la antigua Arauco se lavaba oro así como en Villarrica. Refiriéndose a las riquezas que se estraian de los alrededores de esta célebre i arruinada ciudad, dice Rosales:

«Los indios eran muchos i de buenos naturales, i las minas riquísimas; pues se hallaban granos de doscientos pesos, i de las otras ciudades venian los indios a ésta a sacar oro para dar tributo a su encomendero. I aquí tambien acudian los tributarios de Valdivia a sacar oro de Puren, Tucapel i Arauco, por la mucha abundancia i crecidos granos.»

La sublevacion jeneral de Arauco dió al traste con las fundaciones i ciudades españolas, i desde entónces hasta la fecha, estas rejiones han permanecido en el letargo i no han despertado todavía a la vida industrial.

Los antiguos procedimientos coloniales son imposibles de realizar: ya no hai tributos ni encomiendas. Se impone, pues, la introduccion de los sistemas modernos que han desarrollado prodijiosamente la industria aurífera en Estados Unidos, Australia i Nueva Zelanda.

Los lavaderos auríferos, no hai que olvidarlo, han dado mas del 80 % del oro que circula en el mundo, i en Chile existen por todas partes, con leyes indudablemente provechosas. Desde Tarapacá a la Tierra del Fuego, en la costa i en los valles, en distintos puntos se descubren sedimentos i terrenos de acarreo que contienen mayor o menor cantidad de oro.

En el momento actual, fuera de los recientes trabajos en algunos lavaderos de Valdivia i de Lonquimai, no existe aquí ninguna explotacion séria de esta clase.

Se intentó hacerlo en las provincias del centro i del sur, i aun en Magallanes, pero hasta ahora se vacila en la eleccion de los procedimientos.

Se duda de los resultados i se deja al tiempo la oportunidad de iniciar una explotacion regular.

En Estados Unidos los negocios de oro están a la cabeza de todos los demas ¿por qué no ha de suceder lo mismo en Chile?

Aunque sea a la lijera voi a citar a continuacion los principales procedimientos actualmente en uso en aquel pais para la explotacion de lavaderos auríferos. Ello completará lo dicho anteriormente sobre esta materia.

III

Hai varios procedimientos para explotarlos, pero todos ellos se fundan en beneficiar grandes cantidades de tierras, es decir, miles de toneladas al dia, sin pulverizacion alguna.

La razon de esto es bien sencilla. Las leyes de las tierras son siempre bajas, i todo procedimiento que no esté basado sobre la explotacion de grandes cantidades, dejaria pérdida.

Por la inversa todo método de beneficio directo i económico sobre grandes cantidades, deja enormes ganancias.

Hai varios procedimientos para llegar a este fin:

1.º *El método hidráulico* es el mas antiguo i el mas conocido.

Pueden consultarse, entre otras, las siguientes obras que dan datos completos sobre la materia:

Hidraulic Mining, de Aug. Bowie, (1889).

Warnford Lock, *Practical Goldmining*.

Elseler, *The Metallurgic of Gold* (1900).

En ellas puede verse que el método consiste en lanzar chorros de agua por tubos de 12 a 20 pulgadas de diámetro, agua que viene desde alturas de 200 a 500 piés. Los tubos tienen un grueso de 3.8 i resisten presiones de 385 libras por pulgada cuadrada. Aplicados estos chorros al pié de los barrancos, en la parte inferior de tajos o socavones previamente hechos, arrastran las masas despedazadas, i los lodos formados a canales que tienen hasta 600 yardas i mas de longitud. En esos huecos e intersticios queda el oro.

Bissler estima, sin embargo, que de este modo solo se ha recojido en Estados Unidos el 50 % del oro contenido en las tierras.

Por este procedimiento, que permite lavar muchos miles de toneladas al dia, con mui poco costo, pueden explotarse con ventaja tierras que contienen a veces ménos de tres centavos (oro de 45d) por yarda cúbica.

El costo de explotacion varia naturalmente de un punto a otro. Sin embargo, Warmford Lock la estima entre dos i seis centavos de 45d, por yarda cúbica.

En California las capas de cascajo aurífero han tenido un grueso que varia entre 10 i 200 piés, i han llegado a lavarse por el método hidráulico hasta 10 i 15,000 yardas cúbicas en 24 horas.

