

ANALES

DEL INSTITUTO DE INGENIEROS DE CHILE

Calle San Martín N.º 352 - Casilla 487 - Teléf. 88841 - Santiago - Chile

Año XXXIII



Junio de 1933



N.º 6

Domingo Casanova O.

Constitución sin puerto

UN trabajo recientemente publicado en estos ANALES (1), sobre «Puertos Chilenos», pone de nuevo a la orden del día esta cuestión tan interesante.

No es mi propósito el de tratar el mismo tema en toda su amplitud. Los puertos que ya se están explotando, cualesquiera que sean sus perfecciones o defectos, no ofrecen hoy más que un interés histórico, en especial los defectuosos, porque no tienen remedio posible, financieramente hablando.

Queda en pié, para un futuro muy lejano, el problema relativo al puerto de Constitución, donde las obras ejecutadas en La Caleta, que absorbieron \$ 25 millones 800 mil de 6 d, han sido casi totalmente embancadas por la arena.

Voy a exponer algunas consideraciones con respecto a ciertos proyectos y a las obras que a mi juicio será preciso construir ahí en el porvenir.

El fundamento de todo proyecto de puerto reposa en los estudios previos. Si los estudios son deficientes, no hay base sólida sobre la cual se puedan apoyar los trazados de las obras que se propongan.

Haciendo la síntesis de tales estudios,

he dicho en estos ANALES (Mayo 15 de 1898 p. 542), lo siguiente:

«Las naves y los puertos están sometidos a las influencias del mar y de la atmósfera, cuyas variaciones dependen de la acción primordial del sol y de la luna.

«De la acción del calor del sol resultan en la atmósfera *los vientos*. De la acción de la gravitación universal resultan en el mar *las mareas*.

«Los vientos, a su turno, provocan *las olas y las corrientes superficiales*. Las mareas se manifiestan por *las ondas y corrientes de marea*.

«Por fin, todos estos agentes, ya aislados, ya conjuntamente, originan los *movimientos de los aluviones*.

«El cuadro siguiente resume estas ideas:

Vientos	{Olas Corrientes superficiales}	} Movimientos de los aluviones.
Mareas	{Ondas de marea Corrientes de marea}	

«Un estudio de puerto, para que merezca este nombre, debe pasar en revista estos diversos tópicos y contener los pla-

(1) Octubre de 1932 a Mayo de 1933.

nos del terreno a la escala conveniente, con los indispensables sondeos hidrográficos y geológicos».

Nada de nuevo se ha publicado recientemente, sobre el puerto de Constitución, acerca de estas diversas materias. Me refiero a nuevas observaciones o bien a nuevos hechos comprobables en el terreno mismo.

De los antecedentes conocidos antes del año 1876, se sabe que el ingeniero señor Alfredo Lévêque sacó la conclusión de que La Caleta no era el sitio adecuado para construir un puerto artificial. En consecuencia, presentó un proyecto para mejorar la entrada a la ría (1).



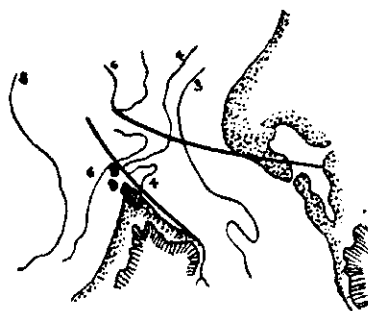
Figura 1.—Proyecto Lévêque

El tratadista, ingeniero señor C. J. de Cordemoy, con observaciones y estudios algo más completos, llegó en 1892, a esa misma conclusión condenatoria y formuló otro proyecto de entrada al estuario (2).

Sin embargo, los ingenieros del Gobierno, en el año 1924, desconociendo la ciencia y la experiencia de los especialistas ya citados, hicieron contratar, con la firma Franke y Jullian, la construcción

de un proyecto de puerto ubicado en La Caleta.

