ESTUDIOS PRACTICADOS EN EUROPA

DURANTE LOS AÑOS 1902—03

(Conferencia leida por el injeniero don Delfin Guevara en el Instituto de Injenieros,, sesion del 2 de Agosto de 1904)

(Conclusion)

II. El tipo de *cajas de grasa,* cuya eficacia ha recibido mayor número de comprobaciones en la práctica constante de los ferrocarriles europeos, es el de *engrasamiento* inferior por absorcion capilar del aceite, i con depósito superior de reserva para producir un engrasado auxiliar en caso que un calentamiento excesivo paralize la accion de los aparatos aspiradores.

Para el engrasado de los cilindros de la locomotora el aparato mas perfeccionado es el construido por Détroit (modelo 1900) en E. U. de N. A. Dicho aparato es equilibrado por la presion de la caldera, el aceitado se hace de un modo visible, i posee ademas llaves automáticas para la caja de vapor. Su descripcion completa se encuentra en la memoria citada.

Este aparato, de funcionamiento seguro i económico, creo que podria emplearse con ventajas bien apreciables en nuestros ferrocarriles.

ALUMBRADO. I. *Alumbrado de coches.*—Puede decirse que actualmente solo se encuentran en presencia, el alumbrado a gas i el alumbrado eléctrico. Este último tiene, sin duda, muchas ventajas sobre el primero, pero a causa de su precio relativamente elevado, solo se emplea para el alumbrado de los coches de las líneas mui importantes i de los trenes de lujo.

Estimo que un procedimiento conciliatorio i que podria emplearse ventajosamente en Chile, consistiria en adoptar el procedimiento imajinado por M. Déry, injeniero belga, procedimiento segun el cual se trata de enriquecer en carburos el gas ordinario de alumbrado, el cual, al abandonar el depósito de compresion, atraviesa un pequeño recipiente lleno de naftalina vaporizada mediante el calor desprendido de la misma combustion. Es un sistema mui recomendable por su economía i por dar una iluminacion mui buena. Si a la lámpara Déry se agregan quemadores Auer, ensayados no ha mucho con tanto éxito por los ferrocarriles del Este frances, se tendrá un magnífico sistema de alum-

brado sin recurrir a las costosas instalaciones que exijen el alumbrado eléctrico, el alumbrado a gas rico i sus conjéneres.

II. *Alumbrado de estaciones.*—Como se sabe, el mejor sistema para alumbrado de estaciones importantes es el alumbrado eléctrico, pudiéndose utilizar tambien la enerjía eléctrica para los talleres de las maestranzas, para mover los carretones u otros aparatos cuando sea necesario.

Para estaciones ménos importantes recomendamos el empleo de la lámpara rusa, sistema Kornfeld (modelo 1900), la cual está fundada en un principio análogo al de la lámpara Déry, es mui económica i da una luz mui hermosa: el petróleo comprimido a una presion de 4.5 a 5 kg. es vaporizado por la misma llama de la lámpara, utilizándose los gases en alimentar la combustion. Se les adapta sin dificultad un quemador Auer, siendo tambien mui digno de recomendarse el vidrio armado de Bohemia que usaban en Thouars para construir los faroles, lo cual les dá gran duracion contra las corrientes de aire, mediante un tejido de alambre colocado al interior del vidrio en el momento de fundirlo. Diré tambien aquí que ese vidrio conviene particularmente para protejer los tubos indicadores de nivel en los calderos i otros usos análogos, evitando así las proyecciones en caso de ruptura.

En mi Memoria indicaba asimismo ademas de ciertas reglas adoptadas en Europa para el mejor servicio de pasajeros, equipajes i mercaderías, el empleo de carros refrijerantes, carros de auxilio para desrielamientos u otros accidentes, i carros desinfectantes.

Conviene tambien preocuparse de la desinfeccion de los carros para animales, la que se practica en la Compañía Paris-Orleans, por medio de una solucion de hipoclorito de soda a 1/10.

Servicios de maestranza.—Las locomotoras se refaccionan despues de haber recorrido 50 a 60,000 km. para los trenes de pasajeros i 30 a 35,000 km. para los de carga. Es conveniente cambiar los órganos motores en cada reparacion.

En dicha memoria comparaba asimismo los tipos de locomotoras construidas en E. U. (modelo 1900) (1 boggie delantero 2 ejes motores i un eje portador), con las nuevas locomotoras Compound francesas, tipo Norte (3 ejes motores acoplados, 2 portadores con ténders de 3 ejes), haciendo ver las ventajas indiscutibles de estas últimas sobre las primeras. Manifestaba tambien la tendencia actual de adoptar tipos de locomotoras intermedias entre las locomotoras para trenes de gran velocidad, i las locomotoras de pequeña velocidad, las cuales tienen la ventaja de ser aplicables a todos los servicios.

Reparacion de coches.—En los ferrocarriles del Estado frances los coches van provistos de freno continuo, automático i moderable, sistema Wenger, de un tubo para la calefaccion por medio del vapor de la locomotora, i de un depósito inferior para el gas de alumbrado comprimido de 8 a 10 kg/cm.^{2} A este depósito vá anexo un regulador de presion.

Los coches empleados con mas frecuencia en Europa son de compartimentos, con o sin pasillo lonjitudinal, los cuales ofrecen sobre el sistema americano, las siguientes ventajas; son mas cómodos, permiten reservar compartimentos especiales a las señoras, fumadores, enfermos, etc., son ocupados i desalojados con mas prontitud i espedicion, lo cual es mui ventajoso en caso de gran tráfico o de accidentes.

Los coches de lujo se revisten interiormente con tela Loreidé, pegada sobre un doble forro de paño moleton. El piso de los compartimentos se recubre con un encerado i el pasillo con linóleum, sobre el cual se coloca una tira de tripe.

Los pisos de los escusados, como los de las salas de espera en las estaciones i otros, se recubren con «Xilolith» una especie de mortero que se aplica con la plana sobre una cama de concreto, o sobre un falso entablado, constituyendo un pavimento antiséptico, sin junturas, de mui buen aspecto puesto que se hacen con él toda clase de mosaicos i combinaciones de colores, que se puede lavar, mui liviano i de una dureza mui grande. Se compone de 75.3% de aserrin de madera, 1.3% de óxido de magnesio i 27.4% de un cemento cuya composicion se reservan los inventores.

Las chapas de las puertas de los coches son del sistema Coullaud, con resortes laminares interiores, los cuales se cierran cuando se corren los picaportes, verificándose un cierro mas completo todavía cuando se echa el cerrojo respectivo.

***

SANEAMIENTO DE CIUDADES. — La epidemia del cólera en 1830, despertó en Europa el sentimiento hijiénico, i tuvo como consecuencia inmediata el atribuir al saneamiento de ciudades toda la importancia que merece; dicho saneamiento comprende la pureza del suelo, del aire i del agua, lo cual se consigue por los siguientes medios principales:

1) Asegurar a las poblaciones una distribucion de agua enteramente potable i suficiente para satisfacer todas las necesidades del consumo público i privado;

2) Construccion de un sistema racional de alcantarillas para los desagües; depuracion de las aguas de cloaca;

3) Saneamiento del suelo, en la ciudad misma o en sus alrededores, cuando se encuentra bañado por una napa acuífera que lo impregna de humedades i emanaciones malsanas;

4) Apertura de espaciosas plazas i avenidas, pavimentadas segun los recursos i costumbres de las poblaciones; limpieza i buen estado de conservacion de las mismas;

5) Trasporte de las basuras domésticas i públicas a los establecimientos en que deben incinerarse o tratarse químicamente para estraer sus materias fertilizantes i hacerlas inofensivas;

6) Canalizacion i saneamiento de los cursos naturales de agua que atraviesan las poblaciones;

7) Construccion de habitaciones hijiénicas para obreros. Relegacion de los hospitales, cuarteles, i establecimientos industriales a los suburbios de las ciudades;

8) Cremacion de cadáveres en los cementerios.

