

BOLETIN
DE LA
Sociedad Nacional de Minería

DIRECTORIO DE LA SOCIEDAD

Presidente
Cárls Besa

Vice-Presidente
Cesáreo Aguirre

Director Honorario
ALBERTO HERRMANN

Andrada, Telésforo
Avalos, Cárls G.
Correas R., Ramon
Chiapponi, Márcs
Echeverría Blanco, Manuel

Elguin, Lorenzo
Gallardo González, Manuel
Gandarillas, Javier
González, José Bruno
Lecaros, José Luis

Lira, Alejandro
Martinez, Aristides
Pinto, Joaquin N.
Sundt, Lorenzo
Tirapegui, Maulen

Secretario
ORLANDO GHIGLIOTTO SALAS

Perforadoras para minas i modo de usarlas

No es mi idea en este artículo discutir los detalles mecánicos de las perforadoras; pues al embarcarse en tal empresa, seria necesario escribir un libro para darle cabida a cientos de patentes, que aunque basadas todas en un mismo principio, se diferencian en sus construcciones mecánicas, potencias, economías en el trabajo, etc.

Razon es esta por la que aconsejo a aquellas personas que deseen implantar el uso de perforadoras, estudien cuidadosamente en catálogos o libros de referencias que las fábricas proporcionan, o tomen notas prácticas, si tienen la oportunidad, del trabajo ejecutado por esta o aquella marca antes de hacer un pedido.

Una práctica de 6 meses trabajando con perforadoras de aire comprimido en el famoso distrito minero de Butte (Montana), me permite dar a mis lectores algunos detalles prácticos concernientes al uso de ellas i modo de subsanar dificultades, que mui a menudo se presentan cuando caen éstas en manos de jente inexperta.

El primer paso que un minero debe dar, es examinar cuidadosamente los barrenos, los que deben estar completamente rectos i afilados, con ello se salva

un 50 % del trabajo. Cuando un barreno tiene la mas lijera dobladura, se atraca contra las paredes del tiro, impide el funcionamiento de la perforadora i como resultado hai que retirar éste i colocar uno nuevo en perfectas condiciones, el que a la vez, tropieza con el inconveniente de que el taladro ya hecho, ha tomado ciertas formas que impiden a éste hacer su trabajo regular.

El segundo punto es el escojer un lugar donde poner la barra o tripode, en las que va montada la perforadora, que presente las seguridades requeridas i de donde se puedan labrar mayor número de tiros sin desmontar éstas; i por último recorrer, aceitar i ver que todos los ajustes estén en completo orden.

Con arreglo a estos tres puntos principales haré capítulos apartes de ellos, tomando como primero el último.

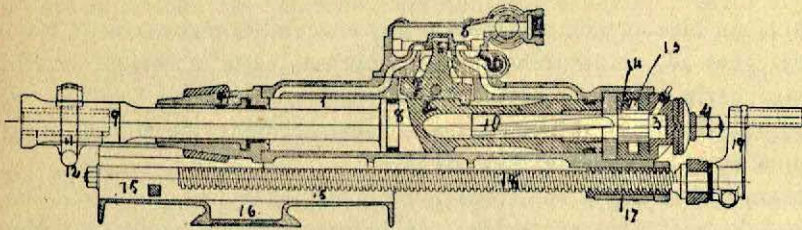
I

PERFORADORAS

Las perforadoras de aire comprimido de movimiento rotatorio aun están en uso en la minas de Europa; pero en Norte América, pais donde han tomado estas su mayor desarrollo, se han desechado por completo, reemplazándolas por perforadoras de movimiento de percusion.

El modo como ellas trabajan i el principio en que están basadas creo es conocido por mis lectores, por lo que solo me limitaré a dar un dibujo de una de las últimas marcas salida al comercio, enumerando las diversas piezas de que se compone.

Estas son:



1. Cilindro.
2. Parte frente del cilindro i empaquetadura donde el piston trabaja.
3. Parte posterior del cilindro.
4. Tuercas que cierran la parte posterior del cilindro.
5. Caja de aire.
6. Válvula de distribucion del aire.
7. Válvula movida con la culata del piston en cada retroceso.
8. Piston.
9. Cabeza del piston donde va el orificio para poner el barreno.
10. Resorte que hace jirar el piston cada vez que éste retrocede.
11. Pieza que apreta la cabeza del barreno en el orificio del piston.

12. Pieza en forma de U con tuercas en ambos extremos que ajusta la pieza 11.
13. Uñetas movidas por resorte que no permiten que el engranaje que jira el piston, jire en direccion opuesta.
14. Engranaje donde operan las uñetas.
15. Piezas donde va montado el cilindro.
16. Disco que ajusta la perforadora al trípode o barra.
17. Rosca que hace avanzar el tornillo 18.
18. Tornillo que hace avanzar el cilindro.
19. Mano de este tornillo.

El tamaño de las perforadoras es dado segun el diámetro de su cilindro. Así tenemos, una perforadora núm $3\frac{1}{4}$ es aquella en que el diámetro de su cilindro es $3\frac{1}{4}$ pulgadas.

Las menores hasta hoy dia fabricadas, con respecto a minas, son de cilindros de $2\frac{1}{4}$ a $2\frac{1}{2}$ pulgadas llamadas *Baby drills* (perforadoras guaguas) o *one man drills* (perforadoras para un hombre). Este último nombre es dado porque pueden ser trasladadas o colocadas en cualquier parte por un sólo hombre.

Las mas comunmente usadas en minas, son las perforadoras de cilindros de $3\frac{1}{8}$ a $3\frac{1}{4}$ pulgadas. Mas aun, cuando la roca es bastante dura i los taladros necesitan ser profundos, las perforadoras de $3\frac{5}{8}$ pulgadas han sido las que han dado los mejores resultados.

No ha mucho lei en un informe sobre las minas de Treawell (Alaska), que en la profundizacion de un pique, los pies taladrados por perforadoras de $3\frac{5}{8}$ sobrepasaron en un 30% a los ejecutados por perforadoras de $3\frac{1}{4}$. Sin embargo la mayor presion que ellas necesitan i su enorme peso hacen que sean usadas solo en casos excepcionales.

Como se ve, esta diferencia de tamaños i trabajo que cada una ejecuta, hace que la seleccion para obtener resultados económicos, dependa en jeneral de la menor o mayor dureza del cerro, condiciones locales e *ideas personales*.

En la tabla que en seguida incluyo doi datos aproximados sobre los principales puntos concernientes a perforadoras de aire comprimido.

Para esto he tomado el término medio de datos recopilados sobre diferentes marcas.

Diámetro del cilindro en pulgadas	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{8}$	$3\frac{1}{4}$	$3\frac{1}{8}$	$3\frac{5}{8}$
Distancia en que viaja el piston (pulgs.)	5	6	$6\frac{1}{2}$	$6\frac{3}{8}$	$6\frac{5}{8}$	$7\frac{1}{4}$
Largo de las perforadoras con el piston estendido (pulgs.)	36	43	50	50	50	52
Hondura del taladro sin cambiar barreno (pulgs.)	15	20	24	24	24	24
Diámetro del orificio para inyectar el aire (pulgs.)	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	1	1	$1\frac{1}{2}$

Golpes por minuto con una presión de 60 libras.....	500	450	375	350	325	300
Hondura vertical que cada perforadora puede taladrar con facilidad (piés).....	6	8	10	14	16	20
Diámetro del taladro (término medio, (pulgs.).....	$\frac{3}{4}$ a $1\frac{1}{2}$	1 a $1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$ a $2\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$ a $2\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{4}$ a $2\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$ o 3
Diámetro del acero usado como barrenos (pulgs.).....	$\frac{3}{4}$ a $\frac{7}{8}$	$\frac{7}{8}$ a 1	1 a $1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{8}$ a $1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{8}$ a $1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$ a $1\frac{3}{8}$
Caldera necesaria para cada una de ellas (H. P.).....	6	8	8	9	10	12
Diámetro de los cañones para trasportar el aire	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	1	1	$1\frac{1}{4}$
Peso de las perforadoras sin sus accesorios (libras)	128	190	265	315	285	390
Trípode sin sus pesos en las piernas.....	80	160	160	160	210	275
Pesos que se colocan en las piernas del trípode (libras).	120	270	270	285	330	375
Total, peso de las perforadoras, con trípodes, herramientas i empaquetadura (libras)	415	660	820	885	952	1230
Precio de las perforadoras con sus herramientas, sin trípode o columna (dollars).....	170	200	225	250	275	295
Trípode i sus pesos (dollars)..	30	50	50	50	50	55

El valor de los barrenos depende del peso, pagándose tanto por libra de acero, como asimismo, el precio de la barra o columna se da a tanto por libra de fierro.

II

Teniéndose ya una idea de las perforadoras, la parte principal es saber cómo manejarlas.

Con referencia a esto me voi a permitir dar ciertas reglas prácticas en el menor número posible de palabras.

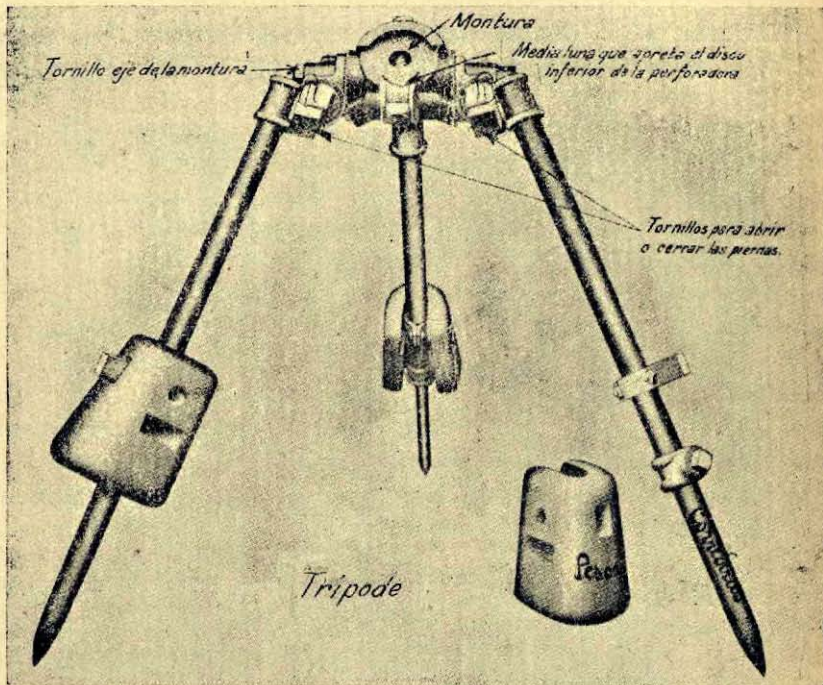
Supongamos vamos a usar un trípode como soporte de la perforadora.

Para ello tenemos que:

1.º Limpiar la labor de toda materia suelta sobre el sitio donde se piensa taladrar los tiros; pues esto haria perder al barreno su centro, por no presentar la solidez conveniente para el trípode. Si al frente de la labor donde se piensan colocar los tiros se encuentran rocas sueltas o quebradas, conviene, por medio del chuzo o cuña, desprender éstas hasta obtener roca firme.

2.º Al colocar el trípode debe dársele una buena abertura a las piernas para asegurar su estabilidad, pues la vibración de la perforadora en trabajo es enorme. Con el pico u otra herramienta conviene hacer 3 hoyos en la roca para las piernas del trípode, con ello se impide el resbalamiento de éstas.

3.º Habiéndose colocado el trípode con la corredera de cada pierna, debe



tratarse de poner la montura donde va la perforadora a nivel i atornillar éstas lo mejor posible.

4.º Si la perforadora no está montada se procede a ello. Conviene fijarse que la media luna que aprieta el disco inferior de la perforadora esté completamente abierta; esto facilita la colocacion; en caso contrario, hai que bajar la perforadora del suelo, desatornillar i volverla a suspender, lo que hace un trabajo bastante penoso por su enorme peso.

5.º Se atornilla esta media luna hasta que sea por sí sola capaz de sostener la perforadora, se da a ésta la direccion en que se desea trasladar el tiro i se atornilla por completo. Se afloja el tornillo eje de la montura donde va la perforadora i se le da inclinacion a éste.

Estas son mas o ménos las reglas jenerales que deben seguirse cuando se usa trípode.

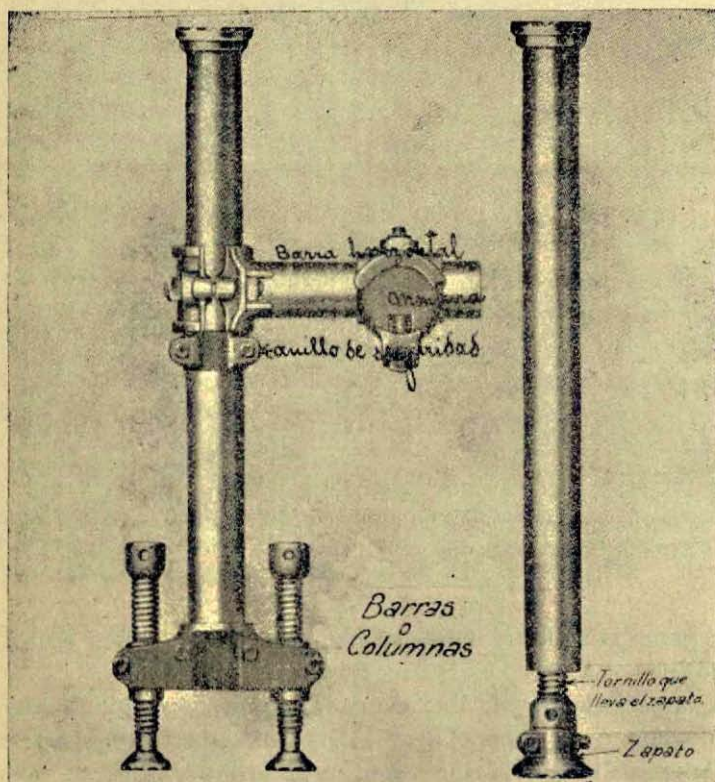
Antes de entrar en una descripcion del modo como trabajan las perforadoras voi a dar otra lista de condiciones para cuando se usa una columna de fierro o barra como soporte.

No mucho tiempo atras, un carrito sobre rieles era el destinado a la

instalacion de una perforadora; aunque en actual uso en Europa, los norteamericanos lo han sustituido por una columna de fierro de 3 a 5 $\frac{1}{2}$ pulgadas de diámetro, como lo muestra la figura que incluyo.

En socavones o galerías dicha barra por lo comun se coloca verticalmente, como asimismo en posición horizontal cuando se trata de una labor demasiado alta o pique.

Las ventajas de esta columna sobre el método de carritos es que con estos últimos, despues de tronar los tiros, hai necesidad de limpiar por completo la



labor i agregar rieles, ántes que se pueda dar principio a nuevo trabajo, lo que con la barra sólo hai necesidad de limpiar el lugar donde va ésta si las circunstancias así lo requieren.

El uso de la columna es preferible bajo todo punto de vista sobre el trípode, siempre que ésta pueda ser usada, por dar mucha mas estabilidad a la perforadora i por consecuencia ménos probabilidades que el taladro se tuerza. Mas aun, en arranque de macizos se puede colocar ésta entre los cuadros de enmaderacion, lo que para el trípode en ocasiones en que se trabaja sobre roca suelta es bastante difícil encontrar lugares firmes para asentar cada pierna de éste, demandando ello la colocacion de un piso bastante sólido para trabajar sobre él.

En trabajos de minas es necesario tener una coleccion de barras de diferentes largos que se adapten al lugar donde se actúa.

Ultimamente se ha puesto en uso el conectar una barra horizontal con la vertical, llevando aquélla la perforadora. Las mayores dimensiones para ámbas son $3 \frac{1}{2}$ piés para la primera i 9 para la segunda.

La ventaja de esta barra horizontal es que la perforadora se puede mover a su largo, pudiéndose con ello dar mejores direcciones a los tiros.

La columna vertical lleva en su extremo inferior uno o dos zapatos conectados con el resto de la barra por tornillos, que sirven para apretar ésta contra cielo i piso de la labor.

