

MEMORIA RELATIVA

AL PROYECTO DE REPRESA I ESTACION DE FUERZA EN EL RIO DE CURANILAHUE

PRESENTADA AL DIRECTORIO DE LA COMPAÑIA CARBONÍFERA "LOS RIOS DE CURANILAHUE"

POR LOS INJENIEROS

EHLERS I LANAS

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

Indice 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 explotacion de sus minas, gastos que llegan a 15 000 toneladas de carbon al año. Los diferentes servicios de la explotacion, como ser: estraccion, ventilacion de las minas, desagüe, alumbrado de las canchas i oficinas, servicio de maestranza, etc., llegan a cerca de 300 HP. Esta fuerza no debiera consumir sino a lo mas 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.

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 explotación.

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 diuamos, la canalizacion i transporte 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 faldeo, 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 estos 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 vé 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 encijonados, 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 hidro-eléctrica 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 pie-

dra se presta para construcciones, no obstante, que para un tranque de albañilería habría, mos 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 transportar 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 muy 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 vé 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. Obviamente 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, deslizando 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 colocándolo 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 hasta la altura de la solera del vertedero de la superficie, que está a la cota 108,50 m.

Esta parte 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 medio de roldanas o huinches, 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 levantar 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 sumergido i lo podamos reemplazar por uno 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 dias de turbiones estrordinarios 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 vácia por el brazo izquierdo; la anchura del vértedero asegura un nivel casi constante con mui pocas variaciones, que fluctuará en crecidas ordinarias apénas 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, lo que es un gasto bastante considerable, pues llega a ser siete veces mas de lo que llevaba el rio de 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 paracticado 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 1 000 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 sólo de 4 m³ de agua por segundo, daria este gasto un poder efectivo de 500 HP. El establecimiento necesita para su funcionamiento de 300 HP, que en vista del desarrollo futuro podrian llegar a 400 HP; quedaria 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 corresponderian al nivel marcado por las crecidas máximas, al perímetro mojado, seccion trasversal i pendiente media, un gasto que oscila segun las fórmulas empladas en 130 i 150 m³ 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 muy difíciles de hacer, conviene tener presente el dato de 130 m^3 por segundo para el proyecto del vertero de descarga. El vertedero de superficie junto con el sumerjido 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 isla hasta la cota 110 50 con lo cual se evacuarían cerca de 150 m^3 con solo el vertedero de superficie. Las represas aminoran considerablemente los efectos de los aluviones repentinos, porque con la laguna que se forma se estiende el agua sobre un gran superficie que sirve de regulador. La construcción 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 razón 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 pelagra 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 construcción. 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 estación de fuerza. La toma irá provista de una rejilla para evitar la introducción 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 m^3 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 sólo en algunos casos ha habido escepcion de esta regla.

En Chile son los tranques de albañilería muy 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 25 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 construccion de presas de gran altura de albañilería es una cuestion 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 eleccion 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: 23,60 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 seccion son mui débiles para resistir el empuje de las aguas i que sólo deben su estabilidad a la forma curvilínea en su proyeccion 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 fundacion, tapar todas las grietas i llegar hasta la roca sana compacta. Por eso hemos presupuesto en jeneral 1 m de escavacion para toda la obra, creyendo que esta medida será un término medio. En jeneral no puede fijarse a priori la cota de fundacion, porque esta es funcion de la observacion 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 fundacion 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 transporte ni dé gran los 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 que 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 103,50 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 ámplias acerca del transporte i reparticion de la piedra por medio de la gravedad. La piedra estraida 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 garfías 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 estraido debido a mala calidad. Debe evitarse el empleo de explosivos 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 laja.

La direccion de las estratificaciones representa un papel mui importante. Si son inclinadas hácia el cuerpo del cerro, debe extraerse cada piedra, con las estratas cayendo hácia el valle la extraccion 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 volarse aristas, esquinas sobresalientes e inscrustaciones 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 esclusion de las inservibles. Cerca del depósito se instala una fragua de campaña para el arreglo de las herramientas de los mineros i un galpon para los explosivos.