Estas diferentes cuestiones se encuentran de tal modo ligadas entre sí, que es necesario realizarlas en conjunto, si se quiere tener poblaciones sanas i vigorosas, evitar las enfermedades endémicas, la propagacion de las epidemias i mui principalmente reducir la cifra enorme de la mortalidad de nuestras ciudades. Trataremos cada una de ellas por separado i segun su importancia.

***

1. Asegurar a las poblaciones una distribucion de agua absolutamente potable i suficiente para satisfacer todas las necesidades del consumo privado i público.

Toda distribucion de agua potable, como se sabe, debe llenar dos condiciones primordiales:

a) Cantidad *suficiente* para satisfacer las diferentes necesidades, a saber: servicio privado, usos industriales, riego de calles i plazas públicas, lavado de alcantarillas i watters closets, servicio de incendios, fuentes públicas i monumentales, instalaciones de fuerza motriz, pérdidas inevitables i derroches

La *cantidad* de agua necesaria es indeterminada. En Lóndres se consumen 180 litros por dia i por habitante para todos los usos. En Estados Unidos se exijen 400, 500 i 600 litros por dia i por habitante. En Francia, segun lo decia Mr. Bechmann en sus lecciones de Hidráulica urbana, se ha fijado 150 litros por dia i por habitante, como un buen término medio, comprendiendo todos los usos. En todo caso, es evidente que bajo el punto de vista hijiénico conviene aumentar lo mas posible la cifra del consumo diario por habitante.

En Paris existen dos distribuciones, una de superior calidad, de vertiente, para los usos domésticos e industriales, i otra de calidad inferior estraida del Sena, para los demas servicios. Este es un sistema mui recomendable para las grandes ciudades. Para Santiago creemos que podria adoptarse el siguiente procedimiento: utilizar el agua potable de la quebrada de Ramon i de Vitacura para el consumo privado e industrial únicamente; emplear agua del Mapocho, previamente decantada i distribuida por una red especial de cañerías, para el lavado de los escusados, patios, servicio de incendios, etc.; i finalmente agua del Maipo para el riego de calles, lavado de los colectores i arterias principales de la red de alcantarillas proyectada.

De este modo se tendria agua potable suficiente i se evitarian los gastos de conduccion desde la laguna Negra, lo que seria excesivamente costoso. Se responderia, ademas a la objeccion que hacen algunos hijienistas al sostener que los jérmenes microbianos pueden subir por los tubos de bajada de los depósitos de limpia de los watter-closets, surtidos con agua potable, i pasar a las cañerías de distribucion, contaminando el agua de bebida.

Por lo que hace a la *calidad* de las aguas, no basta que sean potables en el punto de su captacion, es absolutamente indispensable que sea conducida hasta las llaves del consumidor en condiciones tales que puedan considerarse enteramente al abrigo de toda fuente de contaminacion esterior. Esta circunstancia es frecuentemente descuidada en Chile, i no es raro encontrar aguas que se llaman potables, conducidas a tajo abierto a través de potreros i otros lugares de acceso completamente públicos. Este caso lo teníamos en Santiago en 1900, para las aguas de la quebrada de Ramon; la laguna de Peñuelas se encontraba en 1899 enteramente espuesta a todas las fuentes de contaminacion esterior; en sus orillas existian restos animales i vejetales de toda especie, circunstancia mui adecuada para contaminar una agua reputada ya como sospechosa para

el consumo, dado su oríjen meteórico; en Curicó, ántes de 1900, el agua potable atravesaba a tajo abierto un potrero situado en la vecindad del cementerio, i frecuentado por las lavanderas del pueblo. Estos hechos, espuestos a la lijera i sin comentarios, bastan para demostrar que en esta materia, como en casi todas las que se relacionan con la hijiene pública, nos encontramos en un estado rudimentario, peligroso e indigno de nuestra cultura.

***

II. Construccion de un sistema racional de alcantarillas para los desagües, depuracion i utilizacion de las aguas de cloaca.

En Europa me limité principalmente a la construccion i esplotacion de alcantarillados, que es por ahora la mas interesante para Chile En Junio de 1902 seguí asiduamente en Paris la construccion de una galería de descarga del colector de Clichy sobre el de Asnières, i describí detalladamente este trabajo en mi Memoria de Marzo de 1904. En la misma época, seguí tambien de cerca la prolongacion del colector de Clichy, desde la plaza Trinidad hasta la calle des Petits-Champs; para detalles consultar la misma memoria. Con la colaboracion mui importante del señor Oyanedel, seguimos todas las operaciones que comprende la esplotacion del alcantarillado de Paris, empezando por las galerías primarias, i siguiendo por todos los colectores, estudiando las instalaciones hechas con el fin de elevar el agua en los puntos bajos de la ciudad, hasta llegar en la usina de Clichy al punto de confluencia de los 3 grandes colectores, en donde comienza el emisario que conduce las aguas despues de despojarlos por una gran instalacion mecánica de las materias en suspension i de las arenas por decantacion i dragas de cuchara movidas eléctricamente o a vapor, a los campos de depuracion de Genevilliers, Achères i Mèry-Pierrelaye. Asistimos tambien a la preparacion de los nuevos campos de depuracion de Carrières-Triel, i a la construccion de drenes para abajar la napa subterránea recojiendo las aguas depuradas i conduciéndolas al Sena, todo lo cual ha sido espuesto detalladamente en la Memoria citada.

Conclusiones.—Tratándose de la importante cuestion que analizamos, hai que preocuparse de los dos puntos principales siguientes:

α—sistema mas conveniente de alcantarillado;
β—Depuracion i utilizacion de las aguas recojidas.

En Francia, escepcion hecha de Paris i Marsella, el alcantarillado de ciudades ha permanecido estacionario, segun lo decia Mr. Bechmann en su curso de hidráulica urbana, porque muchas municipalidades están todavía sumerjidas en la vieja i debatida polémico habida entre el *sistema unitario* i el *sistema separado*, cuestion imposible de resolver en absoluto, puesto que depende de múltiples circunstancias, que hai que examinar bajo el triple punto de vista de la hijiene, de la economía de construccion, i de las facilidades i economía en la esplotacion. Intervienen ademas circunstancias locales, que pueden en ciertos casos imponer un sistema determinado.

Escluyendo los sistemas de escurrimiento por el vacío o el aire comprimido, que solo

convendrá aplicar en circunstancias mui particulares, solo quedan en presencia los dos sistemas mencionados: Para las grandes ciudades, cuya poblacion exceda de 30,000 habitantes, convendrá sin duda aplicar el sistema unitario, que es el mas racional de los dos sistemas, conduciendo todas las aguas sucias pluviales a una red compuesta de alcantarillas i canalizaciones de loza vidriada. Este es el criterio que ha prevalecido en Berlin, Francfort i otras ciudades de Alemania, pais que en esta materia ha realizado los mayores progresos.

Para las pequeñas ciudades, poblacion menor de 20,000 h., podrá adoptarse sin inconvenientes el sistema separado, prestando atencion mui preferente a las circunstancias siguientes, de capital importancia.

1) Construccion mui esmerada i recepcion mui bien hecha de junturas, tomas de servicio privado, etc. en las canalizaciones, chimeneas de visita i de limpia.

2) Proveer a las limpias i a la ventilacion del modo mas amplio posible, pues de estos dos factores depende esencialmente el éxito de la esplotacion.