Así como para el trípode la colocacion de la barra es susceptible a ciertas reglas. Así tenemos:

1.^a Pedazos de tablones libres de nudos se ponen entre la parte superior e inferior de la barra contra la roca, cuñas de diferentes espesores, de mas o menos un pié de largo, se intercalan entre los tablones i el cerro, con el objeto que éstos presenten una superficie completamente horizontal i que la resistencia de ellos contra la roca sea igual en todas partes.

2.^a La barra siempre debe estar a plomo cuando se usa verticalmente i a nivel cuando en posicion horizontal.

3.^a Habiéndose colocado los maderos se aprieta el tornillo que lleva el zapato hasta que la barra presente una solidez absoluta, se corre la montura i anillo de seguridad que lleva la perforadora hasta mas o ménos la altura del vientre i se procede a colocar ésta.

Fíjese que la llave para atornillar esté a mano, pues mientras un hombre atornilla, el otro tiene que soportar todo el peso de la perforadora, lo que no es posible por mucho tiempo.

Un sinnúmero de otros pequeños detalles, especialmente cuando se trabaja con barra horizontal conectada con la vertical o diferentes clases de trípodes, son verdaderamente imposible de explicarlos fuera del campo de accion.

III

BARRENOS I MODO DE OPERAR

La forma del corte de los barrenos para perforadoras de percusion son en forma de cruz + o equis X; con escepcion en forma de rosa ✻ o zeta Z.

Teroricamente los barrenos en forma de X aventajan a los de en forma de +, per la razon que sus cortes, en una completa revolucion, no golpean en el mismo lugar, como sucede con estos últimos; sin embargo, ellos son mucho mas fácil de afilar que los de equis, cuando el trabajo se hace a mano.

La operacion de templar i afilar los barrenos es mas difícil i delicada que lo que parece, no tanto por la pérdida de acero como por la enorme economía en el trabajo en jeneral. Un administrador de minas no debe fijarse en pagar un salario alto con tal de obtener un buen herrero. Ello siempre reporta economías. Para ser capaz de conocer esto no es necesario ser herrero, pues el arte

de afilar i templar barrenos es posible aprenderlo, leyendo lo concerniente a ello, fijándose como se hace el trabajo i tomando informaciones cada vez que se tenga oportunidad. Una persona con educacion si pone un poco de cuidado en este trabajo, en poco tiempo puede corregir a herreros prácticos, aunque jamas haya tomado un martillo en sus manos.

Algunas palabras me voi a permitir sobre este punto por creerlo de importancia.

Un factor esencial para buenos resultados es el obtener acero adecuado para barrenos. Este acero contiene de 0,8 a 1% de carbon. Si calentándolo pierde éste parte del carbon por oxidacion, el acero se ablanda i los barrenos que resultan se mellan con facilidad. Para salvar esto deben tenerse presente los siguientes puntos: 1.º El barreno no debe tenerse por mucho tiempo en el fuego i el calor no debe llevarse mas allá del rojo de cereza; 2.º El viento del soplete no debe ser demasiado fuerte ni dar directamente sobre el barreno; 3.º Que la capa de carbon sea bastante gruesa especialmente al lado de donde viene el viento, jamas mantener los barrenos en un fuego casi consumido, en contacto con las cenizas, i por último, no calentar mas acero que el rigurosamente necesario.

Si se atiende a estos tres puntos principales se salvará la oxidacion o sea pérdida de carbon en el acero.

Para templar los barrenos destinados a perforadoras, despues de haber sido afilados, se colocan en una vasija con agua a cuyo nivel hai un harnero de manera que solo el bocado de éstos esté en contacto con ella.

Ultimamente en las grandes minas se usan máquinas para ejecutar este trabajo, resultando bastante económico, aunque, por datos que he tomado, no se obtienen tan buenos barrenos como los afilados a mano. La razon la ignoro. El término medio del trabajo de estas máquinas es de 35 a 40 barrenos por hora.

MODO DE OPEAR

Para el trabajo de una perforadora es necesario 2 hombres: uno a cargo de ella i el otro como ayudante.—El número de barrenos necesarios es de 4 a 6, segun la profundidad de los tiros, pues cada uno de ellos no puede hacer un trabajo mayor de 2 piés, máximo del largo del tornillo que hace avanzar el cilindro de la perforadora. Conviene siempre tener 2 o 3 barrenos de repuesto para cada uno, especialmente *pateros* pues éstos son los que se mellan con mas facilidad.

1.º Hábiéndose asegurado que todo está en completo órden, se procede a conectar la tripa trasportadora del aire con la perforadora; para ello conviene ántes de todo, abrir la llave del aire con el objeto de hacer volar todo polvo o piedrecillas que haya en ella i poner un poco de aceite, el que mas tarde va a la parte interior de la perforadora arrastrado por el viento.

2.º Se coloca el barreno patero en la abertura que hai para ello en la cabeza del piston. Fijese que la parte delgada del barreno destinada para este orificio éntre hasta el fondo ántes de apretar la pieza U que lleva el barreno.

Este barreno debe estar en perfectas condiciones, con todos sus cortes sanos i afilados; de otra manera es bastante difícil principiar un tiro.

3.º Se empuja el piston a mano hácia atras hasta que golpee el cilindro i enseguida de nuevo hácia adelante; si el barreno no alcanza la roca se da vuelta al tornillo que hace avanzar el cilindro de la perforadora i se trata de nuevo. En el punto señalado por el barreno, con el pico i combo se alisa lo mejor posible, se aceita el piston i se da aire.

4.º Debe mantenerse la máquina trabajando lo mas despacio posible, i no con todo el piston, hasta que se haya barrenado por lo ménos $1/4$ a $1/2$ pulgada, de otro modo los cortes del barreno se saltan o se achatan i el tripode o barra se descompone por no tener la perforadora un punto fijo de apoyo.

5.º Se da aire gradualmente hasta la completa abertura de la llave. No debe olvidarse de hacer avanzar la perforadora i mantenerla trabajando atracada hasta estar seguro de que se está en roca firme.

6.º Debe pararse una media pulgada o 1 pulgada ántes que la perforadora haya avanzado todo el largo del tornillo; por la razon que si el barreno no tiene un fondo contra que chocar, es posible que el piston haga volar la emboquilla dura delantera del cilindro.

7.º Antes de colocar el segundo barreno debe limpiarse por completo el taladro, accion que de aquí en adelante el ayudante mantiene por medio de un alambre estando la perforadora en trabajo. Esto es, cuando se trabaja sin agua, lo que solo se puede hacer cuando el taladro tiene una direccion hácia arriba.

8.º Cuando se coloca un nuevo barreno, se debe empujar a mano el piston hácia adelante para estar seguro de que éste choca con el fondo, de lo contrario puede suceder lo que se dice en el número 6;

9.º De nuevo no debe darse todo el aire, porque puede ser que al pasar el primer barreno haya dejado éste algunos picos en el fondo o una seccion no completamente redonda, que hará que el nuevo barreno se salte o se atraque.

10. Debe tratarse siempre de trabajar con todo el piston, para aprovechar por completo la accion de la perforadora. Esto se conoce por el ruido del choque.

11. Cuando se usa agua el ayudante debe de mantener ésta en tal cantidad que no haya lugar a la formacion de barro.

Estos son mas o ménos los puntos principales que debe atender el que esté a cargo de una perforadora.

Sin embargo, por mucho cuidado que se ponga, siempre se tropieza con un sinnúmero de inconvenientes que hacen que la perforadora no funcione. Es aquí cuando el hombre que está a cargo de ella debe usar mucho tino para subsanar los obstáculos i no forzar la máquina bajo ningun punto de vista.

Siguiendo el método anterior principiaré a enumerar los inconvenientes que mas a menudo se presentan i modo como subsanarlos.

1.º Lo mas desesperante i comun en un trabajo con perforadora es que se ataque el barreno contra las paredes del tiro. Cada vez que esto tiene lugar, lo corriente entre los mineros es tomar la llave con que aprietan la perforadora i golpear viciosamente el barreno, hasta que éste se suelta; lo que muchas ve-

ces acarrea como consecuencia la dobladura del pistón o barreno o la quebra. dura de este último. Golpes moderados cerca de la boca del taladro son tan eficaces como los primeros i de ninguna manera peligrosos.

2.º De 10 veces que el barreno se pega, 9 son porque el taladro va torcido Para ello, el mejor remedio es mover la perforadora i colocarla de tal manera que contrarreste lo mas posible la torcedura o afloje un poco el tornillo eje que lleva la montura donde va la perforadora como lo mismo aquel que aprieta la media luna contra el disco de ésta i hacer funcionar la máquina lo mas despacio posible para que el barreno por si sólo encuentre su centro.

3.º Si el bocado del barreno tropieza con una faja inclinada de roca de mayor consistencia de la que se está taladrando, resulta que éste se resbala sobre ésta, con tendencia de seguir la línea de contacto hácia abajo, si tal es la inclinacion de la roca. Lo mejor de este caso, es poner en el taladro pedacitos de cañones de gas o de cualquiera otra clase de fierro colado. El barreno fuerza este fierro contra la roca mas blanda, llenando la parte baja del hoyo, con lo que se forma una superficie mas o ménos a nivel i suficientemente firme para impedir su desvío. Muchas veces pedacitos de cuarzo hacen este trabajo; si la roca es mas blanda que éste.

4.º En cualquier caso, cuando el barreno se aprieta, conviene retroceder la perforadora i hacerla avanzar de nuevo con mas o ménos $3/4$ partes del aire i mantenerla así por algunos minutos hasta que se suelte por completo el barreno.

5.º Muchas veces tal inconveniente es causado por el barreno en sí mismo al cual puede habersele quebrado uno de los cortes o éstos no forman un círculo exacto con relacion al centro, trabajo que mui a menudo se obtiene de un mal herrero.

6.º En repetidas ocasiones, cuando se trabaja en seco, el taladro cruza zonas húmedas, formando las segregaciones de esta parte, una especie de masa gredosa que impide el barreno su funcionamiento; para esto no hai mas que desconectar el barreno i poner un pedazo de cañon en el taladro por el cual se inyecta aire; tal presión remueve todo i bota hácia atras los pedazos de barro apermasado. Ordinariamente la limpia del hoyo por medio de la cucharilla hace el trabajo.

7.º La formacion de esta arcilla está en relacion directa con la dureza de la roca. Entre mas blanda la roca mayores probabilidades para su formacion. El modo mas efectivo de removerla, es mantener agua constantemente en el taladro, en tal cantidad que no dé lugar a que se formen barro. Para esta operacion, cuando el tiro tiene una direccion hácia arriba, se usa una vasija que trabaja por medio de aire comprimido, conectada con una manguera que lleva el agua al taladro. Cuando el centro de gravedad lo permite, solo es necesario mantener agua por medio de un jarro, lo que es mas usual.

En algunas rocas el número de piés taladrados en un dia usando agua ha sobrepasado en un 35% a los piés taladrados en seco, i el gasto de los barrenos ha sido mui inferior.

8.º Si hai necesidad de mover la perforadora de un lugar a otro, o al des-

montarla, fijense que el piston esté dentro del cilindro, pues es fácil que éste se doble cuando se deja caer la perforadora.

9.º Cuando se trabaja con una perforadora nueva cuídese de aceitarla constantemente, pues los ajustes están tan apretados que permiten mui poco aceite entre ellos.

10. Cuando la perforadora no está en uso, conviene mantener piston i válvulas mui bien aceitadas para impedir el amohosamiento de éstos.

11. Cuando se trabaja conviene tener algunos repuestos de la pieza en forma de U que lleva el barreno, i tener cuidado que el herrero las haga bien, pues éstas duran poco i se quebran cuando ménos se piensa. Si esta pieza no ajusta perfectamente, debe sacarse i ponerse una nueva, pues es materialmente imposible trabajar con ella suelta.

12. En rocas bastante duras mui a menudo sucede que el bocado se mella de tal manera que los cortes se redondean mas de lo comun, resultando que, cuando se pone un nuevo barreno, el hoyo es tan angosto que no permite llegar éste al fondo. En este caso se coloca el barreno i se empuja hasta donde pueda entrar, se hace avanzar la perforadora, se pone el barreno en el orificio de la cabeza del piston destinado a él i se da todo el aire sin apretar la pieza U; esto casi siempre hace llegar el barreno al fondo, se retrocede la perforadora e igualmente el barreno, se hace jirar éste a mano i se repite la operacion tantas veces como sea necesario para que éste dé al fondo sin dificultad.

13. Para impedir la dobladura de los barrenos, el mayordomo de minas debe prohibir estrictamente el uso de ellos para palanquear rocas u otro trabajo que desperfeccione éstos.

Estos son mas o ménos los inconvenientes que mas a menudo se presentan.

No es mi idea por cierto, que las condiciones que doi en el curso de este artículo sean tomadas como reglas jenerales; pues ellas varían de un lugar a otro, segun las rocas, formaciones jeológicas del cerro como asimismo de ideas personales para el manejo; por lo que, para dar esta serie de reglas, si así se me permite llamarlas, he elegido aquellas que, en casos normales, se presentan con mas frecuencia.

GUILLERMO A. ALAMOS



Produccion mineral de la India en el año de 1906

Por considerarlo de interes para nuestra industria minera, hemos extraido de un extenso informe presentado por Mr. T. H. Holland, Director de la Oficina Jeológica (Survey) de la India, las siguientes citras de la produccion mineral de la India.

	Valor en libras esterlinas	
	Año de 1906	Año de 1905
Oro.....	2.230,284	2.416,971
Carbon de piedra.....	1.912,042	1.416,443
Petróleo.....	574,238	604,203
Sal.....	420,901	441,392
Nitrato de potasa (Saltpetre).....	270,547	235,723
Manganeso bruto (Ore).....	435,268	248,309
Mica.....	259,544	142,008
Rubíes, Záfiro i «spinel».....	96,867	88,340
Jade.....	64,433	45,474
Grafito.....	10,009	16,890
Hierro (Ore).....	11,341	13,827
Estaño en bruto (Tin-Ore).....	13,799	9,917
«Chromite».....	7,188	3,482
Diamantes.....	5,160	2,474
Silicato de magnesia (Magnesite)..	488	550
Ambar.....	709	945
TOTALES.....	£6.312,818	£ 5.689,948

CARBON DE PIEDRA

Valor término medio en las minas

Produccion en 1906

9.783.250 toneladas.—Valor, £ 1.912.042— £ 0.3.11 tonelada.

Produccion en 1905

8.417.739—toneladas.—Valor, £ 1.419.443— £ 0.3.4 toneladas

Asistencia diaria de trabajadores en las minas en 1906.— 99.138 trabajadores
 Producto por trabajador empleado en 1906.—98,68 toneladas, contra 93,5 en
 el año de 1905.

Producto por trabajador *abajo en las minas*: en 1906.—145 toneladas.

Producto por trabajador *abajo en las minas*: en 1905.—136.6 toneladas.

ORO

	Onzas	Valor en libra
Produccion en 1906.....	581.545	£ 2. 230,284
Id. en 1905.....	630.818	2.416,971

PETRÓLEO

	Galones
Produccion en 1906.....	140.553.122
Id. en 1905.....	144.698.444

SAL

Produccion en 1906.....	1.225.465 toneladas.
Id. en 1905.....	1.291.137 id.

La importacion de sal estranjera durante el año de 1906 aumentó en cantidad i valor, ascendiendo a 512.328 toneladas, valor £ 488.127, contra 454, 832 toneladas, valor £ 439.071, término medio de los años de 1902 a 1905.

Observacion del infrascrito.—Desde hace un año, una casa española ha comenzado a importar en grande escala, sal de superior calidad procedente de las salinas de Torrevieja, cerca de Málaga o Alicante, España, lo cual es probable ocasiona una revolucion en el mercado de dicho artículo, no solamente porque muchos consumidores prefieren la sal española, sino porque los introductores están resueltos a apoderarse de este importante mercado, i están en situacion de hacer considerables rebajas en los precios.

La sal paga un impuesto de una rupia (\$ 0,33 centavos, oro de 48 d.) por 80 libras, desde el 20 de marzo de 1907, o sea media rupia ménos que anteriormente.