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 (Derrick) es conveniente para la colocacion de las piedras mas pesadas. Un Derrick se improvisa con una pluma i varios cables de cañamo o de acero. La piedra arenisca 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 las represas de mampostería se han hecho ensayos detenedidos 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, dependiente del tamaño de la piedra, si es canteada o desbastada, de la habilidad del albañil, etc. En albañilería 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%. Mientras menor sea el tamaño de la piedra, mas se podrá economizar en mezcla. Los tranques grandes americanos han aceptado como norma piedras entre 2 y 8 T de peso. Nosotros propondríamos tamaños de 100-400 kg. como se ha hecho en las construcciones alemanas i francesas. Debe tenerse en vista la facilidad i la importancia de la construccion i que piedras pesadas obligan a ocupar albañiles especiales con experiencia 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 brazo izquierdo i una vez llegada la albañilería en ámbos brazos a la cota de fundacion 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 memoria 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 proporción de mezcla empleada en un tranque varía entre el 30 i 42% del volumen 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 muy ricas, es decir, con igual volumen 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 mostrado en la superficie avalla de la albañilería florecimientos de cal. Esto quiere decir, que la cal es colada a través del tranque e indica claramente que un exceso 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.

$\frac{1}{2}$ parté 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 elegido 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 1 000 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 la ingeniería 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 Algeria, han seguidos 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 ingeniería 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 sólo 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 las 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 bajo la coronacion del tranque sino que un nivel igual al coronamiento del tranque. (En algunos casos se ha adoptado un nivel del agua que esté 1 m sobre el coronamiento del tranque i se ha dado al agna 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 ningún caso mayor a 0.75;

6.º Las presiones máximas no deben sobrepasar el límite entre 6-8 kg por cm^2 . 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 cm^2 ;

El material de que disponemos en Curanilahue no hace prudente pasar en ningún caso de 5 kg por cm^2 . Teniendo que satisfacer las exigencias bajo 1.º-6.º no sobrepasará 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 que 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 cm^2 ; i

8.º Los tranques de albañilería tienen casi todos una forma curvilínea con su convexidad hacia 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 presion 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 construidos; despues de elejida una seccion, se procede a su cálculo observando las prescripciones bajo 1-8, que sólo sirven para cubrir la responsabilidad del ingeniero 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 tiene igual seccion i comenzaremos por estos 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 adiccion de resistencia i mejorarán notablemente todas las condiciones de estabilidad.

Una seccion de nuestro tranque de 16 m de altura tiene en un prisma de 1 m de fondo un peso P igual a 183 100 kg. la componente horizontal que equivale al empuje de las aguas a 123 000 kg.

Tenemos:

$$\frac{\text{Momento estable}}{\text{Esfuerzo del volcamiento}} = \frac{183\,000 \times 750}{123\,000 \times 533} \approx 2$$

La curva de presiones no sale en ninguna parte de la sección 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 según 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 aplicación en muros de más de 40 m de altura porque los resultados que dan, son algo más desfavorables. Para nuestro cálculo sea

P el peso del tranque en una sección 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 presión en el borde aguas abajo en kg por cm²

p am » » en el » » arriba en » por cm²

Tenemos la ecuación:

$$p_{av} = \frac{2P}{l \times 100} \frac{(2-3u)}{1} = \frac{3.23 \text{ kg. por cm}}{1}$$

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

Comprobación:

$$\frac{p_{av} + p_{am}}{2} \times 100 = P = (103\,100) \frac{183\,700 \text{ kg.}}{1}$$

Estos resultados equivalen a las tasas de trabajo con la represa llena i con la acción 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 presión máxima hacia el borde amonte i muchas veces se comprueba en el lado avalle una pequeña tensión, 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 posición i no oscile dentro de la sección.

Es esta una disposición moderna, que ha dado buenos resultados por cuanto que ayuda a obtener también una impermeabilidad en la cara amonte i ahorra costosos trabajos de enlucidos i estucos i aminora la presión hidrostática.