Ademas del sistema ordinario de golpes de agua, es mui recomendable para los lavados, el empleo de carretones-estanques, usados con éxito en Europa i Estados Unidos, utilizando las chimeneas de visita de la canalizacion i mediante un tubo telescópico de palastro que comunica el depósito portátil con la canalizacion: la limpia se consigue con el golpe de agua debido a la altura i se completa introduciendo en la cañería un proyectil alargado de madera revestida con caoutchuc de m. 0.05 de diámetro ménos que aquélla i maniobrado superiormente por medio de un alambre o cordel enrollado en una carretilla. Este sistema es mui económico, da mui buen rendimiento i limpias suficientemente enérjicas.

Haremos notar aquí que cuando se adopta para los desagües una red de alcantarillas i de cañerías, la práctica ha demostrado que es conveniente escurrir las aguas pluviales directamente alas alcantarillas, aun cuando para ello sea forzoso admitir su escurrimiento por los badenes de las calles, o por cunetas practicadas en las piedras maestras de las veredas. Se ha comprobado en efecto, en Paris, Buenos Aires, i demas ciudades que tenian redes de cañerías, que el empleo de baldes, canastos i otros dispositivos colocados a la entrada de las cañerías para retener las basuras e impedir las obstrucciones, es poco práctico i ha sido abandonado. Se ve, pues, que en ciertos casos, será impracticable la aplicacion completa del sistema unitario.

Depuracion i utilizacion de las aguas de cloaca.— Por lo que hace a esta materia, empezaré por indicar aquí las conclusiones a que arribó la 3.ª seccion del Congreso de hijiene celebrado en Bruselas en Setiembre de 1903, presidida por Mr. Launay con la colaboracion de injenieros i sabios estranjeros que se ocuparon de tecnolojía sanitaria i particularmente de la depuracion de las aguas de cloaca: todos preconizaron la *depuracion bacteriana* de preferencia a los campos de esparcimiento.

Segun las esperiencias hechas en Paris, Reims, Berlin i Estados Unidos, la depuracion de las aguas de cloaca por medio del esparcimiento i la irrigacion agrícola completa i perfecta al punto de vista de la utilizacion de los productos, exije, para ser realizada en buenas condiciones, las siguientes circunstancias:

1) Suelo permeable formado de arena gruesa i cascajo, para dar paso al aire que es

el gran ajente purificador; la tierra vejetal cargada de humus solo tiene un poder filtrante limitado i de corta duracion. La misma arena gruesa exije una renovacion frecuente de la capa superficial o costra de depósitos orgánicos, mezclándola con el resto para evitar la saturacion i las obstrucciones consiguientes. Esta 1.ª condicion se llenará jeneralmente en Chile.

2) Que el espesor de la capa filtrante no sea inferior a 2 m. En Berlin es inferior a 1 m. en ciertos puntos, lo que ha exijido una gran superficie de esparcimiento.

3) Que la napa subterránea se encuentre a una profundidad de 2.50 m. a 3 m. bajo el suelo. Es el caso en los campos de Gennevilliers en Paris, donde la depuracion se hace en mui buenas condiciones.

4) Que exista en las proximidades una corriente de agua natural donde sea posible vaciar las aguas depuradas, i que el suelo presente una pendiente adecuada, con el fin de evitar por medio de drenajes la elevacion de aquella napa, lo cual ademas de las inundaciones llegaria a impedir la penetracion tan necesaria del aire al interior de las tierras.

5) Que la cantidad de agua vertida sobre los campos de depuracion no sea excesiva, segun la clase de cultivos i segun el poder filtrante del suelo, el cual debe determinarse esperimentalmente en cada caso. Segun las esperiencias realizadas en Paris durante mas de 25 años, se ha encontrado que en terrenos arenosos i cascajos antiguos la *dósis cultural práctica* debe ser algo superior a 40,000 m.³ por hectárea i por año, cifra que corresponde al máximo de rendimiento que pueden dar las tierras en buenas condiciones. Esta cifra es solamente un término medio; así la cultura de espárragos exije 9,400 m.³; los puerros 21,120 m.³, los repollos 23,600 m.³, la alfalfa 144,389 m.³ i los pastos, 170,000 m.³ por hectárea i por año.

En Inglaterra i en Estados Unidos se ha pasado de 200,000 m.³ por hectárea i por año. Segun los datos que nos suministró el conductor de los trabajos de los campos de depuracion de Reims, allí no era conveniente pasar de 15 a 20,000 m.³ por hectárea i por año.

Se emplean, segun la clase de culturas, los métodos de riego por infiltracion (hortalizas); por sumersion, (pastos i prados); por esparcimiento, (arboledas.)

El riego debe, ademas hacerse sistemáticamente intermitente, lo cual constituye una condicion esencial de buen funcionamiento. En Paris todo el gasto de un dia es concentrado sobre una parte de la superficie; al otro dia se riega otra porcion de terreno, despues una tercera i así en seguida de modo que no haya jamas en un momento dado, mas de un cuarto de la superficie total sometida al esparcimiento, i que el agua vuelva al mismo punto cada cuatro o cinco dias, segun la naturaleza de los cultivos.

En verano, los riegos se hacen a la dósis de 400 a 600 m.³ por hectárea. En invierno, en Gennevilliers se hacen riegos a alta dósis, con el fin de preparar una serie de campos destinados al efecto. Se alcanza a 100,000 m.³ por hectárea i por año. Los campos son en seguida entregados a los cultivadores, que practican en ellos magníficas cosechas.

En cuanto al réjimen de esplotacion adoptado, comprende dos categorías:

1) Los dominios municipales en donde jeneralmente se *arriendan* los terrenos.

2) La *esplotacion libre*, segun la cual cada cultivador utiliza la cantidad de agua

que desea en el modo i forma que cree mas conveniente. Es el método mas práctico i mas desarrollado.

Por lo que hace a la naturaleza de los cultivos, en Gennevilliers situado a la salida de Paris, domina el cultivo de hortalizas. En Achères, predomina el cultivo industrial de betarragas, pasto i papas. En Mèry la ciudad ha instalado una quinta normal, en donde los cultivos de forraje permiten la crianza del ganado i el establecimiento de lecherías.

Obras complementarias de los campos de depuracion.—Inmediatamente a la salida de la ciudad, hai que proyectar una cámara de descarga con su vertedero de rebalse para el caso de gran afluencia de aguas durante las fuertes lluvias. En los campos de depuracion, ademas de las cañerías de distribucion i bocas de riego, hai que instalar las obras siguientes:

1) A la entrada, cámara de reparticion de las aguas con todas las compuertas necesarias para dirijir aquellas en las distintas direcciones. Se instala aquí un puesto de esplotacion, comunicado por teléfono con las oficinas centrales i demas de la distribucion, aparatos rejistradores, indicadores de nivel, que por medio de un timbrazo llaman la atencion de los ajentes cuando el agua alcanza el límite peligroso.

2) Durante el trayecto del canal de conduccion, si esta se hace libremente, hai que prever vertederos de rebalse que escurran las aguas sobrantes a cauces naturales, o bien canales de descarga que llevan las aguas excedentes a campos de descarga situados a un nivel conveniente i que sirvan de reguladores del gasto que puede en caso estraordinario alcanzar grandes proporciones.

3) Estanques de desarenamiento provistos de rejillas para detener los cuerpos flotantes i quitarlos por medio de rastrillos movidos a mano o mecánicamente, ántes que las aguas lleguen a las cañerías de distribucion o a los aparatos de elevacion.

4) Torres indicadoras del nivel de las aguas cuando éstas se conducen bajo presion, En Paris se usan con tal objeto torres de mampostería en los puntos altos de los valles. i en las cuales un flotador provisto de una bandera lacre, indica el peligro a los campesinos que abren entónces todas las compuertas de escape.