Por haber formado parte de la Comisión de Estudios Fluviales y Marítimos



Proyecto Cordemoy

Figura 2.—Proyecto de Cordemoy

cuyo ingeniero jefe fué el Sr. de Cordemoy, y por haber pertenecido, más tarde, al personal que en el año 1896 inició algunos trabajos preparatorios en Constitución, para ejecutar un puerto en la ría, he tenido ocasión de hacer observaciones y estudios personales que, a raíz de la firma del contrato mencionado, me permitieron publicar, en estos «ANALES» (1924, p. 613) un breve artículo para pronosticar racionalmente el embanque, por las arenas, del puerto que se iba a ejecutar en La Caleta. Esta predicción se ha cumplido, como se puede ver en los planos publicados en Febrero y Marzo (ANALES cit., 1933).

El ingeniero que ha hecho esa publicación ha tratado de justificar el proyecto oficial, recurriendo a lo expuesto en el Congreso Internacional de Navegación de 1908 por el ingeniero italiano señor Lo Gatto, acerca de las teorías de Cornaglia sobre los movimientos de las arenas en las playas y la situación de la línea neutra. Estas teorías son conocidas en Chile desde antiguo (ANALES cit.

(1) Anuario Hidrográfico. (1876).

(2) Estudio relativo a los puertos de Constitución, etc. (1893).

1899, p. 352) y ninguno de los ingenieros de valer que se han ocupado de La Caleta, ha prescindido de su aplicación allí. Los especialistas que han sostenido que ese local no era apropiado para construir un puerto, han aceptado, explícita o implícitamente, que la línea neutra está, frente a él, a más de 12 metros de profundidad.

Por lo demás, parece inútil seguir dis-

arriba; tan pronto como disminuye la corriente del río, el oleaje principia a atacar este banco y a moverlo hacia el Oeste».

No se trata de un error de imprenta, pues, por dos veces se sostiene que el oleaje, al llegar del Oeste, mueve el banco de arena hacia el Oeste, o sea en contra del mayor esfuerzo. Lo mismo se afirma en la página 105, al decir:

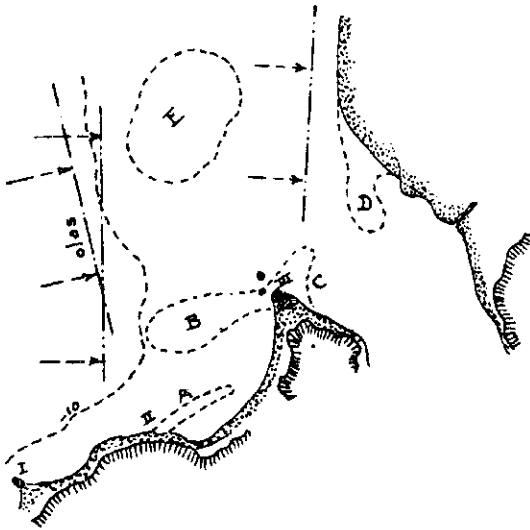


Figura 51

cutiendo por qué se perdió la batalla de Lérica.

En todo caso, confieso no comprender lo siguiente, que se dice en la página 106 (ANALES cit., 1933):

«Durante el invierno, cuando sobrevienen las crecidas del río y su corriente es más fuerte, la arena que avanza del Sur no puede seguir su marcha hacia el Oeste de la desembocadura y se acumula al Este de ella, formando el banco B de la fig. 51, que no se eleva más allá de los 5 metros de hondura, porque las olas impiden que la arena se mantenga más

«de manera que los materiales que hayan pasado de la piedra de Las Ventanas para el Norte no pueden ser removidos sino por las corrientes o por la olas hacia el Oeste»..

Si esas ideas fueran conformes con la realidad, las arenas, en vez de haber sido empujadas por el oleaje del Oeste hacia el Este hasta casi llenar el espacio encerrado por las obras construídas en La Caleta, deberían alejarse hacia el Oeste y el oleaje mantener allí grandes profundidades.

Sea lo que sea de tal teoría, tratemos

de establecer lo que será necesario ejecutar en el futuro para que Constitución tenga puerto.

En la página 113 (ANALES cit., 1933), se sostiene que: «Para utilizar la Caleta sería preciso proceder de acuerdo con las enseñanzas de la experiencia, prolongando el molo Sur hasta que su extremo sobrepasara la curva de los 10 metros, para lo cual ahora sería necesario prolongarlo tal vez en unos 400 ó 450 metros».