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

Tenemos la ecuación:

$$p_{av} = 10, \text{ kg. (tension equivalente a 0) por cm}^2.$$

$$p_{am} = 3,43 \text{ kg. por cm}^2$$

Comprobación:

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

La pequeña tensión en el lado avale no es de importancia i es tolerada.

Por lo espuesto, cumple la sección elejida con las condiciones de estabilidad. Aun en un tranque de 37 m de altura, siempre que cumpla con las condiciones fijadas mas arriba no se tendrá jamás tasas mayores de 5 kg. i en las secciones superiores naturalmente ménos aun.

Fuera de un riguroso exámen de la sección del tranque proyectados 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 fundación. El coronamiento es de 2 m de anchura conforme al resto de la construcción. Como este muro es recto i de 50 m de longitud, le hemos dado una sección algo mayor a la que daría 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 proporción algo mas sólido que otro mas corto.

Para el muro de la isla son los cálculos bastantes sencillos pero no los 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.

Entonces tenemos $p_{av} = 1,30 \text{ kg. por cm}^2$

$p_{am} = 0,43 \text{ kg. por cm}^2$ para el muro bajo la presión 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 $p_{av} = 0,23$ kg. por cm^2

$p_{am} = 1,51$ kg. » »

La estabilidad del muro es igual a 2,8

El coeficiente de fricción 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. 1 m^3 . Hemos adoptado como norma 1,80 m^3 i 5.1 m^3 . Resta sólo despues de probar que la obra proyectada está calculada segun las reglas del arte, que la construcción 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 escavaciones 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 demás es obvio que la mezcla A, la mas cara, es la que sin duda es la mejor.

Para determinar el precio del metro cúbico de albañilería vamos a fijar el precio de 1 m^3 de mezcla de las diferentes que hemos propuesto.

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

1 m^3 de mezcla A contiene:

487 kg. de cemento a \$ 20 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
	<hr/>
1 m^3 de mezcla A cuesta.....	\$ 59.00

Mezcla B una parte de cemento Portland importado $3\frac{1}{2}$ partes de arena.

1 m^3 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
	<hr/>
1 m^3 de mezcla B cuesta.....	\$ 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
	<hr/>
1 m ³ de mezcla <i>C</i> cuesta.....	\$ 37.60

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

1m³ de mezcla *D* contiene;

286 kg. de cemento Portland a \$ 15 los 177 kg.....	\$ 2.420
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
	<hr/>
1 m ³ de mezcla <i>D</i> cuesta.....	\$ 30.20

La mezcla *E* sirve sólo para estucos, enlucidos i emboquillados, i no representa el rol de las demás por cuanto que su uso es limitado. Talvez convenga solo estucar desde la cota 95-102 y 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 costaría con la

mezcla <i>A</i> 1 m ³	\$ 59.00
2 m ³ de piedra.....	6.00
Obra de mano por 3 m ³ de albañilería.....	9.00
	<hr/>
3 m ³ costarian.....	\$ 74.00
1 m ³ de albañilería costaria.....	24.70 con mezcla <i>A</i>
	<hr/>
Mezcla <i>B</i> 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 entonces, que según 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 también 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 inportado igual a 10d.

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

Muro de la isla

Escavaciones, 235 m ³ a \$ 1 m ³	\$ 235.00
Albañilería de piedra, 909 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
Corrección i rebaje del río 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 sólo 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 sólo 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 sólo el modo de proporcionarse buenos planos sino tambien presupuestos.

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 y 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 á 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 costaría 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 seria por lo 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 dinamo 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 trifásica, sistema Siemens-Schuckert, para una capacidad de 360 KVA cada uno, $\cos = 1$.

Tension: 15 000 volt.

Frecuencia: 50 períodos.

Revoluciones: 375 por minuto.

El dinamo puede jenerar mas o ménos 25% mas enerjía durante una media hora.

Dinamo con máquina excitadora, regulador, placas para fundacion con la turbina, conductores de conexion entre el dinamo, 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 marcos de hierro para agrandar el tablero, con los aparatos siguientes:

1 amperómetro, sistema Ferraris, para 55 ampéres.