5) Puntos de descarga para las basuras i arenas estraidas de las aguas de cloaca.

* * *

Depuracion química de las aguas de cloaca.—Todos los numerosos sistemas de depuracion química solo se diferencian en el precipitante empleado o en ciertos perfeccionamientos introducidos en las cámaras de sedimentacion, por cuya causa las esperiencias hechas al respecto, se refieren principalmente al estudio comparado de los precipitantes al punto de vista del costo i de la reduccion de materia orgánica disuelta, elemento susceptible de entrar despues en putrefaccion i de provocar contaminaciones.

Los precipitantes mas usados son: la cal sola o mezclada con el sulfato ferroso, el sulfato férrico i el sulfato de alúmina solo o mezclado con la cal. Los resultados obtenidos con estas diversas sustancias, varian segun la naturaleza i concentracion de las aguas sometidas al tratamiento. En Lawrence (Massachussets) con aguas de misma naturaleza i a igualdad de las demas condiciones, el mejor resultado se obtuvo con el sulfato férrico, casi tan bueno con la mezcla de cal i sulfato ferroso, miéntras que con la cal o con alum-

bre se obtuvo un resultado inferior. La reduccion de la materia orgánica disuelta variaba de 25 a 43% i la reduccion de la materia orgánica total llegaba hasta un 50 a 65% con una sal de alúmina o fierro.

El eminente químico hijienista Dibdin, analizando los esperimentos hechos con las aguas de cloaca de Lóndres, concluye:

1) la reduccion insignificante de materia orgánica disuelta a pesar del aumento considerable de sustancia química empleada.

2) que el sulfato de fierro con cal da mejor resultado que el sulfato de alúmina i es mas barato.

Los precios que le sirvieron de base fueron los siguientes:

1 £ por tonelada de cal;

2 £ por tonelada de sulfato de fierro; i

3 £-10^s por tonelada de sulfato de alúmina.

En todo caso, hai que completar el tratamiento químico de las aguas de cloaca por medio de una filtracion a traves del suelo o con filtros artificiales, tal como se aplica en muchas ciudades de Inglaterra, Alemania i Estados Unidos.

La marcha jeneral del tratamiento químico es la siguiente: se hacen pasar primeramente las aguas por una cámara de desarenamiento i a traves de una rejilla que deteniene las materias gruesas en suspension, se agrega el precipitante disuelto de modo a mezclarlo íntimamente con aquellas, i se hace pasar lentamente la mezcla por una serie de cámaras en las cuales se verifica la precipitacion i depósito de las materias en suspension. Estos barros o se secan sobre un terreno bien drenado, o se llevan a filtros prensas en donde son reducido a tortas i empleados como abono. En cuanto al líquido obtenido por el tratamiento químico, es claro i libre de materias en suspension, pero putrescible; se recomienda hacerlo pasar una o dos veces por el suelo o por filtros artificiales ántes de arrojarlo a un curso de agua.

Tratamiento por la cal.—Se usa la cal pura, en estado cáustico; se apaga primeramente; se la muele en un trapiche hasta que tenga el aspecto de crema, i se incorpora a las aguas sucias ajitándolas bien ántes que la mezcla se deposite. El precipitado debe secarse lo mas pronto para evitar la putrefaccion; el líquido obtenido es de reaccion alcalina; arrojado a los rios, las descomposiciones continúan i los peces mueren en él.

El mejor resultado se obtiene con la dósis de cal que corresponde exactamente a la cantidad de ácido carbónico que entra en la composicion de las aguas usadas. La dósis corriente es de 0.780 gramos por 4.543 litros de agua tratada.

Se aplica este sistema en Birminghan, Burnley i Wolverhampton.

Tratamiento por la cal i el sulfato de fierro.—Hai que mezclar previamente las aguas sucias con la cal necesaria para la combinacion con el excedente de ácido carbónico i el ácido del sulfato, i despues se añade el sulfato ferroso.

Se aplica para el tratamiento de las aguas de cloaca de Lóndres en Barking i Crossness a la dósis de 0.140 gramos de cal i 0.065 gramos de sulfato ferroso.

El *gasto anual* de precipitante es de 48.6 peniques por 4,543 litros diarios.

Tratamiento por la cal i alumbre.—Se aplica en Glasgow a la proporcion de 2 de cal por 1 de alumbre i en cantidad variable con el color de las aguas tratadas. Así para

el gris claro se usa 0,325 gramos de cal viva i 0,1625 gramos de alumbre. El costo anual de esplotacion es de £ 3-8s. por 4.543,000 litros de aguas tratadas.

Existen otros sistemas nuevos, pero patentados. Tales son el «Cosham's system» i «The universal Ives patent», que usan el sulfato doble de aluminio i fierro, como sustancia depurativa, i los cuales han introducido modificaciones injeniosas en las cámaras de sedimentacion. Se aplica en varias ciudades inglesas i la purificacion obtenida llega a 70%.

El «Internacional Process» que usa el «ferrozono» como precipitante i filtros de polarita. Este sistema se ha aplicado con éxito en Mangostfield, en donde se tratan 4.724,720 litros en 24 horas i su *costo total* ha sido de £ 6,350. Existen dos cámaras de sedimentacion con una capacidad de 196,757 litros cada una.

Cámaras de sedimentacion.—Tienen m. 1 de ancho, m. 4 de largo i la inclinacion del fondo es de 1/80 hácia la entrada de las aguas sucias. El «Local Governement Board» recomienda dar a las cámaras una capacidad igual al volúmen normal de aguas sucias en 24 horas. La capacidad estrictamente necesaria seria de 50% del volúmen normal diario, pudiendo tratar en caso de lluvia, un volúmen igual a 3 veces el volúmen normal.

El líquido penetra por C i sigue el camino indicado por la flecha (fig.) pasando bajo los tablones G i sobre los tabiques F i se escurre por el vertero D o bien por el brazo flotante E. Los sedimentos pasan por las puertas H i se sacan por medio de la compuerta B. El líquido debe tardar dos horas en atravesar las cámaras. La tendencia actual es construir estas cámaras de modo que cada uno pueda funcionar aisladamente o en serie.

Filtros artificiales.—La capa filtrante se forma con cualquiera de estas sustancias: arena, cascajo, arcilla cocida, carbon, coke, polarita, etc. En cuanto a capacidad se calcula en 114 a 172 litros por yarda cuadrada en 24 horas para filtracion continua de aguas usadas de tipo normal.

Terminaremos este párrafo con la descripcion de la instacion para depurar las aguas de cloaca en Halle (Alemania) por el procedimiento Müller Nahnsen (ver lam.).

El agua llega por *a* i deposita los cuerpos mas pesados en la cámara *b; d* i *e* son aparatos automáticos (ruedas hidráulicas) que reglan la adicion de precipitante segun la cantidad de agua; *g* i *h* son escribas jiratorios que aseguran la mezcla i retienen los cuerpos arrastrados. El agua entra por *i* al pozo *k* de donde el agua sale en su parte superior por *m*, i el fango depositado en el pozo se estrae por una bomba que los envía al filtro-prensa.

La instalacion está calculada para depurar 2,000 m^3 por dia i cuesta 30,000 M. inclusas las maquinarias. Los gastos de esplotacion por habitante i por año son de 60 pfenings.

En las nuevas aplicaciones se propone hacer pasar sucesivamente el sewage por dos pozos *k* i en seguida por un filtro de cascajo.

Los gases que se desprenden de la cámara de mezcla son quemados en un hogar.

***

III. *Saneamiento del suelo en la ciudad misma o en sus alrededores, cuando se*

encuentra bañado a poca profundidad por una napa acuífera que lo impregna de humedades i emanaciones malsanas.