El autor reconoce, a continuación, que a medida que se prolongaba el molo Sur, se embancaba, pues dice: «el extremo del molo, que en 1929 se encontraba en más de 6 metros de hondura, ha quedado dentro de la curva de (-4), y probablemente ahora de (-3)».

Luego, a mi juicio, la experiencia enseña, y demuestra hasta la saciedad, lo contrario de lo que se pretende deducir, o sea: que el molo irá quedando en seco, a medida que se prolongue.

El autor da, pues, la prueba de que la solución propuesta por él no es conveniente.

Condenando una idea análoga he citado el puerto de Pointe des Galets, en la isla de la Reunión, en el cual entraron, en tres días, 93,000 metros cúbicos de arena, a pesar de que se había colocado la boca del puerto, no ya en 10 m. de profundidad, sino en 15 metros de hondura (ANALES cit., 1898, p. 529).

Después de hacer un estudio teórico de la posibilidad de resguardar siempre, contra los embancamientos rápidos, la entrada de un puerto, sólo mediante una orientación y longitud conveniente de los rompeolas, en una playa de arena orientada de Norte a Sur y batida casi normalmente por olas que oscilasen entre el Noroeste y el Suroeste, llegué en estos ANALES (1899, p. 480), a las siguientes conclusiones: «Luego no siempre se puede evitar el embancamiento de un puerto

por medio de la orientación de los rompeolas, y menos en Chile donde las playas de la región central reúnen precisamente las condiciones elegidas para mi ejemplo».

Con relación al prolongamiento de los molos, he dicho allí: «Si dos rompeolas convergentes pudieran construirse, hasta las profundidades de 30 a 50 y quizás más metros, con una rapidez vertiginosa, no hay duda que los embancamientos quedarían distanciados; pero ¿dónde están los procedimientos mecánicos para obtener esa rapidez de ejecución? dónde los capitales para pagarse esa satisfacción de vencer a la naturaleza?»

«No, no siempre se puede hacer lo que se quiere en materia de trabajos marítimos».

Dentro de cien años es, pues, poco probable que los ingenieros acepten la prolongación de los molos de La Caleta como una buena solución del problema.

¿Cuál podrá ser la futura solución para obtener un puerto, si La Caleta continúa siendo una sábana de arena y un criadero de dunas, que invadirán el cerro Mutrín y parte de la ciudad?

A mi juicio, «la solución del problema consiste en aprovechar la energía de las avenidas del Maule por medio de una serie de obras provisorias, que se irán modificando o estabilizando a medida de que el río y el mar indicasen en qué sentido, forma, dimensiones, etc. (ANALES cit., 1924, p. 618).

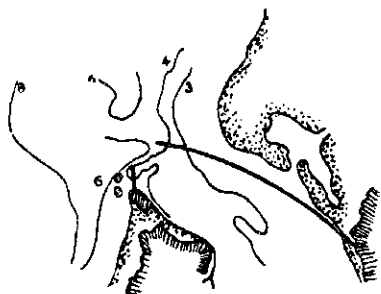
Como este programa es algo vago, tratemos de precisar algunos puntos,

Desde luego se puede descartar la solución errada que propuso el ingeniero señor Jacobo Kraus, el cual proyectó la construcción de dos muros divergentes de amonte a avalle, para facilitar la entrada de las mareas y aumentar así el volumen del agua acumulada en la ría, cuya fuerza viva, al vaciarse, empujaría

y arrastraría los materiales constitutivos de la barra. Esta solución resulta de confundir la ría de Constitución con un estuario ubicado en un mar de mareas pronunciadas. En la boca del río Maule las mareas son de tan poca importancia que la corriente jamás se invierte, corriendo siempre las aguas mar afuera.

Las demás soluciones conocidas pueden reunirse en un solo grupo, porque dirigen las aguas vaciantes hacia el Norte de la desembocadura del Maule. Los proyectos del señor Lévêque (Fig. 1), del señor de Cordemoy (Fig. 2) y el que sugiere el Sr. J. Lira O. (Fig. 3), presentan franca-

en la desembocadura del río Nervión, entrada de Bilbao. Estimó que, para mantener las profundidades contra la ri-



Proyecto Quezada

Figura 4.—Proyecto Quezada.