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: \$ 8 800 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 longitud 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) Telégrafo 6,3 km con aparatos.....	2 100
F) Edificio completo para la planta de fuerza.....	30 000
G) 300 postes de madera para la trasmision de fuerza.....	600
	<hr/>
Presupuesto en moneda corriente.....	\$ 109 385
	<hr/>
	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
	<hr/>
Presupuesto en oro de 18d.....	\$ 105 300

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

Con la trasmision de la enerjia hasta las minas i trasformada aquí a un voltaje diferente i corriente continúa, concluye el presente estudio siendo cuestion de detalle la eleccion de los diferentes electro-motores para el servicio 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.

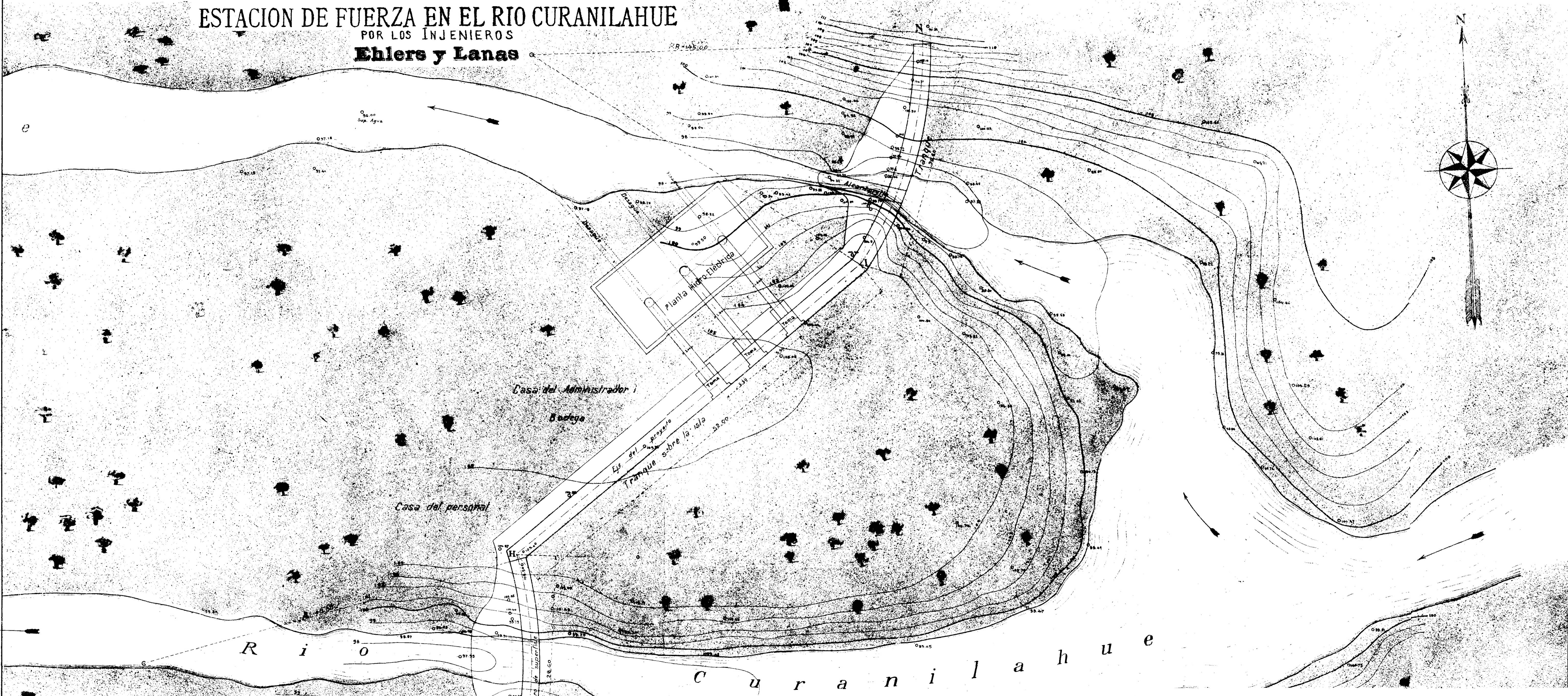
Santiago, Febrero de 1903.