La presencia de una napa acuífera a poca profundidad es mui antihijiénica, principalmente si las aguas se encuentran estancadas. Este caso se presenta en Curicó, ciudad que se encuentra en la proximidad de ciertos pantanos, lo cual seria talvez una causa, entre otras, de la cifra enorme de su mortalidad (108.5/1000). (Anuario de la Oficina de Estadística de 1901), acaso una de las mayores del mundo entero. A 1 metro de profundidad ya se encuentra el agua. Igual cosa pasa en Molina, i otras ciudades.

Es un hecho constatado en diversas ciudades, en Paris, principalmente, que la ejecucion del alcantarillado, trae como consecuencia un abajamiento de la napa acuífera subterránea, debido a que el agua se desliza paralelamente a las paredes de las alcantarillas, procurándose así un escurrimiento fácil i conveniente.

Pueden utilizarse las mismas alcantarillas como drenes, ya sea empleando un radier de loza vidriada con huecos interiores que puedan recojer las aguas subterráneas, como lo hacen en Inglaterra, o bien aprovechar los tubos de concreto o greda que se colocan en el fondo de las zanjas durante la construccion para conducir las aguas a los pozos de agotamiento. Estos sistemas presentan diversos inconvenientes, i la mejor solucion del problema consiste en construir una red de drenaje independientemente de la de alcantarillas, allí donde sea necesario, o proceder a la disecacion i saneamiento agrícola de los pantanos que existen en los alrededores. Esto exijirá la construccion de una red de acequias i canales racionalmente estudiada, o bien el mejoramiento de las condiciones de escurrimiento de los cursos de agua de la rejion.

***

VI. *Apertura de espaciosas plazas i calles, pavimentadas segun los recursos i costumbres de las poblaciones; limpieza i buen estado de conservacion de las mismas.*

Este es un punto mui importante, i cuyo inmenso descuido estamos presenciando dia por dia hasta en los barrios mas centrales de nuestra capital. Se ha dicho últimamente que se empleará en la pavimentacion de las calles de Santiago el asfalto Trinidad, i aun cuando no tengo datos sobre el costo i las cualidades de este producto, puede asegurarse desde luego que el pavimento de asfalto comprimido, relegado en Paris a ciertas avenidas i plazas únicamente, no es aquí conveniente; a este respecto, me bastará citar lo que escribí desde Paris, artículo publicado en *El Ferrocarril* del 22 de Junio de 1903.

En ese artículo llegaba a las siguientes conclusiones: «De la sucinta esposicion que acabamos de hacer resulta que el sistema de calzada llamado de macadam, presenta sobre el adoquinado de piedra, las siguientes ventajas principales:

1) Economía notable de construccion en la proporcion de uno a tres próximamente En efecto, el macadam ordinario podrá costar en Chile un peso el metro cuadrado, miéntras que el adoquinado de piedra cuesta tres pesos o mas el metro cuadrado. El macadam permitirá pues pavimentar *una superficie triple*, a igualdad de capitales disponibles.

2) Rapidez i facilidad de construccion.

3) Rodado incomparablemente mas suave i ménos ruidoso, lo cual en las grandes ciudades es de un gran valor i a veces de absoluta necesidad en la proximidad de los colejios, hospitales, cuerpos deliberantes, etc.

4) Mucho mejor aspecto i conservacion mas fácil i económica, mejores condiciones hijiénicas por consiguiente.

5) Abundancia de materia prima, pues ademas de que podrian utilizarse partiéndolos todos los adoquines viejos, podria tambien utilizarse la piedra de rio partiéndola como segun he dicho, lo hacen en Italia.

Estas consideraciones bastan i sobran para manifestar la conveniencia que resultaria de la introduccion en Chile del mencionado sistema de calzada. Convendrá, bien entendido, tomar ciertas precauciones de construccion dada la naturaleza arcillosa del suelo en muchas de nuestras rejiones. Dichas precauciones consistirian en colocar en tales terrenos, una capa de arena en el fondo de la caja bien apisonada, despues de una capa de materiales blandos (esquistos), a continuacion una capa de materiales blandos i duros entremezclados (granito con esquistos), i finalmente una última capa de granito. Se comprimirian estas capas i se agregaria la arena necesaria como se ha indicado.

En ciertas avenidas de gran tráfico, como por ejemplo, en la Alameda de Santiago, convendria adoptar una calzada mista: la mitad de macadam destinada esclusivamente al tráfico de vehículos livianos (coches, carretelas, etc., etc.), i la otra mitad con adoquines de piedra asentados sobre una fundacion de concreto de m. 0.15 de grueso fabricado con mortero de cal hidráulica de buena calidad pudiendo circular únicamente por esta última nuestras pesadas carretas i carretones de carga. Esta disposicion facilitaria además la circulacion por cuanto se haria traficar por caminos diversos vehículos de velocidades tan diferentes como son los coches i los mencionados carretones, evitando así las disminuciones de velocidad i hasta los choques con que estos últimos dificultan el libre tránsito de los primeros.

Convendria tambien en dicha avenida disponer una ruta especial, con bastante arena, para los jinetes, como lo hacen aquí, aprovechando en ciertos puntos las avenidas laterales del paseo que hasta hoi permanecen ociosas, ya que la avenida central basta i sobra para los peatones.»

Ademas del riego i del barrido frecuente de las calles i plazas de una ciudad, hai que preocuparse de la estraccion en vasos herméticamente cerrados de los restos animales i orgánicos, i mui principalmente de la estraccion de las basuras de las casas. En Paris se prescribe con este objeto, el empleo de una caja portátil de palastro en la cual se depositan las basuras, la que es vaciada por el servicio especial de limpia i barrido de las calles. Dichas cajas deben ser en seguida lavadas i colocadas al interior de las casas.

Las basuras se trasportan léjos de la ciudad para ser quemadas en la usina municipal de Javel, sistema perfecto al punto de vista hijiénico pero poco económico, pues produce una pérdida de f 1.50 por tonelada tratada. La incineracion se hace en hornos crematores provistos de recuperadores de calor i de un gasójeno que suministra los gases empleados en la combustion los que se obtienen inyectando vapor de agua sobre carbon incandescente.

El mejor de todos los procedimientos para tratar las basuras, es el de M. Bonardi,

empleado en Italia: aquéllas son privadas primero por un escojido a mano de los pedazos de vidrio, lozas, fierros viejos, etc.; en seguida con un harneado mecánico se les quita el polvo, el cual secado i esterilizado constituye un excelente abono. El residuo, introducido en un recipiente es secado i destilado por medio de gases calientes desprovistos de oxíjeno que favorecen la trasformacion del ázoe en amoníaco. Finalmente, las materias así secadas caen en un hogar a alta temperatura, donde termina la combustion i los residuos que contienen todas las materias fertilizantes, ázce, potasa, cal, ácido fosfórico, pueden utilizarse como abonos

El procedimiento Bonardi, que satisface a la vez las exijencias de la hijiene i de la agricultura, es el mas recomendable.

***

La incineracion de los cadáveres en los cementerios es tambien un complemento del saneamiento de las ciudades. Dicha cremacion se practica en el cementerio Père-Lachaise de Paris desde 1889, como sigue: los cuerpos son colocados en un compartimiento comunicado con la cámara mortuoria i con la boca del horno, en una urna metálica i envueltos en tela de amianto; se eleva la temperatura a 800° i los gases desprendidos son atraidos por una chimenea de aspiracion i quemados separadamente en un hogar alimentado con carbon de coke. La operacion dura 1 hora próximamente i el precio varia entre 50-250 francos con derecho a un nicho durante 5 años en el columbarium dando fr. 7.50 como derechos suplementarios. La incineracion es facultativa, pero el mayor número de cremaciones se verifica actualmente con los cadáveres provenientes de la Morgue i de los hospitales

En el cementerio monumental de Milan tuve ocasion de visitar otra instalacion semejante para la cremacion de cadáveres.