NITRATO DE POTASA (SALTPETRE)

	Peso, cwts. 112 lbs.	Valor en lbs.	Valor por cwt. de 112 lb
Produccion en 1906.....	347.251	270 545	£ 0.15,6
Id. en 1905.....	313.122	235.723	0.15,1

Durante el año de 1906, 50.469 trabajadores fueron ocupados en la industria del nitrato de potasa en Behar, distrito en donde se obtiene la mayor parte del artículo.

MANGANESO BRUTO (ORE)

Produccion en 1906	495.730 toneladas.—	Trabajadores.....	12.607
Id. en 1905.....	253.896 id.	id. 6.811
Id. en 1904.....	150.297 id.		

MICA

Esportacion en los últimos cinco años

Año	Peso en cwts. de 112 libras	Valor en libras
1902.....	17.786	£ 76.056
1903.....	22.106	90.297
1904.....	18.250	83.183
1905.....	25.837	142.008
1906.....	54.193	258.782

RUBÍES, ZÁFIROS I «SPINEL»

La producción de estas piedras preciosas, según el informe de las Compañía de Minas de Rubíes de Birmania (Burma), durante el año terminado el 28 de febrero de 1907 fué de 326.855 quilates, valorados en £ 95.540, contra un valor de £ 88.340 por el período correspondiente en 1905-1906. Aquel valor se descompone como sigue:

Rubíes.....	Valor £ 93.023	Trabajadores diarios
Záfros.....	id. 1.132	En 1906..... 2.367
«Spinels»	id. 1.385	En 1905..... 1.805
Total.....	<u>£ 95.540</u>	

Durante el año de 1906, se trabajaron de nuevo las minas de záfros en Cachemira (Kashmir), obteniéndose un producto de 2.837 quintales, valorado en £ 1.327.

JADE (Jadeite)

El mineral de «Jadestone» esportado por el puerto de Rangoon, Birmania, (Burma), es como sigue:

Año	Peso, cwts. de 112 libras	Valor por 112 libras	Valor total
1902.....	3.843	£ 9.59	£ 36.850
1903.....	2.192	23.08	50.582
1904.....	2.869	15.32	43.946
1905.....	2.342	18.56	43.474
1906.....	2.566	25.11	64.433
Término medio	2.762	17.33	47.857

En Myitkyina, distrito de Alta Birmania (Burma), lugar de la producción, la asistencia media diaria de trabajadores fué de 1.038 en 1906, i de 1.085 en 1905.

GRAFITO

La producción total de grafito crudo ha sido la siguiente:

En 1906.....	2.600 toneladas,	valoradas en £ 10.009
En 1905.....	2.324 id.	id. en 16.890

HIERRO EN BRUTO (IRON-ORE)

Producción en 1906.....	75.295 toneladas métricas.—	Valor.....	£ 22.682
Id. en 1905.....	104.174 id.	id. id. id.	27.654

ESTAÑO EN BRUTO (TIN ORE)

Producción en 1906.....	1.919 cwts. de 112 libras.—	Valor.....	£ 13.574
Id. en 1905.....	1.495 id.	id. id. id.	9.783

En el Sur de Birmania (Burma), un oficial de la Oficina Jeológica (Survey), se ocupa actualmente en hacer investigaciones referentes a esta industria minera, para procurar su estension.

DIAMANTES

La produccion en los Estados Centrales de la India de Panna, Charkhari i Ajaigarh ha sido la siguiente:

En 1904.....	286,48	quilates,	valorados	en	£ 2.636
En 1905.....	172,41	id.	id.	en	2.474
En 1906.....	305,91	id.	id.	en	5.160

El principal Estado productor es el de Panna. La asistencia de trabajadores el año de 1905 fué de 1.890 i de 2.051 en 1906.

SILICATO DE MAGNESIA (MAGNESITE)

La produccion en Chalk Hills cerca de Salen ha sido:

En 1906.....	1.832	toneladas.—	Trabajadores.....	87
En 1905.....	2.063	id.	id. 105

Se calcula el valor de este mineral, en las minas, en 4 rupias (\$ 1.33 oro de 48d.) tonelada.

Calcuta, febrero de 1908.

ANTONIO B. AGACIO,
Cónsul Jeneral de Chile en la India.

Un libro interesante

«LA INDUSTRIA DEL SALITRE EN CHILE» (*)

En los últimos dias de la presente semana ha salido a la luz pública, una interesante i utilísima obra con cuyo título encabezamos estas líneas.

La industria del salitre, la industria jenuinamente nacional, que constituye para Chile un monopolio único en el mundo i que representa para el Erario fiscal las dos terceras partes de sus rentas, y para la riqueza particular una de sus fuentes mas importantes, no habia tenido hasta ahora una publicacion completa i científica que la diera a conocer.

Hace ya mas de cuarenta años que se oye hablar del inapreciable valor del salitre i del gran porvenir de su industria; que se observa cómo, paso a paso, el esfuerzo jigantesco del capital va poblando el desierto de maravillosas instalaciones, i cómo el jenio emprendedor de los *pioneers* chilenos ha ido descubriendo nuevas riquezas en las pampas inexploradas.

Desde hace muchos años el salitre ha constituido una de las grandes preo

(*) Tomado de *La Union*, Marzo 21 de 1908.

cupaciones del espíritu nacional, a juzgar por las luchas a que ha dado origen en el comercio, en los tribunales, en el Congreso, en el Gobierno.

Pero, sin embargo, nadie se ha preocupado en hacer un estudio científico, industrial i comercial que lo diera a conocer a nuestros compatriotas, bajo todos sus aspectos.

Allá por el año de 1889, dos ingenieros, los señores Manuel A. Prieto i Gustavo Jullian, concurren a un certámen de la Universidad de Chile, presentando una memoria sobre la «Elaboracion del Salitre»; pero desde entónces ninguna otra produccion ha brotado en el campo que llamaremos de la literatura salitrera.

Todo el que se interesa en conocer las fases de esta industria i los problemas que presenta, o tiene que ir a instruirse personalmente en el terreno, o tiene que contentarse con las informaciones mas o ménos interesadas que pueden proporcionar los conocedores o los mismos organizadores de empresas.

Ni aun la fiebre de los negocios, que se despertó en los últimos años por organizar sociedades de esta especie, fué bastante poderosa para que álguien se moviera a publicar un libro sobre tan importante industria, que permitiera con pleno conocimiento de causas conocer la íntima naturaleza de las empresas del salitre.

Ha correspondido el honor de un trabajo tan deseado como dificultoso, a dos jóvenes profesionales, el ingeniero don Javier Gandarillas i el abogado don Orlando Ghigliotto Salas, distinguido Secretario de la Sociedad Nacional de Minería, que acaban de publicar la interesante obra que se titula «La Industria del Salitre en Chile».

Esta obra consta de unas 430 páginas, en formato mayor, i está acompañada de numerosas vistas fotográficas, grabados, cortes esquemáticos, diagramas, i de cinco planos de la rejion salitrera, donde están marcadas hasta las últimas mensuras salitreras, los ferrocarriles en explotacion i construccion, i tambien los ferrocarriles en proyecto.

La base del libro de los señores Gandarillas i Ghigliotto es una monografía que se publicó en Alemania a fines de 1904, escrita por los doctores Semper i Michels, que despues de residir muchos años en las salitreras, recibieron del Gobierno alemán i de un Sindicato de agricultores, el encargo de estudiar a fondo la industria del salitre.

Ei objeto práctico de la monografía alemana fué informar al Gobierno i a los capitalistas alemanes, si convenia o nó invertir dinero en negocios salitrosos, i esta delicada mision la cumplieron los doctores Semper i Michels con suma erudicion, con un método i claridad admirables, i mas que todo esto, con escrupulosa severidad.

Los señores Gandarillas i Ghigliotto se han ceñido al trabajo de los señores Semper i Michels, que es un modelo de monografía; lo han puesto al dia por medio de numerosas notas que van al pié de cada página de lo obra original, i le han agregado un apéndice que consta de XXXI capítulos i los mapas de los cinco distritos salitrosos.

No tratamos de hacer un estudio detenido de esta obra. Su simple lectura

deja en el ánimo la impresion mas favorable, porque desde el primer momento se comprende que ha sido llevada a cabo sin omitir esfuerzo de ningun jénero; hai abundancia de informaciones, detalles hasta de las mas insignificantes cifras referentes a los costos de produccion i de las instalaciones, todo en una forma metódica i sencilla.

La obra publicada por los señores Gandarillas i Ghigliotto, abarca el salitre en todas sus fases. Desde el estudio de su formacion jeológica hasta los procedimientos mas modernos de su elaboracion, desde la historia de los títulos salitreros i la esposicion de su situacion legal hasta la jurisprudencia de nuestros tribunales i las últimas disposiciones legislativas; desde la nómina completa i detallada de las empresas, sociedades, ferrocarriles, etc., hasta el problema del porvenir de su industria i del salitre artificial.

Los negocios salitreros quedan desde hoi al alcance de todo el mundo. La obra que acaba de aparecer permite apreciar aun al mas lego, lo que es un negocio salitrero, haciéndole distinguir el valor del suelo en vista de su contenido de caliche; la capacidad i el costo de la maquinaria, tomando en cuenta el rendimiento i la amortizacion del capital, los costos de explotacion, desde la pólvora i herramienta que se usa, hasta los gastos de jornal i de alimentacion de operarios i animales que se emplean en la faena salitrera.

El cateo de una pampa salitrera, la cubicacion del caliche, el montaje de una oficina, su manejo i administracion, la elaboracion del salitre i de los productos secundarios están descritos de tal manera, que su lectura permitirá a los capitalistas obrar con propio discernimiento, i hará conocer en el pais i en el extranjero los íntimos secretos de esta riqueza chilena.

Tiene el Apéndice del libro algunos capítulos que, sin duda, serán leídos con el mas vivo interes por nuestros estadistas i hombres de negocios, porque están escritos con sobrado acopio de informaciones i hai en ellos un criterio de equidad que moverá, a unos i otros, a meditar en la solucion de los mas variados problemas industriales que presenta el salitre como fuente de riqueza pública i privada.

Entre esos capítulos, merecen especial mencion los titulados: El Salitre Sintético; desarrollo de la Industria Salitrera; conclusiones sacadas de los cuadros estadísticos; liquidacion de los títulos salitreros de particulares; resúmen de los balances publicados por las Sociedades Salitreras domiciliadas en Londres, correspondientes a 1905 i 1906; consideraciones sobre el porvenir de la Industria Salitrera, etc., etc., cuyo exámen requiere el mayor detenimiento.

Los señores Gandarillas i Ghigliotto han hecho un positivo servicio al pais con la publicacion de esta obra. Ojalá sea ella un estímulo para los hombres de trabajo i una ayuda para nuestros industriales en estas horas de crisis, i ojalá, tambien, lleve ella hasta las esferas gubernativas el eco de una industria, que, como lo dicen mui bien los autores en el texto, mas que ninguna necesita de la proteccion del Estado, i que hasta ahora, ménos que ninguna lo ha obtenido.

JAVIER DIAZ LIRA.

Cátedra del salitre

LECCION INAUGURAL DEL PROFESOR DIAZ OSSA

He aquí la lección con que el profesor don Belisario Díaz Ossa inauguró en la semana pasada el Curso del Salitre, que le ha sido confiado en la Universidad de Chile:

Al comenzar hoy, en este recinto universitario, el curso de tecnología del salitre, pareceme del todo natural dar a conocer, aunque en grandes rasgos, la industria que en detalle será el objeto de esta cátedra i las ideas principales que dirijirán la enseñanza de este ramo. Este procedimiento es doblemente ventajoso: permite formarse desde la primera lección una idea jeneral, en conjunto, de la materia que se desarrollará en las lecciones siguientes, i pone desde el primer momento en union mas estrecha al profesor con el alumno.

Bien conocidas son de todos las vicisitudes por que la industria salitrera ha pasado; sus dias de esplendor, en que miles de obreros elevan al trabajo rudo i fatigoso del desierto el mas grandioso de los «hosanna», i los momentos de angustia, en que la bestia humana se acomete i se aniquila.

El porvenir de esta industria está íntimamente ligado al porvenir del país, ella es nuestra principal fuente de riqueza i al mismo tiempo el mejor cliente de la agricultura i de la industria del centro i sur de la República. Puede decirse sin temor de ser exagerado que la paralización de esta industria, traeria el paro jeneral de casi todas las demas del país.

El norte, la rejion salitrera, es el abismo profundo, insaciable, que consume junto con las mejores enerjías de nuestra raza, los mejores productos de la agricultura i de la industria de lo restante del país.

I son tantos i tan complejos los intereses que entran en juego, que todos los chilenos tenemos, por decir así, nuestra parte en ella. Son junos sus padres o hermanos, que bajo el sol abrasador i sobre la calcinada superficie de la pampa arrancan a la tierra el codiciado mineral; los otros envían allá los frutos de su esfuerzo o de su intelijencia, i, por último, muchos son los que han contribuido con su capital a levantar en medio de un desierto esos monumentos al trabajo, llamados oficinas.

LA PAMPA

Un cronista frances, Gaston Dounet, describia hace algunos años en pocas líneas la pampa del salitre i sus faenas. «Por todas partes, dice, el mismo aspecto desolador, la misma fulguración solar; los mismos tintes metálicos; las mismas rocas, duras como fierro. De kilómetro en kilómetro chozas de barro, despues pequeñas cruces blancas, vidas que han terminado allí. Luego nada mas que el desierto que suena bajo las pisadas de los caballos. Se llega a una

oficina, la instalacion es espaciosa, elegante, con sus corredores de madera pintada, sus galerías cubiertas; un palacio que domina el campamento de los trabajadores, al rededor de la maquinaria, la cadena sin fin del trabajo: los pequeños carros i las pesadas carretas que conducen grandes trozos de un color gris. Se siente el ruido seco de las explosiones.

«El nitrato no se encuentra nunca a flor de tierra, para llegar a él es necesario levantar una capa de arena i una costra mui dura, compuesta de yeso i otras sales análogas. Desprendida la costra, se encuentra el nitrato, lleno aun de tierra que el obrero hace desaparecer. Ya no queda sino cargar el bloque. Este bloque pasa despues a la trituradora, que lo desmenuza, i de ahí a una cuba llena de agua caliente, i de esta cuba a un depósito. Allí queda cuatro o cinco dias, i con esto concluye la operacion, el salitre se deposita en el fondo del recipiente en grandes masas de color blanco violáceo».

Cae la noche; bajo la luz eléctrica, las trituradoras ajitan sus mandíbulas formidables, las cubas reciben en abundancia las piedras desmenuzadas i todo un pueblo de trabajadores se ajita a medio vestir.

«I yo pienso en los esfuerzos que han sido necesarios para producir tanta agitacion en ese desierto. Lo que no era sino un lugar de muerte, es ahora un centro de la intensa actividad en el mundo. El hombre ha escavado el suelo i ha encontrado una sustancia sucia i llena de polvo, que parece no valer el trabajo de recojerla, ha pensado en utilizarla en fecundar las tierras gastadas i estériles de otros continentes, i una ciudad ha brotado allí donde no debia haber sino un desierto. Bien dijo Goethe en uno de sus raros momentos de entusiasmo: despues de todo, los hombres son séres de un gran vigor».

LA INDUSTRIA DEL SALITRE

La industria del salitre, tan pintoresca como rápidamente se ha descrito, es una de las mayores del mundo; bastará para convencerse el dedicar breves momentos a los datos que la estadística nos presenta.

El capital invertido tanto en la adquisicion de terrenos salitreros como en la construccion de las oficinas, pasa actualmente de 300 millones de pesos oro que corresponden a 150 oficinas en trabajo, en construccion o en proyecto. La produccion de salitre esportado desde el año 1830 hasta el 1.º de enero de 1908, alcanza a la cantidad de 36 millones de toneladas métricas, siendo la sola produccion anual en 1907 de dos millones de toneladas.