EHLERS I LANAS,

Ingenieros

ESTACION DE FUERZA EN EL RIO CURANILAHUE

POR LOS INGENIEROS
Ehlers y Lanas

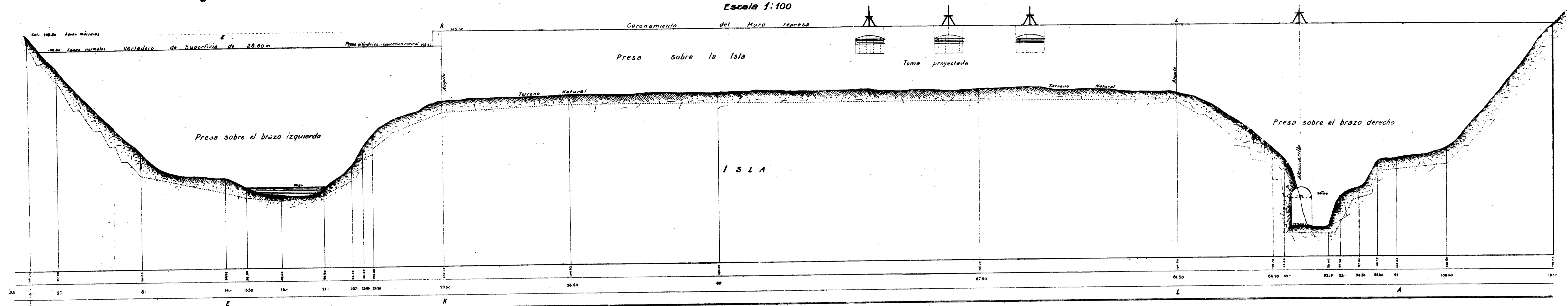


STACION DE FUERZA EN EL RIO CURANILAHUE PERFIL LONGITUDINAL I SECCIONES DEL TRANQUE SOBRE EL RIO CURANILAHUE I LA ISLA

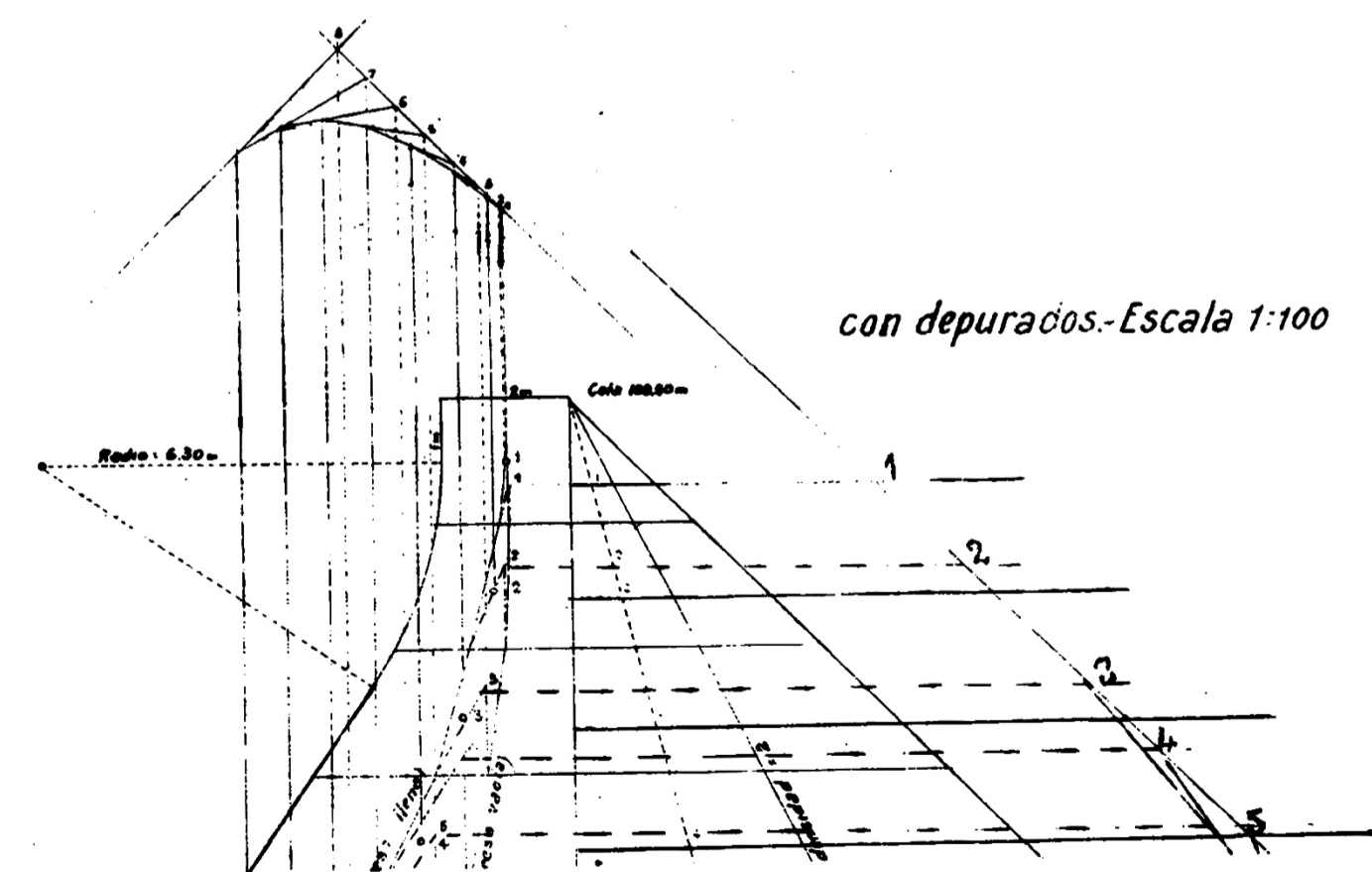
POR LOS INJENIEROS
Ehlers y Lanas