2.º *Dragas*.—Este procedimiento se emplea desde hace muchos años en Nueva Zelanda para beneficiar los estuarios de los rios i otros depósitos auríferos.

Existen en este pais actualmente mas de 300 compañías con este objeto, con un capital de mas de tres millones de libras esterlinas.

Las dragas para oro se fabrican en Holanda i Estados Unidos, i se hacen con capacidades que varian desde 300 a 2,000 i mas yardas cúbicas por dia.

En Nueva Zelanda hai mas de cien dragas en trabajo. En jeneral estos aparatos no necesitan mas de siete hombres para su manejo, i cuestan mas o ménos 30,000 dollars para una capacidad de 2,000 yardas cúbicas diarias.

El costo por yarda cúbica explotada (en Nueva Zelanda), no es mas de 2 centavos (de 45d), i se reconoce que todo cascajo que contenga mas de un grano, o sea, 0.0648 de gramo por tonelada, deja buena utilidad.

La mayor hondura escavada por las dragas, debajo del agua, es de 60 piés, i la mayor altura a que obran sobre el agua, es tambien de 60 piés.

En Estados Unidos hai actualmente mas de 25 compañías organizadas (California) que tienen en trabajo mas de 34 dragas.

La capacidad de los «buckets» o baldes extractores varia en ellas desde 1¼ a 7 1/2 piés, i aun hasta 9 1/2 piés cúbicos de capacidad.

Hasta julio del año anterior habia en California 2.500,000 dollars empleados en estos trabajos.

En los Estados Unidos de Idaha, Colorado i Montana, existen tambien explotaciones de esta naturaleza, i, segun un informe del ingeniero W. S. Rusell, que publica el periódico *Mines and minerals* de Denver (E. U.), en su número de diciembre de 1900, el grueso de las capas de cascajo de los distintos terrenos explotados, varia entre 15 i 40 piés; la cantidad estraida diariamente por cada draga, varia desde 900 a 5,000 yardas cúbicas; el costo por cada yarda cúbica, es de 2½ centésimos de dollars, i el contenido de oro oscila entre 25 cts. i 1 peso en algunos terrenos, siendo en otros de unos cuantos centavos. Segun el mismo informe, las ganancias de las distintas compañías varian entre 500 i 5,000 dollars por dia.

Las siguientes compañías explotaban terrenos auríferos de California en julio de 1901.

Bosten, Oronville, Mining C.º, con tres draga.

Continental Gold Dredging C.º, 1 draga.

Teather River Exploration C.º, 3 dragas.

Indiana Gold D. C.º, 1 draga.

Kia Ore Gold D. C.º, 1 draga.

Lava Beds Gold D. C.º, 1 draga.

Marigold G. D. C.º, 2 dragas.

Oroville G. D., 1 draga.

Oroville Exploration C.º, 3 dragas.

Sunset C. D. C.º, 1 draga.

Hort G. D. C.º, 1 draga.

Alta Bert Muningand D. C.º, 1 draga.

Galvin Gold D. C.º, 1 draga.

Pokes Bar Placer Mining C.º, 1 draga.

Distlehor D. G. D. C.º, 1 draga.

- Eureka G. D. C.º, 1 draga.
- Consolidated M. and D. C.º, 1 draga.
- Archimedes G. D. C.º, 1 draga.
- Prestley G. D. C.º, 1 draga.
- Bear River Exploration C.º, 4 dragas.
- Ashburton M. C.º, 1 draga.
- Pacific Gold D, C.º, 1 draga.
- Mokelumne River G. D. C.º, 1 draga.
- Advance G. D. C.º, 1 draga.

3.º *Bombas rotatorias*.—Estos aparatos se emplean en la explotación de arenas auríferas que se encuentran debajo del agua, i que no contienen grandes piedras.

Wandford Lock trae datos sobre estos aparatos, i un informe de A. Langley, ingeniero en jefe del gran ferrocarril del este, en Lóndres. A él se refieren los siguientes datos.

La bomba da 350 revoluciones por minuto i es capaz de estraer hasta 400 toneladas de arena, cascajos i piedras, en cada hora, i en trabajo regular unas 200 toneladas. La fuerza que se requiere no pasa de diez caballos i puede trabajarse hasta 25 piés debajo del agua.

Los costos i condiciones del dragaje con esta bomba son los siguientes:

Valor del aparato, £ 2,000.

Poder del motor, 10 caballos.