Para llegar a este resultado se ha necesitado el esfuerzo de 25 mil obreros, que percibieron de los industriales 30 millones de pesos oro, como sueldos o gratificaciones. La industria salitrera compra al resto del pais productos diversos por el valor de otros 30 millones, introduciendo del extranjero por las aduanas de esa rejion las mercaderías equivalentes a 10 millones de derechos aduaneros. La movilizacion del producto elaborado, en ferrocarriles i buques, cuesta al rededor de 10 millones de pesos, que gran parte quedan en poder de los esfordados cargadores de salitre de esa rejion.

El Gobierno del pais ha recibido como contribucion de esportacion del sa-

litre i yodo durante el período 1899-1907 inclusive, la enorme suma de 728 millones de pesos oro, que han contribuido al desarrollo de la civilizacion, i al bienestar jeneral en el resto del pais. Con razon los doctores Semper i Michels en una obra, cuya traduccion acaba de hacerse, aseguran «que el porvenir de la Hacienda Pública del pais está ligado al desarrollo de la industria salitrera».

Una industria de esta naturaleza no ha podido ménos que llamar la atencion del Gobierno i que procurase éste, por todos los medios posibles, fomentar su desarrollo i colocarla en condiciones de poder luchar en época, aun remota, con los productos semilares que la inventiva de los sabios lanza cada dia al mercado mundial. Esta ha sido una de las razones que quizas mas ha influido en la creacion del curso que tengo el honor de hacer.

A medida que la poblacion mundial crece, crecen tambien en la misma razon sus necesidades, i la tierra estéril i empobrecida no seria capaz de soportar una densidad de habitantes parecida, sin el auxilio de los abonos que la vivifican i entre los cuales se cuenta el salitre de nuestro pais. El gran consumo que de él hace la agricultura i la industria química, ha hecho, naturalmente, aumentar el precio de venta de este fertilizante, i bajo la proteccion del alto precio, han nacido varios competidores.

Por otra parte, la industria salitrera se encuentra en condiciones especiales que no le permiten hoi dia reducir el precio de costo de la elaboracion. Los diversos factores que en él tienen parte, por el contrario, tienden a crecer i aumentar aquél. Es quizás el mas formidable enemigo del mayor consumo, el alto precio, que al mismo tiempo permite el desarrollo de industrias similares.

El combustible, la fuente de enerjía que permite simplificar i hacer mecánicamente las operaciones i a cuyo mejor aprovechamiento está íntimamente ligada la economía en la elaboracion, aumenta lenta, pero seguramente de precio, debido al enorme consumo que de él hace la industria mundial; la mano de obra, en continuo éxodo i difícil de conseguir, aumentando sin cesar sus exigencias, justificadas unas, mui injustas las otras. La carestía de la vida con el alza de precio de todos los artículos de primera necesidad, contribuyen a elevar el precio de la materia elaborada. I si a esto se añade la falta de medios de transporte, los puertos deficientes i las huelgas, veremos que el precio de costo del salitre, en vez de disminuir tiende a elevarse.

ACCION DE LA CIENCIA

Cuando nace la competencia o cuando se la prevé, es el momento en que las industrias evolucionan; es entónces cuando salen del empirismo que las vió nacer para entregarse en manos de lo investigadores que las trasforman i le dan un desarrollo no soñado.

Al industrial falto de conocimientos científicos, rutinario, que sólo sigue la estrecha huella de sus antecesores, sucede el industrial preparado, educado científicamente, armado de los mil recursos de la ciencia, que estudia i observa los fenómenos que lo rodean, trata de determinar sus causas, las analiza i las mide.

Es el único capaz de sacar todo el partido posible de las energías puestas al alcance de su mano.

Para llegar a un resultado de esta especie, se necesita ante todo una educación especial; el investigador consciente, que trata de vencer las dificultades que a cada paso se encuentran en una industria, no se forma en un día. Así lo han entendido i lo han palpado países mas adelantados que el nuestro, que forman i preparan el personal para sus industrias en institutos i escuelas especiales; son de esas aulas donde salen los luchadores, que arrancan a la naturaleza sus tesoros i los trasforman a su voluntad. La union entre la ciencia i la industria, es un hecho bien conocido de todos; la industria ha pedido a aquélla sus poderosos medios de investigacion i comprobacion, los ha trasformado i ha devuelto con crece a la ciencia el favor que le hiciera. De esta union íntima ha nacido el desarrollo enorme de la industria humana, en la segunda mitad del siglo pasado, que ha permitido a la humanidad dar uno de los pasos mas grandes en sus anhelos de progreso i fraternidad.

EL PERSONAL TÉCNICO

Los industriales del salitre no han permanecido ajenos, como se ha dado en decirlo, a este movimiento. El agotamiento de muchos yacimientos, la disminucion de las altas leyes en nitrato o la complejidad de composicion de algunos caliches, unidos a las causas ya enumeradas, han determinado a muchas compañías a buscar en los técnicos, una ayuda altamente beneficiosa. Hoi dia una poderosa corriente de los esforzados trabajadores de la pampa, ve con placer la colaboracion del hombre de ciencia.

Es a la preparacion de este personal al que hoi la Universidad consagra uno de sus mejores esfuerzos i tanto mas difícil cuanto que el camino no ha sido trazado de antemano.

Ante todo, se necesita preparar sólidamente los bagajes científicos, ya que en medio del desierto no hai siempre las mismas facilidades que se encuentran en otros centros llenos de recursos, i por una educacion apropiada en el Laboratorio, desarrollar sus cualidades de observacion e iniciativa; a saber: documentarse sobre una cuestion dada i bastarse a sí mismo en todas las dificultades que encuentre.

Utilizando la industria del salitre la energía del combustible, es preciso conocerlo, saber sus cualidades, vijilar su compra, sacar el mayor provecho de su energía al quemarlo; en una palabra, tener presente que la suma de las pequeñas economías en su aprovechamiento ocasionarán una sensible disminucion en el precio de costo.

La elaboracion del salitre está fundada en las diversas propiedades de las sales que acompañan al nitrato en el caliche i como se comportan éstas al entrar en disolucion. Hoi, la química-física ha dado a los estudios sobre las disoluciones un vuelo incomparable, que permitirá quizás dilucidar una vez por todas las anomalías en que la industria se presenta. «No faltan a los químicos,

dice el doctor Plagemann en su libro sobre el salitre chileno, problemas científicos que resolver en beneficio de esta industria».

EL LABORATORIO

La enseñanza en el Laboratorio es indispensable; yo creo que los estudios hechos con un profundo interés científico, tienen quizás más eficacia para una industria, que todos los tanteos, llamados pruebas prácticas, orientados la mayor parte de las veces con ningún criterio racional. I como prueba, podrían citarse los estudios de ciencia pura sobre los metales i sus aleaciones que han transformado i dado nueva vida a la metalurjia actual.

En un Laboratorio convenientemente instalado i dotado de los útiles de trabajo necesarios, es posible desarrollar el estudio crítico de una industria.

La educación debe concluirse con una estadía en una oficina en plena elaboración. Es ahí sólo donde se podrá desarrollar todas las iniciativas del novel industrial i donde su espíritu de observación ya despierto tendrá un ancho campo.

En toda industria prima la cuestión económica sobre la cuestión científica i de nada sirve resolver ésta si la primera se descuida en absoluto; de aquí que toda educación industrial debe ser orientada en este sentido, que muchos han dado en llamar práctico.

Al llegar al final de los estudios, el certificado universitario será tan solo una bella promesa; el que lo posea se encontrará infinitamente mejor preparado que los demás para llegar a la meta; pero no debe olvidarse que solo un esfuerzo constante i razonado, un estudio profundo i una gran voluntad de vencer, son los factores que lo conducirán al éxito.

SU PROGRAMA

Damos a continuación el programa que se desarrollará en la Cátedra del Salitre:

PARTE PRIMERA

COMBUSTIBLES I SU UTILIZACION INDUSTRIAL

Combustion.—Leyes físicas i químicas de la combustión. Combustibles industriales: naturales, artificiales, sólidos, líquidos i gaseosos. Combustibles sólidos: lignita, hulla, antracita, coque, su composición i propiedades. Combustibles líquidos: petróleo, composición, propiedades. Combustibles gaseosos, su obtención en jeneral. Gas de gasógeno: jeneradores o gasógenos diversos, purificación; empleo, propiedades, composición; gas de agua: preparación, gasógenos diversos; gas misto: preparación, composición, etc. Combustiones diversas completas e incompletas, vivas i lentas, combustiones con o sin llama, etc. Calor desarrollado en una combustión, poder calorífico de un combustible. Su medida por el calorímetro, calorímetros diversos, uso, etc., aplicación de las leyes termo-quí-

micas, al cálculo de los calores de combustion i sus variaciones. Equilibrios químicos de la combustion, disociacion del óxido de carbono i del vapor de agua, su equilibrio.

Temperatura de combustion.—Definicion de temperatura en jeneral i de temperatura de combustion, determinacion de ésta por el cálculo i por mensura, aparatos diversos. Piróscopos, pirómetros, calorímetros, eléctricos, ópticos, mistos.

Análisis de los combustibles.—Combustibles sólidos, muestra, análisis industrial, rendimiento en coke, determinacion de sus propiedades físicas, resistencias al aplastamiento. Combustibles líquidos, viscosidad, inflamacion. Combustibles gaseosos, métodos diversos, análisis de gases de chimenea, gas de motores, gas de calefaccion, aparatos diversos.

Utilizacion de la potencia calorífica de un combustible.—Potencia teórica de un combustible. Diversas causas de pérdidas. Combustion de los combustibles sólidos. Hogares diversos. Combustion de los combustibles líquidos, aparatos diversos. Combustion de los combustibles gaseosos, calefaccion del gas i del aire de combustion, rejeneradores i recuperadores. Dispositivo para el gas pobre, chimeneas, tiro forzado.

Economía en la calefaccion.—En la combustion, en el combustible, en las calderas, en la manera de conducir la combustion.

SEGUNDA PARTE

Tecnología del salitre.—*Descripcion jeográfica i jeológica de los depósitos salitres.*—Teorías sobre su formacion, su composicion. Caliche, diversas formas, propiedades físicas i químicas. Arranque, explotacion de los depósitos, conduccion a la oficina, diversos procedimientos. Trituracion i molienda, grado de pulverizacion de un caliche. Aparatos de molienda i trituracion.

Disolucion.—Leyes de la disolucion, equilibrios en la disolucion, sistemas, polivariantes, accion de la temperatura, estado físico i presion, solubilidad, accion recíproca de las sales que acompañan al nitrato en el caliche. Influencia del movimiento mecánico sobre la disolucion. Aparatos para hacer la disolucion, diversos sistemas, cachuchos, diversos tipos. Calefaccion de los cachuchos.

Evaporacion i cristalizacion.—Leyes de la evaporacion, accion de la presion de la temperatura i del estado físico, accion recíproca de las sales, nitratos complejos, cristalizacion fraccionada. Evaporadoras de triple efecto, evaporadoras a presion ordinaria. Bateas i aparatos de decantacion, aguas viejas, composicion-accion sobre el material usado. Cristalizacion mecánica, centrífugas.

Ensaque.—Sacos diversos tipos, marcas, etc.

Conjunto de una usina en trabajo.—Foguelo, calderos, almacenamiento del combustible. Agua, pozos, pureza del agua, recalentadores de agua, vapor sobrecalentado, llaves, cañerías. Fuerza motriz, motores, dinamos, bombas, ventiladores, elevadores, decauilles, carros derripiadores, compresoras de aire, i bombas neumáticas, etc.

Análisis i ensayos.—Aguas del tiempo, aguas viejas, caliche, ripios, salitre, perclorato, materiales diversos, aisladores de calor, etc.

Productos secundarios.—Yodo, aguas viejas, concentracion, estraccion del yodo, diversos procedimientos, aparatos, purificacion, envase. Ensaye i análisis del yodo metálico, yoduros, etc. Sulfato de sodio, cloruro de sodio, estraccion purificacion, empleo.

Explosivos usados en la industria salitrera.

Pólvoras, fabricacion, ensayos, dinamita, etc.

Ideas jenerales sobre la administracion de una oficina.—Diversas secciones Empleados. Sueldos. Division del trabajo, etc.



La industria minera del estaño

ESTADISTICA OFICIAL DE 1907

POTOSI, PRIMER PRODUCTOR

El señor Farfan, Inspector Jeneral de Aduanas, ha elevado a la Secretaría de Hacienda un informe sobre la produccion i esportacion de minerales de estaño en 1907.

A este documento, por demas interesante, lo acojemos en nuestras columnas, para que se vea que las opiniones que se han publicado con procedencia de un experto comerciante del WALL STREET coinciden con las del señor Farfan, en el sentido de que en el curso del presente año, las condiciones del mercado metalúrgico mejorarán notablemente ántes de mucho.

La reaccion en las nuevas cotizaciones seguirá al lamentable fenómeno experimentado durante varios meses. Nada hai que nos induzca a creer que sobrevendrán mayores bajas, si todas las probabilidades están en favor de la alza, que cuando ménos llegará al promedio del precio de 1907, que fué de £ 97—15, por minerales del 60 %, lei media, o sean £ 173—15 por tonelada de estaño puro.

Pasando a otro órden de cosas, nos cabe manifestar que es punto indiscutible que las facilidades en los medios de transporte dan por resultado la comodidad i abaratamiento en la internacion de maquinarias modernas, adecuadas a la industria extractiva, facilidad en las esportaciones, disminucion de gastos en el beneficio, esplotacion, fletes, etc.

Las consideraciones que al respecto hace el señor Inspector Jeneral de Aduanas, son por demas acertadas; pero, desgraciadamente, los gobiernos no las han tenido en cuenta para dotar a Potosí de una línea férrea como la de Uyuni—única conveniente i factible; a pesar de ser este centro minero el principal productor, como bien lo demuestran las cifras i datos estadísticos contenidos en el mismo informe que nos ocupa.

El señor Farfan ha omitido consignar en este documento un punto capital,

del cual estaba obligado a ocuparse; acousejar a los Poderes del Estado a que presten toda proteccion a la industria estañífera, ya que hoi es la principal fuente de riqueza del pais; estudiar la manera de proteger la industria e indicar los medios que contribuyan a la reaccion, pues hoi la minería agoniza en Bolivia, particularmente en el Sur, por la carencia de elementos i las abrumadoras gabelas e impuestos que pesan sobre la industria minera.

Mucho podríamos estendernos sobre este punto; pero lo hemos tratado solo de una manera disgresiva i ocasional. Nos hemos de ocupar de él en ediciones posteriores.

Bolivia. — Inspeccion Jeneral de Aduanas.

N.º 176.—La Paz, 25 de enero de 1908.—Al señor Ministro de Estado en el Despacho de Hacienda e Industria.—Presente.

Señor Ministro:

Siguiendo la práctica de otros años, establecida ya, me cumple presentar a la consideracion de esa respetable Secretaria de Estado, el informe correspondiente a la produccion, esportacion i recaudacion de derechos del estaño en la jestion de 1907.

Desde luego, señor Ministro, conceptúo la industria de explotacion del estaño en Bolivia, como una de las primeras fuentes de verdadera actividad comercial e industrial que, a la vez que proporciona trabajo a las clases obreras en escala considerable, i facilita la inversion conveniente i atinada de capitales, da al Fisco un ingreso de consideracion, primero en forma de patentes mineras i luego con el derecho que grava su esportacion.