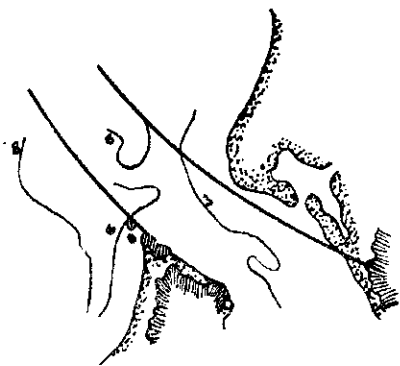


Figura 3.—Proyecto J. Lira O.

mente esta particularidad. El proyecto del ingeniero Sr. Gustavo Quezada (Fig. 4), dada la orientación que propone para el molo del Suroeste, también queda dentro del grupo.

En vez de pasar revista a cada uno de estos proyectos, dada su analogía, voy a referirme a uno solo de ellos. Lo que diré de él será aplicable a los demás del grupo. Para no herir susceptibilidades tomaré como referencia el proyecto del señor de Cordemoy.

Este distinguido tratadista se dejó suggestionar por las obras llevadas a cabo por el ingeniero Sr. Evaristo de Churruca

bera izquierda de la desembocadura del Maule, se debía construir un molo curvo apoyado contra las piedras de Las Ventanas y de Los Lobos, con su concavidad vuelta hacia el Noreste; pero temeroso de que, con las grandes avenidas del Maule, el canal no se estabilizase contra ese muro, proyectó otro, que partiría de la ribera derecha, cóncavo hacia el Noreste, como el primero. La boca resultaría en profundidades de 6 a 7 metros, con un ancho de 150 m. El extremo del molo Noreste, en una extensión de 50 metros sería visible, para no constituir un escollo. El resto, hasta tierra firme, subiría sólo hasta el nivel de pleamar de sicigias, para evitar las inundaciones de Constitución durante las grandes avenidas del Maule, las que pasarían por sobre el muro.

La opinión del Sr. de Cordemoy es de muchísimo peso para mí, que fuí un auxiliar en los estudios que el Gobierno le encomendó. Casi considero una irreverencia de mi parte el entrar a discutir sus opiniones; pero las razones que voy a

exponer, servirán de explicación a mi atrevimiento.

Si en vez de mirar un plano a grande escala de la ría de Constitución y sus alrededores, se estudia un plano de conjunto, en el que figuren algunos kilómetros de la playa que se extiende al Norte de Quivolgo, y algunos kilómetros tam-

alcanzar hasta la desembocadura del río Mataquito.

A juzgar por las curvas de nivel de (—10) a (—13) metros del plano de 1892, que a 1700 metros al Oeste magnético de la piedra de Las Ventanas llevan aún rumbo 65 a 68 grados Oeste magnético (en vez de ser paralelas a la