Hondura que escava, 25 piés.

Cantidad por hora, 200 toneladas.

Costo para dragar i conducir la carga a dos millas de distancia por

Cada tonelada	2d 125
Carbon i otros	0d 375
Reparaciones (£ 60).....	0d 072
Costo del trabajo.....	2d 812
10 % interes del capital.....	0d 240
Total.....	2,812

Consumo de carbon, una tonelada por cada 1,000 toneladas de arena estraída.

4.º *Patentes especiales*.—Entre los diversos privilejios concedidos en Estados Unidos, llama la atencion uno concedido en 1900, por su estraordinaria sencillez, su baratura i sorprendentes resultados.

Me refiero a la *Wouder*, máquina que ha dado lugar a la formacion de una gran compañía, i que, como resúmen, tiene las siguientes ventajas:

a) No gasta mas de 9 a 15 galones de agua por cada yarda cúbica de cascajo, pudiendo recuperarse dicha agua en casi su totalidad.

b) Son portátiles sobre ruedas, i su peso no pasa para tipos determinados de 3½ a 5 toneladas, i dan respectivamente un poder de 20 a 30 toneladas por hora, con un gasto respectivo de fuerza de solo 6 i 8 caballos.

c) Su precio es relativamente bajo, de tal manera que una máquina de 30

toneladas por hora, no costaria en Chile mas de 3,000 dollars, i 4,000 una de 60 toneladas.

d) Estos aparatos elevan el cascajo, lo ciernen, benefician i arrojan los rípios, sin que intervenga para nada la mano del hombre.

e) El costo i tratamiento por tonelada no seria en Chile mas de 5 a 10 centavos.

5.º *Otros procedimientos.*—A fines del año anterior se ha patentado tambien en Estados Unidos el procedimiento de *Coleman* basado en el uso de una serie de sifones con mercurio, i que no conozco bien en sus detalles.

Se asegura que el costo de cascajo tratado por este sistema no pasa de 5 centavos por yarda cúbica, i que pueden tratarse 500 yardas cúbicas por hora en el establecimiento de Weaverville, Trinity County, California.

Tambien han sido patentados en aquel pais otros aparatos llamados *elevadores* o auxiliares del procedimiento hidráulico, de que ya se ha hablado. Este no puede aplicarse cuando los cascajos están debajo de la superficie del suelo. Los elevadores los toman automáticamente del lugar en que se encuentran, i los trasportan a un lugar superior, dejándolos en los canales o *sluices* con mercurio que es el complemento del método hidráulico.

Estos aparatos no son sino tubos que tienen en su parte inferior dos bocas, una que se aplica sobre el depósito de cascajos i otra por donde se inyecta un chorro de agua con gran presion. El líquido en estas condiciones forma detras de él el vacío, que se llena con los cascajos i piedras que siguen el curso del chorro de agua con gran velocidad, i van a caer a cierta altura sobre los *sluices*, en donde depositan su oro.

De todo lo dicho se infiere que la grande industria de los lavaderos auríferos, olvidada puede decirse en Chile desde los tiempos de la conquista, cuenta en el dia con elementos mecánicos i económicos poderosos ántes desconocidos, i que pueden producir en poco tiempo al pais grandes riquezas. Nada hai mas trascendental en la industria que la explotacion de lavaderos auríferos. Ello forma no solo la riqueza de los accionistas sino tambien la prosperidad de un Estado. Ejerce el oro tanta fascinacion en el espíritu humano que atrae irresistiblemente la inmigracion de hombres i capitales, forma poblaciones en los mas estériles desiertos, desarrolla a su alrededor las industrias mas variadas. Tal ha sucedido en California i en Australia a mediados del siglo pasado; en Nueva Zelanda, en Sur Africa i últimamente en las desoladas rejiones de Klondyke.

No hai nada que atraiga mas la inmigracion que el oro i con ella la prosperidad en todas sus formas. No hai lei positiva que produzca para este objeto resultados mas rápidos, ni efectos mas seguros.

Chile abunda en lavaderos auríferos, i se hallan, para explotarlos, en mejores condiciones que algunos de los paises citados. Tiene, pues, por delante un brillante porvenir, i puede en pocos años i con ménos esfuerzo llegar a ser lo que son hoi California i Australia, es decir, un centro poblado i rico a donde acuden de todas partes espontáneamente los hombres i los capitales.