La produccion de estaño esportada en la jestion que nos ocupa, ha llegado a 601,690 quintales 89 libras, o sea ks. 27.677.780,94 de barrilla, con lei media del 60 por ciento, que reducida a estaño puro, da ks. 16.606.668,56, debiendo notarse que los departamentos de la república productores de este metal, son ahora Potosí, Oruro, La Paz i Cochabamba, en la proporcion siguiente:

	Quintales	Kilos
Departamento de Potosí, que comprende Uyuni, Tupiza, Colquechaca i parte que se esporta por la Aduana de Oruro.....	354.666,62	16.314.664,52
Departamento de Oruro.....	206.006,26	9.476.287,96
Departamento de La Paz.....	39.363,84	1.810.736,64
Departamento de Cochabamba.....	1.654,17	76.091,82
	601.690,89	27.677.780,94

La esportacion de la espresada cantidad de estaño ha dado al Fisco, por derechos, un rendimiento de bs. 1.403.571,23, suma recaudada en conformidad a la tarifa proporcional creada por lei de 3 de enero de 1906, por las siguientes aduanas i oficinas de recaudacion:

Aduana Nacional de Oruro.....	Bs.	671.032,51
» » » Uyuni.....	»	320.261,82
» » » Tupiza.....	»	9.719,00
» » » La Paz.....	»	70.479,39
Recaudadora » Potosí.....	»	307.275,98
» » Colquechaca.....	»	24.802,53
		Bs. 1.403.571,23

El promedio del precio del estaño Straits, que es el regulador en Europa i a cuya cotizacion se sujeta tambien la tarifa fijada en la lei que he citado, ha sido en el año que nos ocupa de £ 173.15 por tonelada de 1.000 kilos de estaño puro, que corresponde al de Bolivia, de lei media de 60 por ciento, libras 97.15. Este precio al cambio medio reinante en el año 1907, de 19½ peniques por boliviano, deducidos gastos en Europa, da al kilo de estaño un valor líquido de Bs. 1.08, que aun puede considerarse remunerativo para los industriales de Bolivia.

Estableciendo las comparaciones del caso, debemos recordar que la produccion del estaño en el año 1906, fué de 638.555 quintales 18 libras, o kilos 29 373.538.31, con valor comercial de Bs. de 35.248.245.68. La del año 1907 ha sido, como llevo dicho, de 601,690 quintales 89 libras, o kilos 27.677.780.94, con valor comercial de Bs. 29.892.003.41, resultando así una diferencia en favor del año 1906, de:

Bs. 5.356.242.27, en el valor comercial,

Bs. 160.237.69, en el valor de los derechos, i

Ks. 1.695.757.37, en produccion.

Con relacion al citado año 1906, nótase tambien que los departamentos de Potosí, La Paz i Cochabamba, han aumentado su produccion en la proporcion siguiente:

Potosí, 4,08 por ciento.

La Paz, 3½ por ciento.

Cochabamba, que se ha iniciado en la esportacion de estaño desde hace muy poco tiempo, con la explotacion de sus ricas minas de la provincia de Arque, comenzó con 800 quintales el año 1906, i en 1907 ha mas que duplicado su produccion. En cambio, el departamento de Oruro ha sufrido una disminucion de 20,44 por ciento en su produccion, comparada con la que obtuvo el año 1906, debido, principalmente, a la prudente medida que con justa razon tomaron algunas empresas mineras, de disminuir sus gastos de explotacion para equiparar de alguna manera la baja constante del artículo en Europa i que, desgraciadamente, no dió otro resultado que el alejamiento de brazos para la explotacion i consiguiente disminucion de produccion.

Es del caso notar que la baja del precio infelizmente ocurrida, a partir del mes de agosto último, no debemos considerarla definitiva, pues la crisis mundial que la orijinó, por fortuna inicia ya su reaccion i con ella el mejoramiento de las condiciones del mercado metalúrgico. Ahora solo es del caso esperar que

las facilidades de medios de transportar que comenzamos a gozar con la construcción de líneas férreas al amparo de la paz i el orden, den por resultado, a la vez que la comodidad de internación de maquinarias modernas adecuadas a la industria extractiva, la facilidad de la esportación, juntamente con el consiguiente abaratamiento o disminución de gastos por explotación, fletes, etc.

Así, por mucho que negocios o especulaciones de bolsa bajen la cotización del metal que nos ocupa, en determinados mercados de consumo, veremos mantenerse la esportación porque su uso encuentra grande expansión en el campo de las industrias i manufacturas metalúrgicas modernas, i ya que al frente de los lugares productores puede considerarse Bolivia como rejion privilegiada.

Segun la tabla que sirve de anexo a este informe, comenzamos el año 1907 con la cotización de libras 194 i él ha concluido o cerrado con libras 125, i como la tasa del impuesto se ha sujetado a aquellas fluctuaciones de la cotización, comunicada quincenalmente con rigurosa exactitud, lamentamos ahora, como consecuencia, un fuerte quebranto en el ítem de ingreso que señalaba el Presupuesto Jeneral de la jestion pasada.

Como resultado de este informe, i por las consideraciones espuestas, creo que si nuestro estaño se esportase fundido a los mercados de consumo, o por lo ménos convenientemente concentrado con una lei alta, quedaria asegurado el porvenir de esta industria, juntamente con el interés del Fisco i que una cotización media de libras 140, proporcionaria aun convenientes ganancias a los industriales i capitalistas.

Reitero a usted, señor Ministro, el testimonio de mi mayor respeto i me suscribo su atento i obsecuente servidor.— *V. Farfan.*



La rejion minera de Chicauma

El Sabado 24 de agosto de 1907, nos dirijimos en dirección a Valparaiso en tren de 7 A. M. i a las 8½ nos encontrábamos en la estación de Polpaico. De este punto nos dirijimos a caballo, paso a paso, por el lado poniente del rio de Lampa; despues de dos horas i media de marcha llegamos a la mina Antofagasta; la distancia recorrida es mas o ménos de diez kilómetros por mui buen camino, pudiendo traficar carretas en sus tres cuartos de longitud i con un pequeño gasto se le puede arreglar hasta la misma mina.

En los alrededores de la pertenencia se encuentra agua i leña en abundancia, como igualmente pasto.

Estudio jeológico de la rejion.—A los cordones de cerros en que se encuentra la mina Antofagasta, se le reconoce con el nombre de Chicauma. Estos tienen un color rojo amarillento claro, debido a la descomposición del hierro de los silicatos de este metal. Las principales rocas que se encuentran formando esta rejion, son el granito antiguo i diorita (roca sísmica) i porfiritas; todas éstas,

ménos la primera, hicieron su aparicion a principio de la era terciara; abriendo en todo sentido el granito antiguo de nuestra cordillera de la Costa. Esta roca fué la primera que se solidificó; formando así, la base del mundo estratigráfico i de los seres orgánicos. Adonde se encuentre en Chile, esta roca sísmica, se puede afirmar de que existe el oro en cualquiera veta que se encuentre; pero casi siempre esa riqueza es solo superficial.

Algunos kilómetros al norte de este mineral, se ven, en la parte alta de los cerros, capas o estratos de un color rojo oscuro. Igual formacion encontramos por el oriente en el cerro de la Petaca, que se encuentra limitado por E. N. i O. por el rio de Lampa, por el S. i E. por el llano de Batuco i la línea férrea. Con solo ver desde léjos su color rojo oscuro i su estratigrafía, etc., se puede asegurar de que esta rejion es solo buena para veneros de cobre: es por esto que en este lugar se han encontrado ricas minas de este metal, como son las de la Petaca i la Desengaño de Batuco, etc.

Estudio del interior de la mina Antofagasta.—Esta se encuentra en el fondo de una quebrada de laderas mui escarpadas, llegándose a ella por un magnífico camino de herradura.

El rumbo que tiene el filon que actualmente se explota en esta pertenencia es de N. S. 35 grados al E. i una inclinacion de 65 grados al O. A este filon se le puede considerar como una abertura que se hizo en el granito primitivo: compuesto de cuarzo, feldespato i mica; como elemento accesorio se encuentra la anfíbola, que es un silicato de magnesio, fierro i cal, ademas existe el hierro magnético i el titánico, etc. Por la anterior rajadura pasó en estado fundido, la roca que actualmente forma el relleno, i que no es mas que una diorita en completo estado de descomposicion; porque tanto su feldespato, sódico cálcico, como la anfíbola, se encuentran completamente trasformados en otros productos secundarios. A esta roca tan descompuesta se le puede considerar como una veta, puesto que tiene una composicion mineralójica enteramente distinta a la de la caja o cerro i tiene una potencia que varía entre 1,20 i 1,80 metros.

Debido a la contraccion de la roca, por el enfriamiento, se formó en la caja-techo una rajadura por donde pasó, durante muchos años, agua a alta temperatura que llevaba en disolucion algunas variedades de metal, sacado de los minerales que existian en la roca, i que se iban depositando a medida que la presion disminuía, en las paredes de la grieta. Solo por un proceso como el que hemos enunciado, nos podremos explicar la presencia del talco, que es un silicato hidratado de magnesia, de la pirita, que es un bisulfuro de hierro i de la bruquita (bruokita) que es un óxido de titanio.

No nos queda la menor duda de que por esas grietas debe de haber salido cloruro de hierro i de titanio, agua al estado de vapor o hidrójeno sulfurado; todo esto a una temperatura superior a cien grados. Siguiendo un procedimiento análogo se ha logrado obtener sintéticamente la pirita i la brookita cristalizada. La accion mineralizadora del ácido clorhídrico encuentra aquí una explicacion mui lójica.

En la frente de la labor se puede ver en la diorita descompuesta una o varias guías blancas; cuando éstas se juntan o empalman, una mas ancha que llega a

veces hasta ochenta centímetros de grueso. En otra parte de la labor se nota que esa masa blanca aparece en la parte superior de unos diez o veinte centímetros, de cincuenta a ochenta en la parte media, para angostarse en seguida al piso. Estoy seguro de que el beneficio será mui ancho en aquellos puntos en que se cruce con una veta o una guía insignificante; con tal de que sea del mismo tiempo de formacion que el filon de la mina Antofagasta.

En la explotacion de esta veta hai que tomar en consideracion, dos minerales que tienen mercado en Chile. En primer lugar, tenemos la pirita que se emplea en gran cantidad en los hornos de fundicion, por el azufre que contiene i que se paga a razon de \$ 70 a 80 los treinta quintales métricos, esto es, sin tomar en consideracion ni el cobre ni el poco de oro que contiene. En segundo lugar, nos encontramos en presencia de un mineral que en Chile aun no se ha explotado i que se le conoce en el comercio con el nombre de *talco*. Por la siguiente carta del señor Administrador de Aduanas de Valparaiso nos podremos dar cuenta del consumo e impuesto aduanero que paga este mineral: «En con-
« testacion a la suya del 6 de agosto (1907), puedo decirle que el año próximo
« pasado se internó talco para jaboneros en cantidad de 566.900 kilos bruto i
« talco fino 50.350 kilos bruto. El primero se avalúa por p 757 a \$ 0,05 k. br.
« del 15% i el otro por p 758 a \$ 0 30 k. br. del 25%.—Firmado.—*E. Escobar Solar*».

En la cotizacion de la Revista Comercial de 24 de agosto encontramos que el quintal métrico vale \$ 16,10 de nuestra moneda; por lo tanto, el valor de lo internado por la Aduana de Valparaiso representa un valor de mas de \$ 100.000 por año.

Un ensaye que hicimos por simple lavado, dió el siguiente resultado:

Talco.....	25%
Pirita i cuarzo.....	65% (los $\frac{3}{4}$ son de pirita).
Cuarzo fino.....	10
Suma.....	100

Ensayado por cobre i oro el residuo de pirita i cuarzo dió lo que sigue:

Cobre	4.2 %
Oro	indicios

En una tonelada de mineral existen las siguientes cantidades:

Talco	250 k.
Pirita i cuarzo	650 » de los cuales son de pirita 480 k
Cuarzo fino	100 »
Suma	1000

Dándole un valor comercial a cada una de las anteriores cantidades, tendremos:

Talco	a \$ 15 q.m.	darán los	250 k.	\$ 37,50
Pirita	» 60 q.m.	» »	480 »	9,60
Cobre	» £ 65 T.m.	» »	20 »	25,00
Valor que se saca de una tonelada				\$ 72,10

Un metro cúbico de mineral seco, a la temperatura ordinaria pesa 1500 k.

Creemos que en el estado actual de los trabajos, que a lo sumo tiene ocho metros de laboreo, se puede extraer de una a dos toneladas diarias de mineral de la anterior composición.

La extracción i concentración en canaleta, de un metro cúbico no puede costar mas de treinta pesos.

Esto es todo lo que se puede decir respecto a la mina Antofagasta.

MIGUEL R. MACHADO,
Jeólogo del Museo Nacional.



Proyecto de represa i estacion de fuerza en el rio de Curanilahue

POR LOS INGENIEROS EHLERS I LANAS (*)

LA REPRESA I LA ESTACION DE FUERZA HIDRO-ELÉCTRICA QUE PROYECTA LA
COMPAÑIA CARBONÍFERA LOS «RIOS DE CURANILAHUE»

ÍNDICE DE LA MEMORIA: ANTECEDENTES; REPRESA, UBICACION, DETALLES DE
CONSTRUCCION, BASES PARA EL CÁLCULO DEL PRESUPUESTO.

ESTACION DE FUERZA HIDRO-ELÉCTRICA, DETALLES, ETC.

Antecedentes.—La Compañía Carbonífera «Los Rios de Curanilahue» tiene crecidos gastos en carbon para la explotación de sus minas, gastos que llegan a 15.000 toneladas de carbon al año. Los diferentes servicios de la explotación, como ser: extracción, ventilación de las minas, desagüe, alumbrado de las canchas i oficinas, servicio de maestranza, etc., llegan a cerca de 30 HP. Esta fuerza no debiera consumir a lo mas sino cerca de 7 a 8.000 toneladas de carbon al año i el exceso se debe explicar por pérdidas en instalaciones diseminadas, construidas segun las necesidades crecientes i muchas veces improvisadas, como lo exige el desarrollo rápido de un negocio.

(*) Los planos que ilustran este Proyecto pueden consultarse en los Alales del Instituto de Ingenieros, Febrero de 1908.

El gasto de 15.000 toneladas de carbon al año equivale, admitiendo un precio de \$ 20 moneda corriente por tonelada, a un desembolso de \$ 300.000.

La necesidad i ventaja de suprimir este gasto se hace mas palpable, si se considera el alto precio que ha alcanzado el carbon i que las 15.000 toneladas podrian venderse al precio de plaza en Coronel o Talcahuano.

La Compañía ha resuelto practicar los estudios necesarios para aprovechar la cercanía del rio de Curanilahue i estudiar la posibilidad para la instalacion de una planta de fuerza hidro-eléctrica i transmitir la enerjía eléctrica a todos los servicios de la explotacion.

La represa i sus servicios anexos.—La instalacion se divide en dos partes diferentes e independientes que son: la represa i la estacion primaria de fuerza con sus agregados, como ser turbinas i dinamos, la canalizacion i trasporte de enerjía hasta las minas, trasformadores i los electromotores.

Ubicacion.—Siguiendo el curso del rio Curanilahue se puede observar que su pendiente jeneral no es mayor de 2 : 1.000. La pendiente es formada por trozos de 5 : 10.000 con algunas caidas que llegan al 1 % en algunas partes.

Son estos trozos de fuertes pendientes los que se han aprovechado para ubicar los vados para los caminos, como, por ejemplo, del camino vecinal a las casas de la Chupalla, camino a Arauco, etc.

En los primeros kilómetros, saliendo de las minas de Curanilahue, hai una caida de 5,6 m. en una estension de 1.000 m. mas o ménos; en el paso del camino a la Chupalla hai otra un poco inferior como de 4,5 m; esta última está mas o ménos a igual distancia que la del paso para el camino de Arauco.

Es esta la que hemos creído mas a propósito para estudiar el proyecto de represa, que piensa realizar la Compañía.

En una estension de 800 m. existe una caida considerable. Para aprovecharla con un canal derivado del rio, seria necesario trazar un canal por el faldedo, lo que seria bastante difícil, iria en su mayor parte en túnel o suspendido, es decir, con obras de arte.

Se prefirió esta caida por llevar mayor cantidad de agua. Está a 11,5 km. rio abajo desde Curanilahue medido por el curso del rio i a 5,5 km. en línea recta. Desembocan en este trayecto varios esteritos, entre éstos el estero de la Chupalla.