***

APLICACIONES INDUSTRIALES DE LA ELECTROMETALURJIA. *Electrometalurjia del cobre.*—El procedimiento de Blas i Miest, perfeccionado por Marchese está fundado en que siendo los súlfuros metálicos, en jeneral, bastante conductores de la electricidad, es posible emplearlos como anodo en una solucion de una sal. del metal que se trata de reducir, sirviendo el baño para trasportar el metal del polo positivo al polo negativo.

Este procedimiento, descrito detalladamente en mi Memoria de Marzo último, exije la fusion previa de los minerales sulfurados en hornos de manga; colando en seguida los ejes obtenidos en moldes de fierro con el fin de formar las placas que se usan como polos. Este método, no ha recibido mayores aplicaciones, pues presenta grandes dificultades a causa de las variaciones de composicion que se encuentra en los distintos minerales de cobre, i las operaciones hai que variarlas segun esa composicion, lo que, solo puede subsanarse por medio de una larga práctica. Ademas los polos así formados resultan de composicion mui heterojénea, lo que provoca la formacion de cortos circuitos, escollo de las instalaciones eléctricas.

Estudiando esta cuestion bajo el punto de vista económico, parece difícil que este

procedimiento i sus conjéneres puedan derrocar al procedimiento Bessemer, aplicado por Mantes a los ejes de cobre, puesto que en este último el consumo de combustible será menor, por lo ménos si hubiera de competir con la enerjía eléctrica obtenida con jeneradores movidos por el vapor. En todo caso, como lo hemos dicho anteriormente, las primeras concentraciones hai que hacerlas en hornos de fundicion para facilitar la accion ulterior de la corriente eléctrica, haciendo mas uniforme la composicion del mineral. No se evita pues el empleo del carbon que es lo que hai que procurar para Chile. Estas circunstancias permiten concluir que solo convendrá el procedimiento Marchesse cuando se emplean jeneradores hidro-eléctricos i con minerales mui ricos, de composicion mui uniforme como son las calcopiritas de ganga serpentinosa mezcladas con piritas de fierro i cuya riqueza media en cobre es de 15%.

Electrometalurjia del fierro i del acero.—Estos procedimientos utilizan en el tratamiento del fierro hornos eléctricos que pueden clasificarse como sigue:

1) Hornos que aprovechan el calor producido por el arco voltaico;

2) Hornos en los cuales el mineral eleva su temperatura por la resistencia que opone al paso de la corriente eléctrica.

3) Hornos mistos, en los cuales se aprovecha el calor del arco voltaico i de las resistencias eléctricas provocadas por el mismo mineral, o por cuerpos estraños.

En los primeros, la temperatura producida en el arco es mui superior a la que se necesita en las operaciones, i a cierta distancia del arco, la temperatura baja, lo cual da productos poco homojéneos i de composicion diferente de una hornada a otra.

Los hornos de resistencia necesitan potenciales menores, lo que los hace mas manejables. Uno de los electrodos se introduce en la masa del metal, i la suela del horno sirve jeneralmente para formar el otro electrodo; se emplean tambien electrodos en suspension. Cada electrodo se compone de varios carbones, de modo que levantando o bajando algunos de éstos se varía la seccion regulando la corriente i con ello el calor producido. Se consigue así mas homojeneidad en los productos obtenidos.

Los hornos mistos, presentan la ventaja de poder reducir la temperatura del arco usando el metal como resistencia. Ademas, empleando varios arcos el calor se reparte mas uniformemente en la masa metálica tratada. Usando resistencias estrañas se tiene la ventaja de no alterar la calidad ni la composicion del metal.

Algunos hornos, como los de *Gin i Leleux*, *Kjellin i Benedicks*, *Schneider* (Creusot), que se diferencia bien poco del anterior, tratan únicamente la fundicion para convertirla en fierro o acero. Otros como los de *Stassano*, *Keller*, *Heroult* i *Conley*, tratan el mineral con o sin horno especial para el afinado de la fundicion bruta; pueden tambien tratar la fundicion solamente.

HORNOS DE AFINAMIENTO DE LA FUNDICION

Horno Gin Leleux.—Destinado a la afinacion del fierro colado, consiste en un crisol que descansa sobre la suela del horno que sirve de catodo, siendo el anodo vertical i movible de modo que puede tocar el metal. La mezcla íntima del metal se consigue por

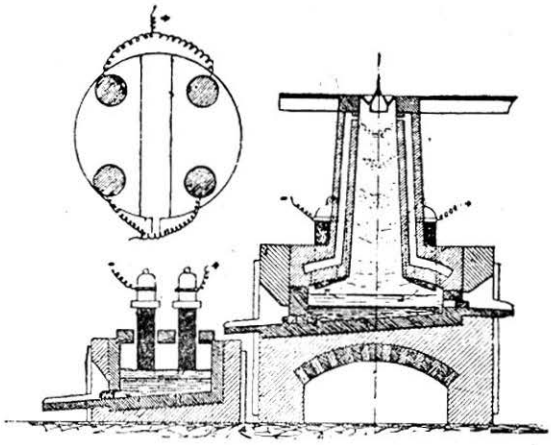


fig. 1 Horno eléctrico Keller

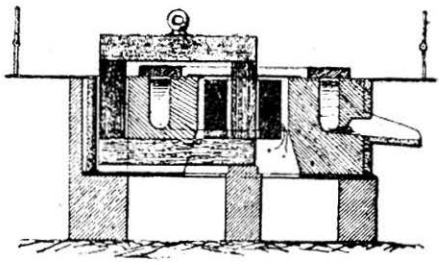


fig. 2 Horno eléctrico Kjellin i Benedicks

un movimiento de rotacion del crisol. La decarburacion es mui irregular, i una parte del carbon de los electrodos es absorbida por el metal fundido.

Horno Kjellin i Benedicks.—Este horno usado en Gysinge (Suecia), aprovecha la elevacion de temperatura que se produce por induccion haciendo que el metal obre como enrollamiento secundario de una bobina cuyo primario recibe una corriente de alta tension.

El horno consta (fig. 2) de un crisol anular de material refractario de modo que el metal se encuentra contenido en una canal circular cubierta superiormente por un anillo plano de sustancia refractaria. El centro del crisol anular es atravesado por una bobina cuyo núcleo es constituido por uno de los lados de un prisma rectangular de fierro que hace el papel de inductor magnético.

El aparato es, pues, un trasformador electro-magnético, en el cual la bobina constituye el enrollamiento primario, i el metal en la canal, el secundario, i como éste tiene una sola vuelta, resulta que a una tension dada en el primario corresponderá en el secundario una tension considerable i de aquí por la resistencia del metal, la elevacion de temperatura necesaria para las trasformaciones.

Para regular mejor la marcha del horno i obtener productos mas homojéneos, se vacia cada vez la mitad del metal en el crisol i se reemplaza por fundicion bruta.

Estos hornos pueden tratar 1,800 kgs. de metal en 6 a 7 horas, consumiendo 1,000 caballos-hora por tonelada de metal. La tension en el primario es de 3,000 volts.

La marcha de las operaciones es análoga a la del procedimiento Bessemer. Se trata la fundicion mezclada con fierro hasta conseguir una decarburacion mayor que la necesaria. Se agrega, en seguida, fierro manganeso (Spiegel) para conseguir la recarburacion deseada; se añade el tugsteno, cromo, i demas componentes del acero, se calienta i se vacia en los moldes.