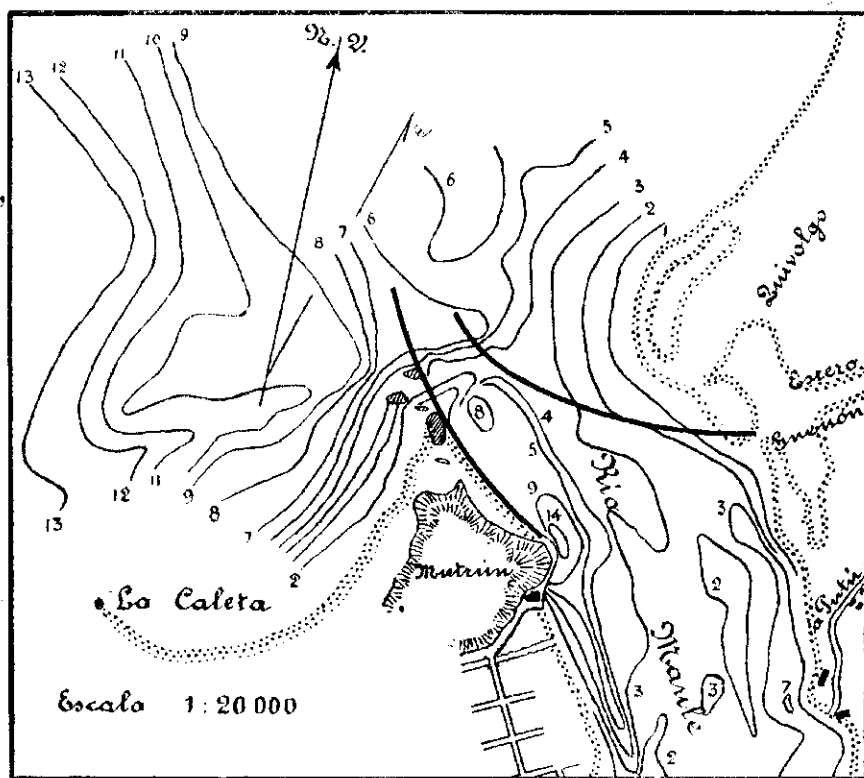


Figura 5. — El proyecto de Cordemoy y el banco submarino en 1892

bién hacia el Sur de La Caleta, hasta más allá de la piedra de La Iglesia, se ve que el río Maule no desemboca de Este a Oeste, sino con rumbo casi Nor-noroeste magnético. Se podrá ver además que la playa de Quivolgo se prolonga hacia el Norte y pasa al frente del Junquillar, de Collanco, Putú, etc., para

costa de Quivolgo) (Fig. 5), se puede estimar que las honduras marítimas se alejan enormemente de esta costa para encerrar un gran banco submarino que parece tener su mayor amplitud frente a la Punta Arenosa (Sandy Point de los planos ingleses), en el paralelo del Junquillar.

Hacia el Sur de La Caleta se ve que la curva de (—13) se halla sólo a dos o trescientos metros aproximadamente al Noroeste magnético de la piedra de La Iglesia, que marca el límite de lo que fué dicha Caleta.

Si se dibuja el proyecto de Cordemoy sobre el plano N.º VII de su «Estudio» citado (1893), se verá que los molos de la entrada dirigen la corriente del Maule hacia el centro del gran banco submarino y paralelamente a las curvas de (—10) y (—13m), a unos 800 metros más a tierra de ellas.

¿Qué resultaría si se ejecutase el proyecto de Cordemoy?

No estoy de acuerdo con la teoría de que los aluviones que forman el banco mencionado provienen de la costa que sigue al Sur del río Maule. De allí proviene solo una mínima parte. Los que conocemos el tramo de costa que sigue hasta la Punta Humos, lo hemos observado siempre casi en el mismo estado, in retroceso aparente. Los sedimentos del torrentoso Maule (que son inmensos y comparables por su cantidad a los que hemos visto depositarse al Sur del puerto de San Antonio), con el proyecto de Cordemoy tendrían que aconcharse forzosamente sobre el banco submarino y al cabo de algún tiempo la barra se reformaría. No sería posible ganar mayores honduras con la prolongación de los molos aunque se alargasen hasta la desembocadura del Mataquito, a menos que se desarrollasen hacia el Poniente con nuevas curvas en busca de las profundidades de 10 a 13 y más metros.

Otro inconveniente grave del proyecto en examen: un barco, para tomar la entrada, tendría que poner la quilla paralelamente a la cresta de las olas, que sobre el banco submarino avanzan sensiblemente del Oeste al Este. Esta manobra es sumamente peligrosa con la

mar gruesa que, casi siempre, reina allí, salvo pocos días al amanecer.

No insistiremos en otras particularidades desfavorables, de las cuales adolecen también los demás proyectos citados anteriormente. Estoy de acuerdo con los ingenieros del Gobierno en que deben ser desechados todos.

Se llega así a la necesidad de buscar una nueva solución, que podrán aplicar nuestros tataranietos, si disponen de los millones indispensables.

Dssde luego, hemos visto:

1.º Que el eje de la entrada a la ría debe ser más o menos normal a las curvas submarinas de (—10) a (—13) metros, para que la barra se reforme en profundidades cada vez mayores, si en un futuro lejano se ve la necesidad de prolongar los molos.

2.º Que, al salir o entrar, los barcos deben presentar sus proas o sus popas a la cresta de las olas, para no ser arrojados contra los muros y para navegar en buenas condiciones de estabilidad.