Represar las aguas i levantar su nivel por medio de un tranque fué una solucion que se impuso desde el primer momento, para aprovechar i formar así una caida directa, evitando todo canal de derivacion. El lecho del rio es de roca pura, los puntos elejidos son bien apropiados i se ve clara la posibilidad para aprovechar una caida de 10 m. o mas con relativo poco costo. El rio está dividido por un islote de roca en dos brazos angostos i encajonados, de modo que los dos tranques, a traves de los brazos, resultan cortos, las fundaciones son económicas, por cuanto que no hai escavacion para llegar a la roca sana i compacta que aflora en todas partes. Lechos i laderas son de roca firme. Los dos tranques quedan unidos por un muro a traves de la isla. La roca en la isla está a mui poca profundidad de la superficie.

La disposicion bosquejada evita totalmente el canal i la estacion hidroeléctrica queda ubicada sobre la isla en su borde derecho.

La piedra i arena son abundantes. La arena es de buena calidad.

La piedra es arenisca, piedra de sedimento i es en la superficie de regular calidad; pero profundizando debe encontrarse de mejor clase, como puede comprobarse por las obras de arte del Ferrocarril de Arauco, que casi en su totalidad ha empleado la misma clase de piedra. Las muestras sacadas son de la superficie i no permiten, por lo tanto, formarse una idea definitiva. Las obras del ferrocarril de Arauco demuestran que la piedra se presta para construcciones, no obstante que para un tranque de albañilería, habríamos preferido una roca granítica por ser ménos porosa i mas consistente.

El transporte de la piedra será casi nulo, pudiendo abrirse una cantera en la parte superior de la ladera. La arena puede, en caso de ser necesario, traerse en balsas de un punto situado aguas arriba.

Comunicaciones.—Llega al pié mismo de la obra proyectada, un camino carretero. Las carretas remontan fácilmente por la isla que en su totalidad es casi plana. Las carretas que trafican en esa rejion son de 1 i 2 toneladas de capacidad; en caso necesario, podria arreglarse el camino para trasportar pesos hasta de 3.000 kg., que creemos será el peso máximo. Debe tenerse este dato en cuenta al hacer el pedido de la maquinaria, para evitar pesos mui concentrados i pedir las piezas de las diferentes máquinas en trozos, que no pasen, si es posible, de 3.000 kg.

Descripcion jeneral de las obras de represa.—Como se ve en el perfil longitudinal, es el brazo derecho algo mas profundo que el izquierdo; se presta por consiguiente mejor para proyectar el tranque con su toma i para establecer aquí la caída. Oblicuamente sigue por la isla en la línea de mayor nivel un muro recto como de 50 m. de longitud hasta llegar al faldeo derecho del brazo izquierdo. Este brazo se cierra tambien por medio de un tranque. La corriente de las aguas se deslizará pasando cerca del brazo derecho, deslizándose por el muro de la isla i caerá naturalmente al tranque del brazo izquierdo. Este se proyecta rebajado en su longitud total, en 1 m., para que sirva de vertedero de superficie.

Las grandes crecidas del rio Curanilahue arrastran árboles derraigados con mucha frecuencia. Hemos estudiado el modo de evitar que estos árboles flotantes impidan el funcionamiento de la instalacion, o causen algun daño. Rellenando el brazo derecho, o colocando sobre la isla transversalmente a la corriente palizadas de madera para atajar los árboles, que se recojerian fácilmente.

Otro método, pero algo mas forzado, es rebajar en el brazo izquierdo en el punto K un trozo de 7 m., dejando así un vertedero sumerjido. En tiempo normal permanecerá cerrado este vertedero de la superficie, que está a la cota 108.50 m.

Esta se obturaria por medio de un cilindro de metal, parecido al cuerpo de un caldero, que iria apoyado en sus extremos en dos nichos. La anchura libre de este vertedero sumerjido seria de 7 m. El cilindro llevaria en sus dos extremos un anillo dentado que se apoyaria sobre una cama dentada tambien, para

evitar que un extremo al levantarse, se eleve mas que el otro. Se elevaria el cilindro por medios de roldanas o hunches, movidos a mano o con electromotor. Agujeros dispuestos en el cuerpo del cilindro permiten la entrada al agua, dándole así el peso necesario para mantenerse en su sitio apoyado contra soleras de madera. Al levantarse el cilindro se evacua el agua dentro del cilindro por sí sola, aliviándose por consiguiente. Es la obturacion por medio de un cilindro el único medio para abrir repentinamente un orificio capaz de dejar pasar un tronco de árbol i cerrarlo inmediatamente. Otra clase de compuertas imponen una subdivision de la anchura libre i no prestan el servicio práctico que se espera.

Las presas Poirier i Chanoine dejan tambien un espacio libre arbitrario, pero la primera da lugar a filtraciones i pérdidas de agua i es lenta en el funcionamiento, i la segunda, si bien es automática, tiene un mecanismo costoso. Se trata en el caso actual de dejar el paso rápido a un objeto flotante sin hacer bajar el nivel del agua i por lo tanto sin interrupcion del funcionamiento de la estacion de fuerza.

Esperamos que sobre el terreno i durante la construccion, evitaremos el vertedero sumerjido i lo podamos reemplazar por unos de los medios indicados anteriormente.

En noches tormentosas deberán forzosamente colocarse dos focos eléctricos sobre la isla para que de noche alumbren la seccion aguas arriba del tranque; uno o varios cuidadores deben vijilar i observar el paso de objetos flotantes. Como este caso no será sino escepcional, es cómodo prever esta vijilancia durante los escasos días de turbiones estraordinarios i de crecidas.

El coronamiento del tranque sobre el brazo derecho i sobre la isla corresponde a la cota 109,50 m. La solera de la toma está a la cota 107,50 i el nivel normal del agua será 108,50 m. A esta misma cota de 108,50 m. se encuentra la solera del vertedero i todo exceso de agua sobre esta cota se vacia por el brazo izquierdo; la anchura del vertedero asegura un nivel casi constante con muy pocas variaciones, que fluctuará en crecidas ordinarias apenas en unos 20,30 cm. El vertedero con 28,60 m. da lugar a un escurrimiento de 57.20 m³ de agua por segundo con una altura de agua de 1 m. sobre la cresta del vertedero, la que es un gasto bastante considerable, pues llega a ser siete veces mas de lo que llevaba el rio Curanilahue a mediados de diciembre.

La cota del fondo del brazo derecho es igual a 95 m. de modo que el tranque con 1 m. de profundidad en las fundaciones tendria 15.50 m. de altura máxima, pero solo en una estension de 2 m. El brazo derecho quedará una vez construido el tranque, aguas abajo con agua hasta la cota 96 m., de modo que la caida de agua será $108,50 - 96,00 = 12,50$ m.

El aforo practicado por nosotros ha dado por resultado en cerca de 30 mediciones que a mediados de noviembre habia un gasto de agua 8 m³, lo que arroja una fuerza sobre el eje de una turbina, que rinda sólo el 75% de 1000 HP efectivos. El año pasado ha sido uno de los mas secos i debe esperarse aun el aforo en uno o dos meses mas, para obtener el gasto mínimo, que será una cifra que

tendrá que considerarse mui baja comparada con la análoga en años anteriores. Estimando que el aforo en el estiaje resulte un mínimo solo de 4 m^3 de agua por segundo, daría este gasto un poder efectivo de 500 HP. El establecimiento necesita para su funcionamiento de 300 HP, que en vista del desarrollo futuro podrían llegar a 400 HP; quedaría, por lo tanto, un exceso de 100 HP en el tiempo de estiaje. Debe observarse el aforo en esta época para contar con una base exacta.

En lo referente a las crecidas máximas, que se han observado, han dejado estas huellas por las cuales es posible hacer un cálculo aproximado. Aunque parece que se trata de un turbion extraordinario, que no puede tomarse sino como un caso ultra, máximo, hemos calculado que corresponderían al nivel marcado por las crecidas máximas, al perímetro mojado, seccion transversal i pendiente media, un gasto que oscila segun las fórmulas empleadas en 130 i 150 m^3 por segundo. Este resultado fué obtenido por las fórmulas de Ganguillet i Kutter i por las de Bazin; parece algo fantástico para quien no conoce el carácter torrencial de casi todos nuestros rios. Sin otros datos correspondientes a observaciones directas que son siempre mui difíciles de hacer, conviene tener presente el dato de 130 m^3 por segundo para el proyecto del vertedero de descarga.

El vertedero de superficie junto con el sumergido i la toma dan cabida a cerca de 94 m^3 suponiendo una altura del prisma de agua hasta la cota 109.50 m., es decir, hasta el coronamiento del tranque 1 m. de altura sobre la solera del vertedero.

Es fácil proyectar un muro en forma de balustrada sobre el tranque del brazo derecho i el de la iela hasta la cota 110.50 m., con lo cual se evacuarían cerca de 150 m^3 con solo el vertedero de la superficie. Las represas aminoran considerablemente los efectos de los aluviones repentinos, porque con la laguna que se forma se estiende el agua sobre una gran superficie que sirve de regulador. La construccion de represas ha sido reconocida en Europa como el remedio mas eficaz para aminorar i evitar los estragos causados por la crecida de los rios. El agua es retenida como en grandes receptáculos i el escurrimiento se hace gradualmente. Por esta razon no se puede admitir que el vertedero de un tranque tenga necesariamente que tener capacidad para el escurrimiento máximo porque las circunstancias son otras. En tranques de tierra es diferente, debido a que cada rebalse de agua peligrá la existencia del terraplen. En los tranques de albañilería no es tan delicado el asunto, porque están calculados para resistir un derrame por encima de su cresta.

Todo esto es cuestion de criterio, que debe formarse durante la construccion. Con el vertedero de superficie de 28,6 m. de anchura basta, a nuestro juicio, completamente para dar cabida al exceso de agua.

En el brazo derecho irá la toma i se ubicará la estacion de fuerza. La toma irá provista de una rejilla para evitar la introduccion de objetos flotantes en el conducto de las turbinas. La toma lleva en el muro disposiciones para poder sacar en caso de necesidad las compuertas i hacer reparaciones, etc. Cada compuerta sirve de aforo i cada turbina lleva su canal separado. Siendo 12 m^3

el gasto que permite la toma, pasará por cada compuerta la tercera parte, o sean 4 m³ de agua.

Una alcantarilla atravesará el tranque en el lado derecho por el fondo que dará paso a las aguas durante la construcción del brazo izquierdo. Mas tarde podrá rellenarse con albañilería esta alcantarilla, quedando así resguardada la homogeneidad del muro.

Material del tranque.—Es un axioma en materia de construcción de tranques, que el carácter del suelo impone el material con que debe construirse la presa. Debe tratarse que subsuelo i construcción se unan lo mas íntimamente posible i procuren formar un solo cuerpo homogéneo. La consecuencia lójica es que en suelo arcilloso i gredoso se debe elegir un tranque de tierra i en suelo rocoso uno de albañilería.

Con este criterio se ha procedido siempre i solo en algunos casos ha habido excepciones de esta regla.

En Chile son los tranques de albañilería mui escasos aun. Existe uno construido por el señor Sloman en el rio Loa de 20 m. de altura, otro de 6 m. de la Tracción Eléctrica de Valparaíso cerca de Peñuelas i uno en construcción de 35 m. perteneciente a la misma Compañía.

Fuera de estos ejemplos hai dos represas en Vallenar, que están dando lugar a serios temores por sus filtraciones i abandono en que se les tiene.

En países donde tiembla como en Chile, la construcción de presas de gran altura de albañilería es una cuestión siempre seria. Opiniones contrarias son sostenidas siempre por técnicos que no conocen de cerca los efectos o estragos de un terremoto. En el caso nuestro justifica la elección de un tranque de albañilería el suelo rocoso, la roca al pié de la obra i que los tranques son relativamente mui bajos i tambien sumamente cortos: 28,60 m. i 26,50 m. respectivamente, los brazos izquierdo i derecho i 52 m. el muro sobre la isla, que es mui bajo.

Es costumbre dar a los tranques de albañilería una forma curvilínea con su convexidad hácia aguas arriba, para así agregar resistencia contra volcamiento. Hai tranques que en su sección son mui débiles para resistir el empuje de las aguas i que solo deben su estabilidad a la forma curvilínea en su proyecto horizontal.

Cimientos i Fundaciones.—Aunque la roca aflora i se encuentra a mui poca profundidad bajo la superficie del suelo, es necesario abrir heridos para observar bien el plano de fundación, tapar todas las grietas i llegar hasta la roca sana compacta. Por eso hemos presupuesto en jeneral 1 m. de escavación para toda la obra, creyendo que esta medida será un término medio. En jeneral no puede fijarse *a priori* la cota de fundación, porque esta es función de la observación directa como resultado de la apertura de heridos.

Uno de los casos mas peligrosos es, que el subsuelo sea mui poroso i que el muro pierda al empuje de las aguas que obran desde abajo como sobre un cuerpo impermeable, algo de su peso absoluto. Este caso se subsana llevando la fundación en el lado amonte con un diente a una profundidad mayor que la jeneral.

La Cantera.—Es de lo mas importante la eleccion del punto donde se debe explotar la cantera. Es mas o ménos cuestion de suerte, encontrar buena piedra en abundancia i que no imponga gran costo en el trásporte ni dé grandes desmontes.

En jeneral el lado de la sombra es preferible porque no ha estado espuesto al efecto desagregador del sol. Laderas escarpadas prometen una piedra mas resistente con una capa menor de detritus. La apertura i explotacion de una cantera es costosa i debe tenerse por eso en vista el no tener que abrir una segunda.

A priori no es posible determinar, en qué direccion seguirá la explotacion. No debe explotarse la roca a un nivel mas bajo que el de las aguas normales, que en nuestro caso está a la cota de 108,50 m. i seria mejor no explotar a ninguna cota inferior a 110 m. porque puede aminorarse la resistencia de los apoyos del tranque en el cerro i en la explotacion se incomoda a los obreros albañiles.

Cierta altura sobre la obra es conveniente porque asegura disposiciones mas amplias acerca del transporte i reparticion de la piedra por medio de la gravedad. La piedra estraída de mayor profundidad debe reservarse para las fundaciones, las de mejor calidad para las caras i las otras para el interior del muro.

Para la explotacion de la cantera es preferible dar pequeños tiros i no emplear galerías, etc. Es mas demoroso el primer método, pero es en cambio mas seguro; permite seguir los buenos yacimientos i pueden aprovecharse todas las oportunidades (evitar rasgos, piedra deleznable, mala calidad de estructura, etc.) Tambien se dispone mejor del tamaño de la piedra i de su seleccion, sin pérdidas considerables de material estraído debido a mala calidad. Debe evitarse el empleo de esplosivos brisantes i emplearse con preferencia la pólvora negra. Los barrenos pueden agrandarse por pequeños tiros de dinamita para cargarlos en seguida con pólvora.

La pólvora agrieta ménos i produce ménos baja.

La direccion de las estratificaciones representa un papel muy importante. Si son inclinadas hácia el cuerpo del cerro, debe estraerse cada piedra, con las estratas cayendo hácia el valle la estraccion se hace mucho mas fácil i económica.

Pocas veces podrá emplearse la piedra de cantera directamente sin mas trámites, trozos demasiado voluminosos tendrán que ser reducidos a fracciones mas pequeñas para hacerlos algo mas manuales, tambien deben evitarse aristas, esquinas sobresalientes e incrustaciones por medio del combo.

La piedra se lava con cuidado. Las canchas para el lavado deben empedrarse haciéndose en el suelo canales para el escurrimiento del agua turbia. Es indispensable establecer en la faena un depósito de piedra aunque la provision directa de la cantera sea mas económica; casi nunca marcharán paralelamente la explotacion de la cantera con el avance de la albañilería. En el depósito se efectúa la seleccion de las piedras por calidad i tamaño i la exclusion de las inservibles. Cerca del depósito se instala una fragua de campaña para el arreglo de las herramientas de los mineros i un galpón para los esplosivos.

El tamaño mas práctico de la piedra es de 100,400 kg. de peso, que dos

hombres puedan mover con cierta facilidad. El empleo de grúas (Derricks) es conveniente para la colocacion de las piedras mas pesadas. Un Derrick se im-provisa con una pluma i varios cables de cáñamo o de acero. La piedra arenis-ca tiene un peso específico que oscila entre 1,9 i 2,3; probablemente se acerca a mayor profundidad al peso mayor.