Los aceros producidos en este horno se amoldan mui bien a causa de la ausencia de sopladuras, lo que se debe a la escasez de gases durante la fabricacion.

El rendimiento del horno es de 100 kgs. de acero en 24 horas i por caballo vapor.

HORNOS DE TRATAMIENTO COMPLETO DE LOS MINERALES

Estos son los que tienen mas interes para Chile, puesto que evitarian el empleo del coke que subsiste con los hornos descritos anteriormente.

Horno Stassano.—Se utiliza el calor del arco voltaico para reducir los óxidos metálicos i fundir la masa metálica resultante. El horno se compone de 2 troncos de cono superpuestos por sus bases mayores que forman una cámara *A* en la cual se reduce i funde el mineral. El metal cae al crisol *C* i se escurre por el orificio *f*. Los carbones entre los cuales estalla el arco tienen 10 mm. de largo i 1 m. de largo próximamente; la distancia de sus estremos se gradúa a mano segun la intensidad i el potencial de la corriente. Las escorias se escurren por un orificio situado en la parte mas alta del crisol, i los gases debidos a las reacciones se escapan por la parte superior del horno, tubos *t*.

Estos conductos terminan en una válvula hidráulica *B* que impide la entrada del aire en la canalizacion cuando está abierta la boca superior *T* del horno que permanece cerrada i por donde se hace la carga.

Los minerales (óxidos o carbonatos) son previamente calcinados, agregándoles despues carbon, cal o sílice en la proporcion conveniente para reducir el mineral i obtener el metal de la composicion determinada. El producto así obtenido se pulveriza i se le agrega 5 a 10% de alquitran para formar ladrillos, por medio de una prensa hidráulica, con los cuales se carga el horno.

Para obtener fierro o acero con manganeso, níquel o cromo, se agregan al producto anterior los óxidos correspondientes.

El calor producido por el arco voltaico descompone el mineral con formacion de ácido carbónico que se trasforma despues en óxido de carbono. La enerjía necesaria para producir una tonelada de metal puede estimarse en 3,000 caballos-hora. Para hacer la operacion en 6 a 7 horas se necesita un motor de 450 caballos.

	Hematita roja Fe_2O_3	Magnetita Fe_3O_4
Cantidad teórica de mineral necesario para producir una tonelada de metal (mineral de 70%....	1,429 kg.	1,380 kg.
Cantidad teórica de combustible necesaria para producir una tonelada de metal.....	357 »	317 »
Calor necesario para la reduccion del mineral.....	1,707 calorías	1,600 caloría
Calor necesario para la fusion del metal.....	400 »	400 »
Calor desarrollado por la trasformacion del carbono en óxido de carbono.....	773 »	686 »
Calor necesario para obtener las reacciones.....	1,334 »	1,314 »
Enerjía eléctrica (con duracion de 6½ a 7 horas)...	2,100 caballos hora	2,070 cab. hor.
Cantidad de óxido de carbono producido por tonelada de metal.....	750 kg.	666 kg.
Cantidad de calor que resulta.....	1,826 calorías	1.622 calorías nado.

La reduccion de una tonelada de fierro, por ejemplo, exije:

$$\frac{1,380 \times 48}{232} = 235 \text{ kg. de carbono}$$

o 317 kg. de combustible de 90 por ciento. Si se quiere producir acero se necesita una proporcion mayor de carbono. Ademas hai que considerar el carbono contenido en el alquitran con que se fabrican los ladrillos.

La preparacion previa del material quita al procedimiento todo carácter industrial, i ademas, tiene que aplicarse a lotes de mineral de misma lei; da buenos resultados únicamente con minerales puros i lei de 50 a 60%. Por estas razones el capitan Stassano ha modificado su horno convirtiéndolo en horno de reverbero, el cual va a ensayarse próximamente en Turin.

Como Stassano operaba con minerales mui ricos, de 70%, i enerjía hidro-eléctrica, mui barata por lo tanto, cuyo precio era de 18 francos por caballo al año, resultaba que el precio de la tonelada de metal era de 112 francos próximamente, es decir, tanto como lo que importa con altos hornos. En otras condiciones, es decir, con minerales pobres i enerjía termo-eléctrica, los hornos Stassano no podrán competir con los altos hornos modernos.

Horno Heroult.—El tipo construido por Heroult en 1901, va provisto de dos electrodos verticales paralelos que casi tocan el mineral o las escorias, pero permiten el estallido del arco voltaico entre cada electrodo i el metal.

Cuando se sacan las escorias se agrega una capa de óxido de fierro u otro mineral, para formar una capa oxidante de preservacion. Este horno ha dado mui buenos resultados.

Heroult ha construido un convertidor eléctrico Bessemer que permite obtener el acero de decarburacion. Dicho convertidor posee dos electrodos verticales graduados en su movimiento por pistones hidráulicos. Puede funcionar como horno de arco para fundir el metal i como horno de resistencia para el afinado, de modo que produce todas las clases de acero. La produccion ha sido de 2,200 kgs. de acero en 7 a 8 horas, gastando 3,000 caballos hora, tratando fundiciones mezcladas con fierro.

Otro tipo de horno Heroult es un verdadero alto horno que contiene únicamente el carbon para la reduccion, el cual se encuentra en contacto en la parte inferior con el mineral que llega por un conducto inclinado. La mezcla de los componentes se hace sobre la suela del horno que sirve de conductor i haciendo estallar ademas un arco voltaico entre entre ella i cada electrodo, con lo cual se provoca la fusion i carburacion del metal.

Horno Keller.—Este es un tronco de cono (fig. 1) con un ensanchamiento inferior en donde se encuentra el crisol para las reacciones, i en el cual se encuentran los cuatro electrodos dispuestos como se ve en el cróquis. Dichos electrodos están completamente sumerjidos en la albañilería, por cuyo motivo no carburan el metal. Se encuentran acoplados en paralelo i trabajan en tension, continuándose el circuito interior con el metal que se trata.

Se coloca el mineral sobre la suela del horno, dividida en tres segmentos para no

dar paso a la corriente, i bajando los cuatro electrodos se establece el circuito. Se levantan en seguida los electrodos para producir el estallido del arco voltaico, utilizando así la elevacion de temperatura provocada por éste i por la resistencia eléctrica del metal. En el momento de vaciar el metal se bajan los dos electrodos situados en el estremo opuesto al orificio de escurrimiento, poniéndolos en contacto con el metal, i se levantan los electrodos restantes provocando el arco voltaico que concluye las últimas reducciones i carburaciones. El óxido de carbono que se desprende en el horno se aprovecha haciéndolo circular por una serie de conductos a traves de las paredes del horno haciéndolo bajar a la suela en donde se quema.

Con este horno se fabrica únicamente la fundicion, i para obtener el acero, se usa el horno de afinacion Heroult, tipo 1901, o Heroult provisto de convertidor Bessemer.

El gasto de enerjía para el tratamiento completo hasta obtener el acero, es de 3,800 caballos-hora. El valor de la tonelada de mineral tratado es 110 francos i considerando que se pueden tratar minerales mas pobres que con el procedimiento Stassano, resulta que el horno Keller dá en realidad mejores resultados.

El Horno Harmet es una modificacion del horno Heroult, pero compuesto de dos partes: una cuba inferior en donde se reduce el mineral por el carbon, i otra superior en donde los óxidos recibiendo el calor desprendido de la cuba inferior, se calientan i se funden. Cada cuba tiene sus respectivos electrodos, i la inferior comprende varios grupos. Se utiliza aquí el arco voltaico i la resistencia eléctrica del mismo mineral.