MIRANDO DE AGUAS ARRIBA

Escala 1:100

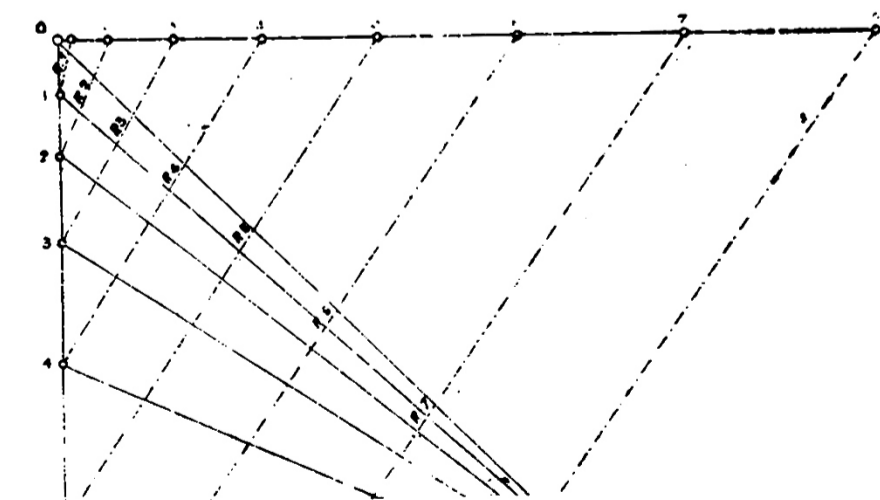


Seccion del muro. h=16m



con depurados-Escala 1:100

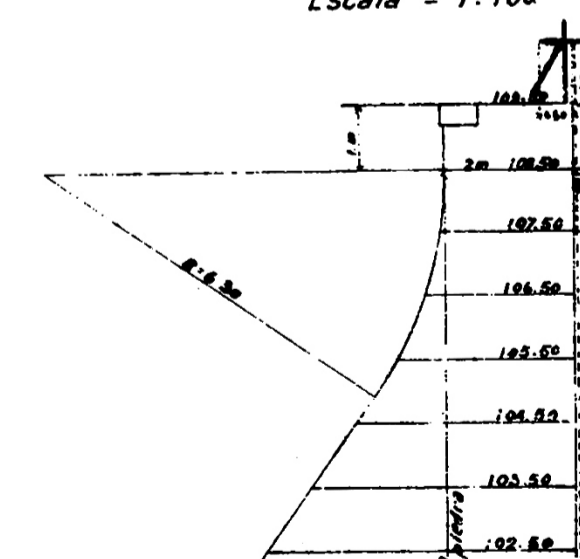
Diagrama de las fuerzas. 1m² = 1000 kg.
Presiones del agua



Seccion del muro sobre la Isla con depurado
Escala { 1:100
1m² = 1000 kg.

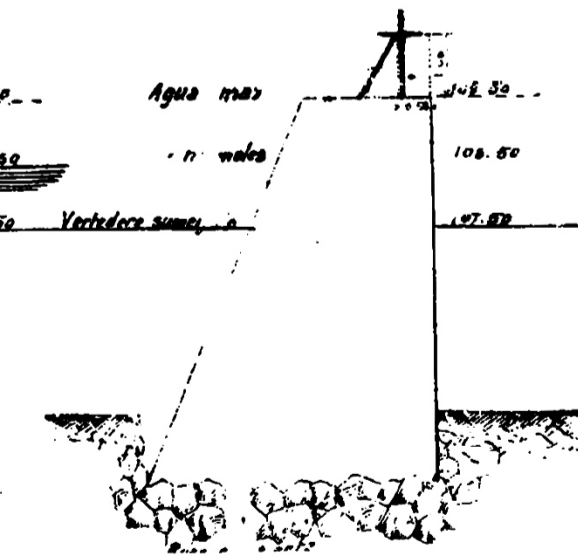