Morteros.—Casi en todas la represas de mampostería se han hecho ensa-yes detenidos i observaciones acerca de la cantidad de mezcla que se emplea en la construccion, en cuanto a su relacion con el cubo total de albañilería. En albañilería ordinaria, puede bajar mucho esta relacion, depende del tamaño de la piedra, si es canteada o desbastada, de la habilidad del albañil, etc. En albañi-lería con piedra canteada llega esta relacion entre el mortero empleado i el cubo total a 10% i sube en los tranques a 30, 33 i 42%. Miéntras menor sea el tamaño de la piedra, mas se podrá economizar en mezcla. Los tranques grandes america-nos han aceptado como norma piedras entre 2 i 8 T de peso. Nosotros propon-dríamos tamaños de 100-400 kg. como se ha hecho en las construcciones ale-manas i francesas. Debe tenerse en vista la facilidad i la importancia de la cons-truccion i que piedras pesadas obligan a ocupar albañiles especiales con espe-riencia en esta clase de albañilería, que son bastante escasos.

En la práctica se subsanará este inconveniente colocando al personal jóven de albañiles a trabajar en el muro de la isla, que es mas bajo i mas sencillo de construir. La obra debe comenzarse por el brazo derecho, despues sigue el bra-zo izquierdo i una vez llegada la albañilería en ámbos brazos a la cota de fun-dacion del muro de la isla, debe seguir la albañilería simultáneamente en las tres secciones.

La cuestion relativa al mortero es difícil de resolver i en la presente me-moria ponemos en conocimiento del Directorio algunos datos característicos para que puedan formarse criterio i reconocer la importancia económica que tiene el mortero. En Francia se emplea siempre la cal hidráulica de Theil con excelente resultado. En Inglaterra i EE. UU. de Norte-América se emplea el cemento Portland. En Alemania i Holanda está en uso el cemento Portland con Trass o el Trass con cal hidráulica o polvo de cal.

En uno de los tranques de Chile se ha empleado con ventaja el cemento Alsen, ahora se está usando el Trass; pero tambien un mortero con cemento Portland de la Cruz mezclado con cemento romano de la misma procedencia. Si consideramos ahora que la proporcion de mezcla empleada en un tranque varía entre el 30 i 40% del volúmen del tranque, podrá formarse fácilmente una idea de la necesidad de estudiar una mezcla que junto con cumplir todas las condiciones especiales que exige la obra, no resulte cara.

La cal de Theil no es accesible para nosotros.

El Trass es barato pero obliga a hacer mezclas mi ricas, es decir, con igual volúmen de arena o agregar cemento Portland o cal al mortero. Casi todos los tranques en que se ha agregado cal al mortero de cemento Portland, han mos-trado en la superficie a valle de la albañilería florecimientos de cal. Esto quiere decir que la cal es colada a traves del tranque e indica claramente que un exce-

so de cal no ha fraguado i que vaga en el interior de la albañilería buscando salida en forma de hidrato de cal. Es por lo tanto engañoso buscar una economía en un mortero *exagerando la dosificación de cal*.

Un mortero compuesto de una parte de cemento Portland importado i tres partes de arena es caro por cuanto el barril de cemento cuesta actualmente \$ 10 oro de 18d i contiene 170 kg. neto de cemento. A este precio de plaza debe agregarse el flete de Coronel a Curanilahue i de aquí un flete en carreta de 11—12 km.

Los morteros de cemento Portland son caros i emplear mezclas mas económicas como, por ejemplo, 1 : 5, da morteros porosos sin plasticidad alguna i no se adhieren bien a la piedra.

Despues de estudios prolongados sobre esta materia, recomendamos las siguientes mezclas como casi igualmente buenas i aptas, cuyos precios estudiaremos en el capítulo referente al presupuesto.

Mezcla A) 1 parte de cemento Portland importado i 3 de arena.

Mezcla B) 1 parte de cemento Portland i $3\frac{1}{2}$ de arena.

Mezcla C) $\frac{1}{2}$ parte de cemento Portland de la Cruz.

$\frac{1}{2}$ parte de cemento romano.

3 partes de arena.

Mezcla D) 1 parte de cemento Portland de la Cruz.

$\frac{1}{2}$ parte de cal en polvo.

5 partes de arena.

Mezcla E) 1 parte de cemento Portland de la Cruz.

1 parte de cal en polvo.

3 partes de arena (para enlucidos i emboquillados).

En la isla debe construirse un galpon destinado a guardar i almacenar el cemento i la cal, que debe adquirirse en cantidades reducidas conforme a las necesidades para un mes. La arena se buscará gruesa i bien lavada, para no tener que hacer manipulaciones con ella posteriormente.

El agua necesaria para el lavado de las piedras i la confeccion de los morteros como tambien para la bebida, puede extraerse fácilmente por medio de un arriete hidráulico. Una bomba centrífuga o de membrana para el agotamiento de los heridos es tambien indispensable junto con su correspondiente motor. Un estanque de madera puede servir de receptáculo para el agua que por medio de cañerías se distribuye al depósito de piedras, a las canchas para hacer los morteros i a las diferentes partes de la obra para humedecerla i regarla continuamente i preservarla de grietas motivadas por un resecamiento demasiado rápido.

Obras anexas.—Contando que un albañil hace en 10 horas de trabajo 3.5 m³ de albañilería i adoptando la cifra mas baja de 3 m³, se necesitarian para dar impulso a la obra unos 8-10 albañiles con sus correspondientes oficiales e igual número de muchachos. Tendríamos entónces unos 30 hombres ocupados

en la albañilería, 7 peones en la confeccion de los morteros incluso capataz, 2 carpinteros para los andamios i la armadura de las plumas, 3 peones en el depósito de piedra ocupados en la separacion i eleccion del material.

Para alojar a toda esta jente, habria que tener en la isla, que seria el punto mas a propósito, ranchos para 40 hombres, una pequeña quincena, casucha del inspector con su bodeguita para herramientas, cemento i cal. En un punto bien elejido de la isla iria la casucha para la pólvora, la fragua, los estanques para el agua, la cancha para el depósito i lavado de piedras, la cancha para la arena i para confeccionar las mezclas.

Conviene dar la estraccion de la piedra a un contratista, obligándolo a no entregar trozos mayores de 400 kg. Esto seria lo mejor i se podria desde luego, iniciar la explotacion de la cantera para acumular material i para que en el estrecho espacio no se molesten mutuamente las diferentes faenas. Talvez sea práctico tener un depósito de 1000 m³ de piedra en la isla i trasportar el resto por andariveles conforme se vaya necesitando directamente de la cantera al muro.

Telégrafo i teléfono.—Debe ir unido por telégrafo la casa de máquinas con el establecimiento i sus diferentes servicios para recibir i dar noticias. El mismo alambre puede servir para telégrafo i teléfono a la vez. El telégrafo tiene la ventaja que las órdenes recibidas quedan impresas en las cintas, sirviendo de constancia i archivo.

Rectificacion del brazo derecho en la confluencia con el brazo izquierdo aguas abajo, es inevitable. Existe allí la cota 95,80 m. formándose un brazo muerto. Conviene hacer un rebajo para el rápido escurrimiento de las aguas despues de haber pasado por las turbinas. Estos rebajos son sencillos i fáciles. Se han ejecutado en casos análogos con cargas de dinamita, sirviendo la columna de agua de taco. Estos tiros superficiales, si bien es cierto que consumen mas explosivos, ahorran barrenos i son rápidos.

Cálculos del tranque.—Los tranques son las obras mas delicadas de injeniería i pueden compararse con los puentes en cuanto a la importancia que tiene el cálculo de estabilidad. Las antiguas represas demuestran secciones que podrian tildarse de exajeradas i que con el conocimiento de la estática han sido abandonadas para adoptar las llamadas secciones racionales, que se acercan a un perfil ideal que se llama perfil teórico por ser la seccion que con el menor material da la mayor resistencia dentro de ciertos límites.

Las últimas construcciones de tranques llevados a cabo en Francia, Alemania, Estados Unidos de Norte América i Aljeria, han seguido los perfiles teóricos en mayor o menor escala. Los antiguos tranques tienen, sin embargo, el mérito de haber resistido durante 4-5 siglos, miéntras que las construcciones modernas segun criterio científico, deben demostrar aun por una duracion larga la bondad de los principios de construccion. Tranques de seccion racional no existen de mas de 60 años de edad i la mayor parte cuenta con solo 5-10 años.

La injeniería moderna tendrá siempre que satisfacer las exigencias de un compromiso entre el costo de una obra i la seguridad. La seguridad absoluta

es una utopía i solo entendemos una seguridad relativa accesible con un costo moderado. Siempre que una construccion peque por tener una seccion demasiado sólida, debe en materia de tranques considerarse un hecho así como construccion racional tambien, pero el exceso de material empleado debe realmente tender a disminuir la compresion del sub-suelo. En todo otro caso seria un derroche inútil, emplear un exceso de material sin positiva ventaja. Existen muchas construcciones que, a pesar de su sólida seccion, no disminuyen las presiones i las tasas del material.

El caso que contemplamos nosotros está mui léjos de ofrecer complicaciones como las que acabamos de mencionar, pero no por eso hemos omitido el llevar a cabo un riguroso cálculo estático para cubrir nuestra responsabilidad como ingenieros autores del proyecto.

Para el cálculo de un tranque de albañilería deben satisfacerse las siguientes prescripciones:

1.º Debe considerarse para los efectos de cálculo de los fuerzas solicitantes que el muro está espuesto al empuje del agua desde la cota de fundacion;

2.º Se considera como altura máxima del nivel del agua, no una elejida segun capricho a una medida arbitraria baja la coronacion del tranque sino que un nivel igual al coronamiento del tranque. (El algunos casos se ha adoptado un nivel del agua que esté 1 m. sobre el coronamiento del tranque i se ha dado al agua cuando las crecidas la enturbian, un peso específico algo mayor, como ser 1 100 kg. por m³);

3.º La estabilidad del tranque debe ser a lo ménos igual a 2. La estabilidad es la relacion que existe entre el momento estable i el esfuerzo de volcamiento;

4.º La curva de presiones, bajo el empuje de las aguas no debe salir del tercio medio de la seccion del tranque;

5.º El coeficiente de deslizamiento no debe ser en ningun caso mayor a 0,75;

6.º Las presiones máximas no deben sobrepasar el límite entre 6-8 kg. por cm². En algunos tranques modernos i en algunos antiguos se comprime el sub-suelo en la base de fundacion con presiones que fluctúan entre 12 16 kg. por cm²;

El material de que disponemos en Curanilahue no hace prudente pasar en ningun caso de 5 kg. por cm². Teniendo que satisfacer las exigencias bajo 1.º-6.º no sobre pasará en un tranque de 16 m de altura las tasas de trabajo fijadas al material; como que un tranque de 30 m. de altura, cumpliendo las exigencias 1.º-6.º, tampoco tendrá tasas altas de trabajo;

7.º No debe existir tension en la arista amonte con la represa llena ni tampoco en la arista avalle con la represa vacía. El último caso no tiene mucha importancia, por cuanto es difícil que una represa se encuentre vacía completamente. Se permite una pequeña tension en el lado avalle con la represa vacía, siempre que no suba de 0 10 kg. por cm²; i

8.º Los tranques de albañilería tienen casi todos una forma curvilínea con su convexidad hácia amonte. El radio de esta curva es en jeneral igual al doble

de la longitud de la obra. Esta disposicion agrega una gran resistencia a un tranque contra los esfuerzos de volcamiento que puede ejercer una gran crecida extraordinaria sobrepasando en una considerable altura la cota máxima adoptada para las aguas. Las grietas que se podrian formar por efectos sísmicos u otros, tienen tendencia a cerrarse bajo la presión del agua. Tensiones en el lado amonte no pueden tener lugar jamas. El grado de seguridad adicional de la forma curvilínea en la seccion horizontal no se presta para el cálculo, pero ha sido comprobado con el hecho de que hai tranques que se mantienen estables únicamente por la forma curvilínea.

En jeneral se compara un perfil para un tranque, con el de otros contruidos; despues de elejida una seccion, se procede a su cálculo observando las prescripciones bajo 1-8, que solo sirve para cubrir la responsabilidad del injeniero proyectista. No es conveniente disminuir mucho la seccion para ahorrar gastos, porque sobre todo en Chile están llamados los tranques i represas a prestar utilísimos servicios i los de albañilería no son aun suficientemente conocidos i un fracaso debido a una economía mal entendida, desanimaria al público interesado en la construccion de esta clase de obras i muchos proyectos quedarian sin llevarse a la realidad.

Los tranques del brazo derecho e izquierdo tienen igual seccion i comenzaremos por éstos el cálculo de estabilidad.

Como base adoptamos un peso de la albañilería de 2.000 kg. por metro cúbico, lo que fué necesario adoptar, en vista de la piedra de peso liviano que hai en la rejion. Si como es probable se encuentra en la cantera piedra mas pesada, tendremos una adición de resistencia i mejorarán notablemente todas las condiciones de estabilidad.

Una seccion de nuestros tranques de 16 m. de altura tiene en un prisma de 1 m. de fondo un peso P igual a 183 000 kg. la componente horizontal que equivale al empuje de las aguas a 123 000 kg.

Tenemos:

$$\frac{\text{Momento estable}}{\text{Momento del volcamiento}} = \frac{183\ 000 \times 750}{123\ 000 \times 533} > 2.$$

La curva de presiones no sale en ninguna parte de la seccion examinada del tercio medio como puede observarse en el diagrama.

El coeficiente de deslizamiento es igual a 0,695, es decir, menor que 0,75, el límite admisible.

Las presiones límites fueron calculadas segun el procedimiento de Delocre, quien se basa en las teorías de Méry i Bélanger sobre las reparticiones de las presiones en una juntura horizontal.

Este método es bastante exacto i es aceptado en jeneral para todos los casos corrientes. Las teorías avanzadas i nuevas de Bouvier i Guillemain son dignas de aplicacion en muros de mas de 40 m. de altura porque los resultado, que dan, son algo mas desfavorables. Para nuestro cálculo sea

P el peso del tranque en una seccion de 16 m. de altura i de 1 m. de fondo igual a 183 000 kg.

u la distancia entre la resultante R i el borde avalle igual a 378 cm.

l la anchura total de la base del tranque igual a 1 100 cm.

p av la presion en el borde aguas abajo en kg por cm.²

p am » » en el » » arriba en » por cm.²

Tenemos la ecuacion:

$$p_{av} = \frac{2P}{l \times 100} \frac{(2.3u)}{1} = \underline{3.23 \text{ kg. por cm.}^2}$$

$$p_{am} = \frac{2P}{l \times 100} \frac{(3u-1)}{1} = \underline{0.10 \text{ » »}}$$

Comprobacion:

$$\frac{p_{av} + p_{am}}{2} l \times 100 = P = (183 \ 100) \underline{183.700 \text{ kg.}}$$

Estos resultados equivalen a las tasas de trabajo con la represa llena i con la accion del empuje de las aguas. El cálculo de las tasas límites del tranque estando vacío, da un resultado diferente. Aquí se traslada la curva de presion máxima hácia el borde amonte i muchas veces se comprueba en el lado avale una pequeña tension, pero sin ninguna importancia siempre que no pase de 0.10 kg. por m². La represa estará siempre llena i por otro lado se llenará la represa con material fino e impermeable en el lado amonte para tener la resultante de las fuerzas siempre en una misma posicion i no oscile dentro de la seccion.

Es esta una disposicion moderna que ha dado buenos resultados por cuanto que ayuda a obtener tambien una impermeabilidad en la cara amonte i ahorra costosos trabajos de enlucidos i estucos i aminora la presion hidro-estática.

Emplearemos las mismas denominaciones para el cálculo de las tasas límites del tranque considerado vacío. Solo u varía que en este caso la distancia entre la componente vertical del peso propio del tranque del borde amonte igual a 356 cm.

Tenemos la ecuacion:

$$p_{av} = \underline{10. \text{ lkg. por cm.}^2}$$

$$p_{am} = \underline{3.43 \text{ kg. por cm.}^2}$$

Comprobacion:

$$\frac{p_{av} + p_{am}}{2} l \times 106 = P = (183 \ 100) \underline{183 \ 650 \text{ kg.}}$$

La pequeña tension en el lado avalle no es de importancia i es tolerada.