Horno Conley.—Este horno, usado por la Electric Furnace Company, utiliza esclusivamente la resistencia eléctrica, no del metal sino de unos discos de plombajina o arcilla, lo cuales elevan su temperatura i con ellos el mineral que se encuentra en contacto Las resistencias ocupan todo el perímetro del horno i están dispuestas en dos pisos, el superior provoca la conversion del mineral en fundicion, que el inferior trasforma en acero, es, pues, un alto horno i tambien de afinacion, i en el cual la decarburacion es mas fácil i regular. El gasto de enerjía es de 5,000 caballos-hora para horno que producen 100 toneladas diarias i de 1,250 cuando la produccion alcanza 24 toneladas por dia.

Conclusiones.—De la esposicion anterior resulta:

1) Los hornos que han dado mejores resultados son los que utilizan la resistencia eléctrica del mineral i en los que se ha evitado el contacto directo del metal con los electrodos.

2) Que el gasto de enerjía eléctrica es de 3,000 caballos-hora por tonelada de fundicion i que puede subir a 5,000 caballos para el tratamiento completo del mineral.

3) Que si bien es cierto que se utiliza el calor provocado por el arco voltaico o por las resistencias al paso de la corriente, no se evita el empleo del coke como cuerpo reductor.

El valor de la tonelada de metal elaborado es variable segun las condiciones. En Gysinge el caballo año vale 100 francos. Con el horno Stassano bajaba a 36 francos i la Electric Furnace Company en EE. UU. lo avalúa en 75 francos. Hai que considerar tambien el importe del carbon reductor i de los electrodos, i segun Gin, dichos factores intervienen en el precio de tratamiento completo de una tonelada de acero elaborado, en la forma siguiente:

Enerjía eléctrica, 3,000 caballos-hora, próximamente	frs.	30
Coke para la reduccion.....		16
Importe de los electrodos.....		19
TOTAL	frs.	65

El último factor es constante, pero los dos primeros varian en sentido inverso: en los paises montañosos, donde se podrá tener enerjía hidro eléctrica barata, el coke es jeneralmente caro; lo contrario pasará en los demas paises.

Si se trata de afinar la fundicion, el gasto de enerjía eléctrica baja a 1,000 o 1,200 caballos-hora, i si el horno eléctrico de afinacion está anexo a un alto horno, dicho gasto podrá reducirse a 500 caballos-hora. En Europa i Estados Unidos podrá ser mas económico conservar los altos hornos i anexarles el horno de afinacion o el convertidor eléctrico, escepcion hecha de minerales mui ricos, carbon mui caro i enerjía hidráulica mui barata, como es el caso en Italia. Chile se encuentra en condiciones análogas a este pais, i, en consecuencia, no seria aventurado suponer que la futura industria del fierro entre nosotros podrá aplicar con ventaja el tratamiento eléctrico completo de los minerales.

Electrometalurjia del aluminio. — Mencionaremos aquí los buenos resultados obtenidos en el tratamiento del aluminio, por medio de los hornos eléctricos de Siemens, Moisson, Cowlesi Héroul, etc., utilizando la gran elevacion de temperatura desarrollada por el arco voltaico. No detallamos los procedimientos por que no tienen aplicacion en Chile.

***

Tales son, señores, lijeramente espuestas, las conclusiones a que pude arribar en mis estudios. Creo haber dirijido mis investigaciones en el sentido mas práctico, inspirándome para ello en las necesidades de Chile tantas veces formuladas por todos los injenieros distinguidos, así nacionales como estranjeros, que han trabajado entre nosotros.

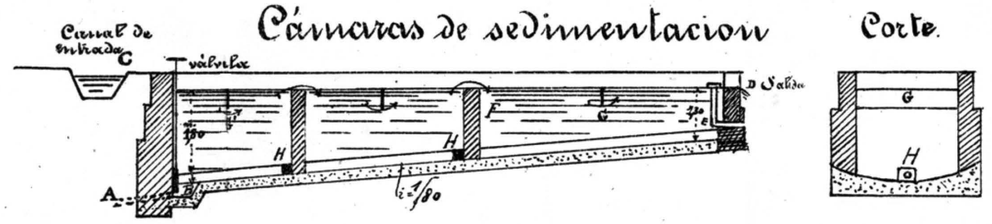
Ahora solo resta que el Supremo Gobierno, inspirándose en las mismas razones que motivaron nuestro envío a Europa i en la manifiesta conveniencia que hai de utilizar, o por lo ménos, de poner a prueba la esperiencia que hemos adquirido en los trabajos i construcciones que hemos estudiado, utilize, sin reservas, nuestra modesta cooperacion.

En este sentido solicitamos el apoyo del Instituto de Injenieros, seguros de que ello corresponderá al mas elevado de sus fines, i mui particularmente la cooperacion, que puede ser tan eficaz, de nuestro distinguido Presidente.

DELFIN GUEVARA

Depuracion de aguas de cloaca.

Cámaras de sedimentacion

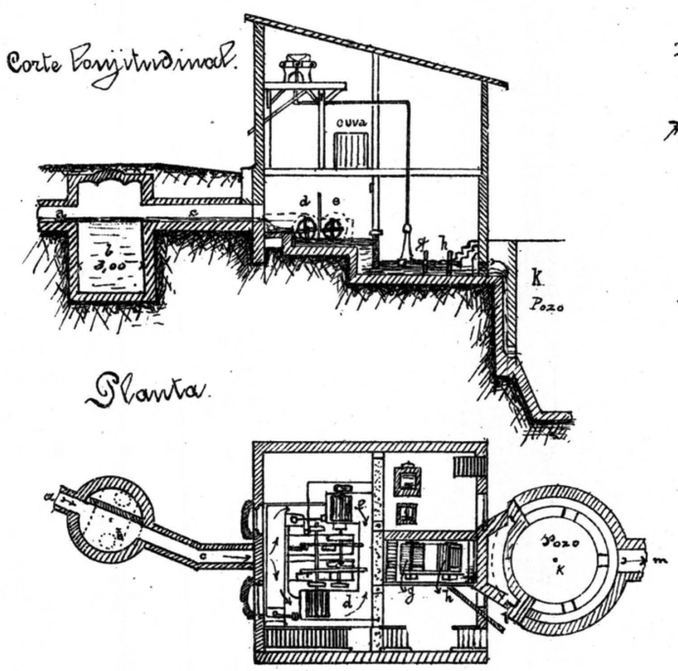


Corte.

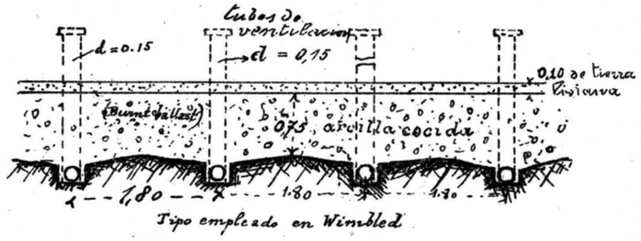
Procedimiento Müller Nahnsen.

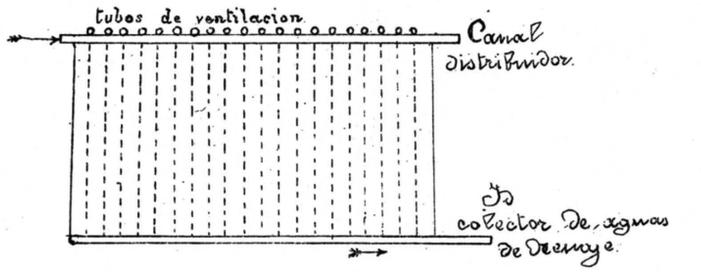
Instalacion de Bale. (Alemania)

Corte Longitudinal.



Seccion Longitudinal de un filtro artificial.





Planta esquemática de un filtro.

Lit. Esmeralda, Bandera 30