3.º He aquí otra condición: dentro de la ría se debe provocar la formación de las profundidades en los alrededores de la Poza actual, y no más arriba de la ribera izquierda.

Las dos primeras condiciones quedarían satisfechas al mismo tiempo, si por el extremo Norte de la piedra de Las Ventanas trazamos una línea orientada más o menos al Oeste verdadero y si a 450 o 500 metros más al Norte trazamos otra línea que le sea paralela. El molo ya construído al Norte de la ex-Caleta se aproxima a tener el rumbo propuesto, por lo que podría pasar a ser el molo Sur de la entrada al Maule, que resultaría comprendida entre esas dos líneas (Fig. 6).

Si la piedra de Los Lobos molestase, sería menester arrasarla a (—10) o más metros de profundidad.

Lo esencial es que, si dentro de un siglo las profundidades permanecen como hoy, el rumbo de los molos hacia el Oeste sea mantenido. En cuanto al ancho del canal, unos proponen, como el Sr. de Cordemoy, un ancho de 150 metros; otros prefieren 450 metros. En el futuro, con mejores observaciones del

Para forzar a la corriente de las avenidas a estrellarse contra el pie inamovible del cerro Mutrún, en La Poza, será suficiente construir un espigón en línea recta, arraigado en el terreno firme de la orilla de Quivolgo, en el punto donde están las actuales bodegas y arranque del camino a Putú. Parece suficiente

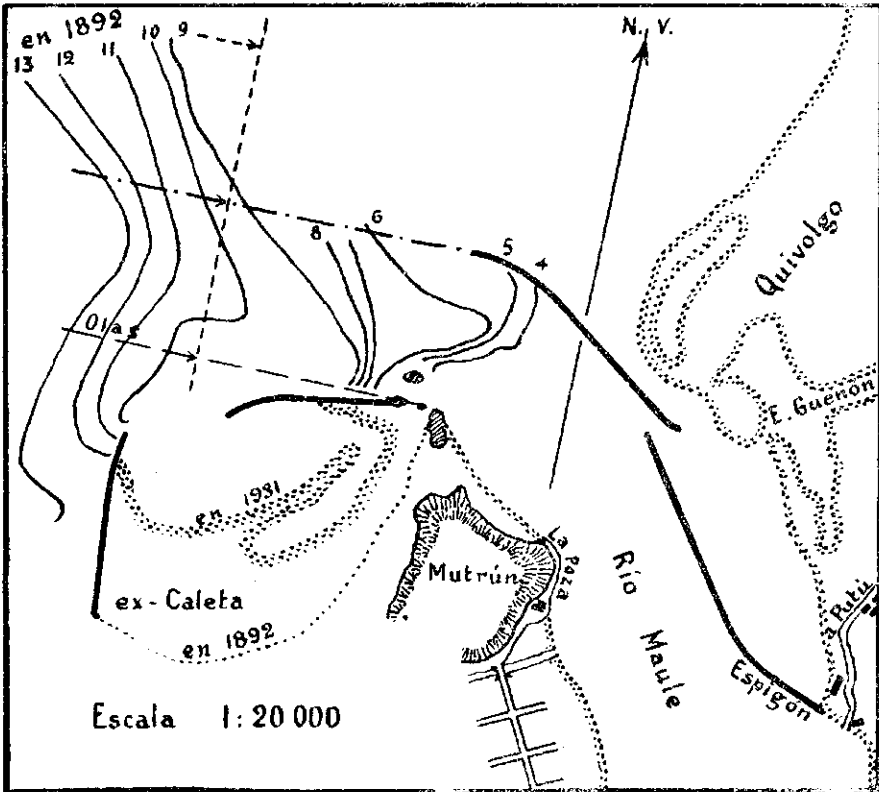


Figura 6.—Proyecto D. Casanova O.

caudal del río Maule, podrán fijar más exactamente la cifra que convenga. Provisoriamente se puede aceptar un ancho de 400 metros, cifra superior a la mitad del ancho actual del cauce.

Tomemos ahora en cuenta la 3.ª condición.

construir un trozo recto de unos 200 metros, enfilado directamente hacia La Poza.