Por lo espuesto, cumple la seccion elejida con las condiciones de estabili-

dad. Aun en un tranque de 30 m de altura, siempre que cumpla con las condiciones fijadas mas arriba no se tendrá jamas tasas mayores de 5 kg. i en las secciones superiores naturalmente ménos aun.

Fuera de un riguroso exámen de la seccion del tranque proyectado por nosotros, hemos comparado nuestro proyecto con cerca de 20 otras construcciones i hemos agregado a la base 1,50 m. de anchura adicional.

El muro sobre la isla tiene una altura media de 6 m. contando con 1 m. de fundacion. El coronamiento es de 2 m de anchura conforme al resto de la construccion. Como este muro es recto i de 50 metros de longitud, le hemos dado una seccion algo mayor a la que daria el cálculo, porque esta parte recibirá el oleaje cuando haya tempestad, la corriente choca directamente i es axioma que un tranque de mayor longitud debe ser en cierta proporcion algo mas sólido que otro mas corto.

Para el muro de la isla son los cálculos bastante sencillos pero no lo hemos omitido.

Sea P el peso del muro de 6 m. de altura i de 1 m. de fondo=39 000 kg.

u la distancia entre la resultante R i el borde avale=188 cm.

l la anchura de la base igual a 460 cm.

Entónces tenemos $pav=1,30$ kg. por cm^2

$pam=0,43$ kg. por cm^2 para el muro bajo la presion del agua.

Para el muro vacío es un u la distancia entre la componente vertical del peso propio del muro i el borde amonte igual a 170 cm.

Tenemos $pav=0,23$ kg. por cm^2

$pam=1,51$ kg. » »

La estabilidad del muro es igual a 2,8

El coeficiente de friccion es igual a 0,45.

Con lo espuesto creemos que se han tomado todas las medidas que aconseja la importancia de esta clase de obras por la responsabilidad que dan al ingeniero, autor de un proyecto.

Las fórmulas para calcular los vertederos son conocidas i dan segun los coeficientes que se adopten entre 1,80 i 2,20 m^3 por m l de vertedero i una carga de 1 m. i para carga de 2 m. el gasto seria igual a 5. l m^3 . Hemos adoptado como norma 1.80 m^3 i 51 m^3 . Resta solo despues de probar que la obra proyectada está calculada segun las reglas del arte, que la construccion pueda corresponder por una esmerada mano de obra, a realizar las bases i conclusiones del cálculo.

Presupuesto.—El presupuesto es mui sencillo, pues se reduce a determinar el cubo de las excavaciones i de la albañilería, que es la partida principal de la obra. Como habíamos espresado en otra ocasion depende el precio de la albañilería, de la mezcla que deberá emplearse en la obra. En vista de la gran importancia técnica (con respecto a la resistencia) i económica (33% del volúmen total) que tiene la mezcla, hemos calculado el valor de diferentes mezclas que nos parecen casi de igual aceptacion. Solo respecto del agregado de cal debe

hacerse algunos ensayos i nos hemos adelantado a pedirlos al señor Juan Geiger de la Cruz. Por lo demas, es obvio que la mezcla *A*, la mas cara, es la que sin duda es mejor.

Para determinar el precio del metro cúbico de albañilería, vamos a fijar el precio de 1 m³ de mezcla de las diferentes que hemos propuesto:

Mezcla *A*, una parte de cemento Portland importado, tres partes de arena.

1 m³ de mezcla *A*, contiene:

487 kg. de cemento a \$ 29 moneda corriente los 170 kg.....	\$ 55,00
1 000 litros de arena (1 m ³).....	1,50
La confeccion de la mezcla, 1 m ³	2,50
	\$ 59,00

Mezcla *B*, una parte de cemento Portland importado, 3½ partes de arena.

1 m³ de mezcla *B*, contiene:

417 kg. de cemento a \$ 20 moneda corriente los 170 kg.....	\$ 49,00
1 026 l de arena.....	1,50
Confeccion de 1 m ³ de mezcla.....	2,50
	\$ 53,00

Mezcla *C*, media parte de cemento Portland de la Cruz, media parte de cemento romano de la Cruz, tres partes de arena.

1 m³ de mezcla *C* contiene:

233 kg. de cemento Portland a \$ 15 los 177 kg.....	\$ 20,00
233 » de » romano a \$ 10,50 los 177 kg.....	13,60
1.000 l de arena.....	1,50
Confeccion de la mezcla.....	2,50
	\$ 37,60

Mezcla *D*, una parte de cemento Portland de la Cruz, media parte de cal en polvo, cinco parte de arena.

1 m³ de mezcla *D* contiene:

286 kg. de cemento Portland a \$ 15 los 177 kg.....	\$ 24,20
1.020 l de arena.....	1,50
102 l de cal (51 kg.) a \$ 2,00 los 50 kg.....	2,00
265 l de agua.....	
Confeccion de la mezcla.....	2,50
	\$ 30,20

La mezcla *E* sirve solo para estucos, enlucidos i emboquillados, i no representa el rol de las demas por cuanto que su uso es limitado. Talvez con

venga solo estucar desde la cota 95-102 i emboquillar la parte superior. Es esta cuestion de criterio.

Para adelantar datos referentes al presupuesto i precio de 1 m³ de albañilería, volvemos a recordar que la mezcla es igual a $\frac{1}{3}$ del cubo total de albañilería. Así resultaria que 1 m³ de albañilería costaria con la

mezcla A 1 m	\$ 50,90	
2 m ³ de piedra.....	6,00	
Obra de mano por 3 m de albañilería.	9,00	
<hr/>		
3 m ³ costarian.....	\$ 74,00	
1 m ³ de albañilería costaria..	24,70	con mezcla A
<hr/>		
Mezcla B 1 m ³	\$ 37,60	
2 m ³ de piedra.....	6,00	
Obra de mano por 3 m ³ de albañilería.	9,00	
<hr/>		
3 m ³ costarian.....	\$ 52,60	
1 m ³ de albañilería costaria.....	17,53	con mezcla C
<hr/>		
Mezcla D 1 m ³	\$ 30,20	
2 m ³ de piedra.....	6,00	
Obra de mano por 3 m ³ de albañilería.	9,00	
<hr/>		
3 m ³ de albañilería costarian.....	\$ 45,20	
1 m ³ de albañilería costaria.....	15,07	con mezcla D
<hr/>		

Tendríamos entónces, que segun las diferentes mezclas podríamos conseguir el metro cúbico de albañilería entre los límites \$ 24,70 i 15,07 moneda corriente.

Ahora que el cambio tiene tendencia a mejorar, puede mejorar tambien en cuanto a baratura la mezcla con cemento Portland importado. Hasta ahora hemos tenido forzosamente que considerar un cambio para el cálculo del cemento Portland importado igual a 10d.

Las materias relativas al presupuesto de la seccion represas son sencillas.

Muro de la isla

Escavaciones, 235 m ³ a \$ 1 m ³	\$ 235,00
Albañilería de piedra, 900 m ³ a \$ 15 m ³	13 500,00

Tranque del brazo izquierdo

Escavaciones, 100 m ³ con agotamiento, a \$ 4 m ³ .	\$ 400,00
» 200 » sin » a » 1 »	200,00
Albañilería. 1 180 m ³ a \$ 15 m ³	17.700,00

Tranque del brazo derecho

Escavaciones, 150 m ³ con agotamiento, a \$ 4 m ³ .	\$	600,00
» 50 » sin » a » 1 »		50,00
Albañilería, 1.000 m ³ a \$ 15 m ³		15.000,00
Alcantarilla en el brazo derecho con anexos.....		2.500,00
Toma para las turbinas.....		1.500,00
Correccion i rebaje del rio en el brazo derecho...		2.000,00
Reboques i enlucidos.....		5.000,00
		<hr/>
Total del costo de la represa.....	\$	58.685,00

Para determinar este precio hemos considerado 1 m. de profundidad en las fundaciones, lo que no será talvez necesario, de modo que no solo se ahorra una escavacion costosa de mas o ménos 500 m³, sino tambien otro tanto en albañilería de piedra. En cambio no hemos introducido imprevistos, con lo que irá compensado el presupuesto.

El presupuesto ha sido hecho en forma que con mejor conocimiento de los precios locales, sea fácil introducir alteraciones i revisar los cálculos nuestros, que por cierto son bastante elevados.

Estacion de fuerza hidro-eléctrica.—En nuestro proyecto hemos preferido dedicarnos solo a la parte concerniente a la represa, siendo la planta de fuerza del resorte de especialistas. Creemos así servir mejor a los intereses de la C.^a, indicándole no solo el modo de proporcionarse buenos planos sino tambien presupuesto.

La estacion de fuerza va completamente separada del tranque. Así se ha procedido siempre en todas las instalaciones que conocemos. La idea de tratar de ubicar la estacion sobre el muro del brazo derecho en un solo cuerpo, fué estudiada con atencion i abandonada despues de maduras reflexiones. No se obtenia así ninguna ventaja, pero sí muchos inconvenientes.

En primer lugar, no se independizaba la estacion de fuerza i tambien la seccion del tranque quedaba subordinada al espacio que ocuparia la planta, que podrian ser 80 90 m.² Los proponentes i fabricantes se verian tambien en el caso de ofrecer una instalacion, debiendo ajustarse a un espacio limitado i fijo de antemano.

Es sin duda mucho mas económico hacer un pequeño corte en la roca sobre la isla, independizando por completo la planta eléctrica, dejando a los fabricantes plena libertad para proyectar, que reservar un espacio de cerca 9 × 10 m. sobre la cresta del tranque, cuando el metro cúbico de albañilería costaria en caso favorable \$ 15.

No recordamos ejemplo que se haya procedido así, sobre todo teniendo la facilidad de independizar las dos instalaciones.

Es evidente que tambien para la construccion tiene la estricta separacion de represa i planta la gran ventaja de poder ejecutarse independientemente una de otra

Tomando como probable un gasto en estiaje de 4 m³ por segundo, tendríamos una energía útil (efectiva de 500 HP). Esta sería por la tanto la unidad mas pequeña. Cada una de las tres tomas puede dar cabida a 4 m³ de agua por segundo. Conviene por lo pronto, hacer dos instalaciones de dos agregados de a 500 HP cada una. El sitio para una tercera turbina con su dinamó acoplado debe reservarse para el porvenir.

PRESUPUESTO PARA LA PLANTA DE FUERZA.—ESTACION CENTRAL

Parte hidráulica

A) 2 turbinas con eje horizontal para un gasto de 4.000 litros por segundo, caída 12.5 m, fuerza 500 HP efectivos i 375 revoluciones por minuto. Las turbinas completas con caja de hierro, marcos para fundacion, reguladores, válvulas de admision, acoplamiento a desenganchar, escusas i rastrillos.

Fuerza total disponible: 1.500 HP efectivos.

Precio de dos turbinas de 500 HP cada una: \$ 56.600 oro de 18d.

Parte eléctrica

B) 2 dinamos para corriente trifácea, sistema Siemens-Schuckert, para un capacidad de 360 KVA cada uno, $\cos = 1$.

Tension: 15.000 volt.

Frecuencia: 50 períodos.

Revoluciones: 375 por minuto.

El dinamó puede jenerar mas o ménos 25 % mas energía durante una media hora. Dinamó con máquina excitadora, regulador, placas para fundacion con la turbina, conductores de conexion entre el dinamó, la máquina excitadora i el regulador.

Regulador i tablero de distribucion.

Precio de los dinamos completos: \$ 33.900 oro de 18d.

C) 1 tablero de distribucion, sistema Siemens Schuckert con 5 tableros de mármol en marco de hierro para agrandar el tablero, con los aparatos siguientes:

1 amperómetro, sistema Ferraris, para 55 amperes.

1 trasformador para 55 ampéres.

1 corta-corriente para alta tension, 3 polos.

2 amperómetros sistema Ferraris

2 trasformadores para ídem, capacidad 20.000 volt.

2 interruptores para alta tension, con aislamiento de aceite.

6 corta-corriente para alta tension.

1 voltómetro para indicar las fases.

1 indicador de fases con lámpara.

2 amperómetros con la máquina excitadora.

2 interruptores para la máquina excitadora.

4 corta-corriente para 100 ampéres.

- 8 corta-corriente para 6 ampéres.
 - 6 interruptores para los aparatos.
 - 2 wattmetros con trasformadores.
 - 7 brazos con lámparas incandescentes para el tablero. Cables i alambres de conexion, montaje de los aparatos en el tablero.
- Precio del tablero con anexos: \$ 6.000 oro.

Cables i alambres

- 3 x 6.300 m. de alambre de cobre desnudo para canalizacion eléctrica.
- 900 aisladores para alta tension, de porcelana, para 15.000 volt con soportes de hierro con sus pernos respectivos.
- 400 m. de alambre de cobre para atar los alambres de cobre.
- 3 pararrayos con antenas para 20.000 volt.
- 1 conducto a tierra de agua para 20.000 volt. i 3 polos.
- 1 plancha para la tierra de 1 x 1,5 m.
- 3 interruptores.
- 3 resistencias de aceite. Cables de conexion, soportes, etc. Precio: \$ 88.00 oro de 18d.

El costo del edificio para la planta de fuerza es aproximadamente de \$ 30.000 moneda corriente.

300 postes de madera de 8 m. de lonjitud por 25 cm. de diámetro, \$ 600 moneda corriente.

Resúmen del presupuesto para una instalacion hidro-eléctrica de trasmision de fuerza

	Moneda corriente
A) Represa.....	\$ 58.685
B) Edificio para el administrador.....	8.000
C) Casas para los mecánicos.....	8.000
D) Casas para 3 peones.....	2.000
E) Télegrafo 6.3 km. con aparatos.....	2.100
F) Edificio completo para la planta de fuerza.....	30.000
Presupuesto en moneda corriente.....	\$ 109.385
	Oro de 18d
H) Parte hidráulica para 1.000 HP.....	\$ 56.600
I) Parte eléctrica para 1.000 HP.....	33.900
K) Tablero i distribucion.....	6.000
L) Trasmision de fuerza.....	8.800
Presupuesto en oro de 18d.....	\$ 105.300


Los precios de la planta de fuerza los debemos a la amabilidad del señor Luis Bénard i se entienden con la instalacion hecha i funcionando con garantía de 6 meses de la casa importadora.

Con la trasmision de la enerjía hasta las minas i trasformada aquí a un voltaje diferente i corriente continua, concluye el presente estudio siendo cuestion de detalle la eleccion, de los diferentes electro-motores para el sérvicio de explotacion de las minas. El presupuesto presente se refiere a la trasmision de 1,000 HP., pudiendo aumentarse la planta con otro agregado mas, a 1.500 HP.

Santiago, febrero de 1908.

EHLERS I LANAS,

Injenieros



Mapa de la rejion salitrera comprendida entre el Toco i Copiapó

Acaba de darse a la publicidad el mapa de la rejion salitrera comprendida entre El Toco i Copiapó, trabajo llevado a cabo con laudable empeño por el injeniero don Jorje Heuisler, tomando como base las mensuras recientes de pertenencias salitrales i completándolo con los trabajos topográficos de la Oficina de Límites.

El mapa del señor Heuisler abarca la rejion comprendida entre los grados 22° i 28° de latitud i del 67° al 71° de longitud oeste de Greenwich, o sea desde Tocopilla, por el norte, hasta la quebrada de Totoral, San Antonio i Cerro de las Vizcachas, al sur de Copiapó.

Damos a continuacion una reproduccion fotográfica del mapa del señor Heuisler, que permite apreciar la magnitud e importancia del trabajo que ha realizado.

Al dar noticia de la publicacion de este mapa, que viene a llenar un verdadero vacío en el campo de las informaciones jeográficas de la rejion del norte del pais, nos es grato comunicar a los lectores del BOLETIN que el señor Heuisler publicará en el curso del año un segundo mapa que abarcará la zona salitrera de mas al norte, que comprenderá las provincias de Tarapacá i Tacna.