Seccion del muro sobre el brazo izquierdo

Escala = 1:100

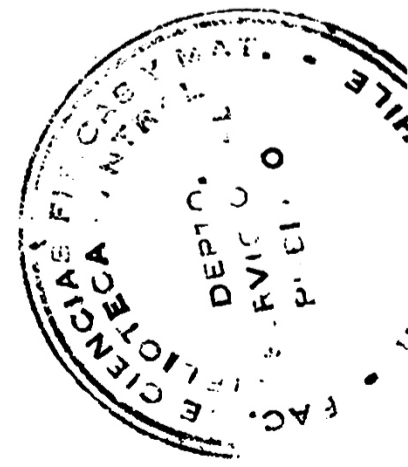
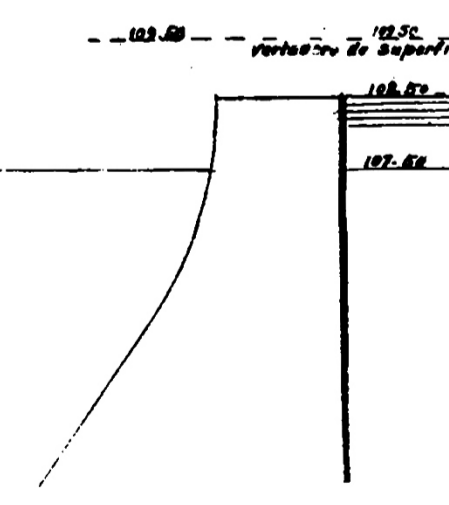


Seccion del muro sobre la Isla

Escala 1:100



Seccion del muro sobre el brazo derecho



ESTACION DE FUERZA EN EL RIO CURANILAHUE

Ehlers y Lanas

PLANO HORIZONTAL DE LA REPRESA I ESTACION DE FUERZA

Escala 1:100