Para guiar las avenidas sería necesario unir esos dos pies forzados, que ya están a firme. A primera vista se nota que bastaría un trazado compuesto de dos

curvas extremas y de un trozo tangente entre ambas. En la boca, una primera curva de 500 metros de radio tendría su centro en el extremo Norte de la piedra de Las Ventanas. Otra curva partiría del espigón de Quivolgo, con su convexidad hacia el Sur. La tangente intermedia se ubicaría de modo que, frente a La Poza, quedase un cauce de más o menos 450 metros de ancho. La necesidad de dar desagüe al Estero Guenón obliga a interrumpir la recta frente al desagüe en cuestión, dejando, en realidad, no una tangente común, sino dos trozos rectos desenfilados para que la corriente de las avenidas del Maule no tome de revés el extremo del muro que constituirá la ribera derecha de la boca del desagüe.

Así la planta de las principales obras futuras queda establecida. En cuanto a los detalles de las obras de atraque en el puerto mismo, parece difícil prever cuáles serán los necesarios dentro de un siglo, en Constitución.

Agreguemos ahora algunas palabras sobre los materiales que constituirán los muros de la ribera derecha de la ría.

Se trata de unos dos kilómetros de muros. No se puede pensar, pues, en construirlos totalmente de bloques artificiales. La mayor parte, especialmente las secciones que estarán en el interior de la ría, sin tener que resistir el asalto de las grandes olas, podrán ejecutarse de enrejados o jaulas de alambre rellenas con bolones de piedra, de los más grandes que arrastra el mismo río Maule o sacados de los cerros.

Los bloques artificiales que hoy componen los 650 metros del molo Sur de la ex-Caleta, podrán rescatarse, para emplearlos en la porción marítima del futuro molo Norte de la ría. Muy probablemente se habrá reconocido entonces que el actual molo Norte de la ex-Ca-

leta podrá suprimirse, a lo menos en parte, en cuyo caso los bloques artificiales respectivos se utilizarían también en el molo Norte de la ría. Si se suprime la mitad del molo Norte de la ex-Caleta, o sean 270 metros, se tendrían en suma los bloques artificiales suficientes para construir unos 900 metros del molo Norte de la ría, es decir, para proteger las obras desde el desagüe del Estero Guenón hasta la boca, más o menos.

Téngase presente que el proyecto oficial de hoy, consulta varios cientos de metros de muros dentro de la ría para unir por la ribera izquierda a Constitución con lo que fué La Caleta. En teoría, no habrá más que transportarlos a la ribera derecha para aprovecharlos.

En cuanto el Fisco pueda disponer de dinero, será conveniente gastar algo en construir primero 50 metros, después 100, 150 metros, etc., del espigón y muro de la ribera derecha, para estudiar su efecto sobre las profundidades de La Poza y sobre las inundaciones de la ciudad de Constitución durante las avenidas del Maule. Al mismo tiempo se estudiará la altura que será necesario darle al espigón y al resto del muro para que pasen o no las aguas por sobre él. Es decir, que cada 50 metros de largo, las jaulas rellenas se comenzarán por hacer de poca altura, que se aumentará o rebajará paulatinamente por escalones, después que las avenidas sucesivas indiquen en qué sentido se debe proceder.

Además, se debería encomendar a la Marina de Guerra, que dispone de los elementos necesarios, la ejecución a fecha fija, una vez al año, por lo muy menos, de una serie de sondeos en plena mar, desde la Punta Arenosa por el Norte, hasta la Punta Humos por el Sur. Estos sondeos se efectuarían hasta las profundidades de 25 o mejor de 30 y más metros. Con los procedimientos

modernos los sondeos se hacen sobre la marcha, sin gran pérdida de tiempo. Es la única manera de que sepamos alguna vez cómo se mueven las arenas de la barra y del banco submarino.

Finalmente, es *indispensable* fijar las arenas (que los vientos remueven) tanto en la ex-Caleta como en la playa de

Quivolgo y en los nuevos embancamientos que provocará la construcción del muro de la ribera derecha. Para eso se plantarán millones de pinos y demás árboles que pueden vivir en la arena.

Sin este complemento parece que no habrá puerto en Constitución.