

PROYECTO DE PUERTO PARA SAN ANTONIO

Exámen crítico del informe de don Jerardo van M. Broeckman

POE

DOMINGO CASANOVA O.

(Conferencia leida en sesion del juéves 26 de noviembre de 1908).

Señores:

La discusion habida en la Cámara de Diputados a propósito del Contrato de Construccion del proyecto Guérard para el puerto de Valparaíso, la reciente publicacion del proyecto del señor Van M. Broeckman para el puerto de San Antonio i el reportaje publicado en «El Mercurio» sobre los dragados que ejecuta el señor Van Hoof en la ria de Lebu, han llamado en los últimos tiempos la atencion pública i especialmente la de los ingenieros, hácia los trabajos hidráulicos marítimos que se inician en la costa de Chile.

Mis colegas recordarán que en Abril último, con motivo de la propuesta Jackson para Valparaíso, hice notar diversos puntos que juzgaba i juzgo inauditos. Ahora, a riesgo de molestar al Instituto, vuelvo sobre esos temas de actualidad i de tanta trascendencia para el erario nacional.

Por hoi me ocuparé del exámen del proyecto de puerto para San Antonio, que ha confeccionado el señor Van M. Broeckman.

El señor Van M. Broeckman ha seguido en su informe un plan calcado sobre el que adoptó el señor Jacobo Kraus para los estudios del proyecto de puerto de Valparaíso que publicó en 1903.

Pasaré por alto el capítulo primero, relativo a los estudios económicos i comerciales, por considerarlos como mera literatura, pues, dada la inexactitud de las estadísticas en que se basan todos estos estudios, los resultados tienen que ser aproximaciones mas o ménos lejanas de la realidad, siendo entónces inoficioso discutir si el capital que se invierta en el puerto dará un interes tal o cual.

En el capítulo segundo se ocupa el señor Van M. Broeckman de los estudios técnicos. Despues de dar a conocer el terreno en una breve introduccion, pasa a tratar de las mareas, cuyo nivel medio ha dejado referido a una construccion especial instalada en la plaza de San Antonio.

Pasa en seguida a dar a conocer el resultado del análisis armónico de las mareas, que ha efectuado, segun dice, «sin sobrepasar los límites de la importancia que tal estudio tiene, donde las mareas ordinarias de agua vivas suben solo 60 centímetros sobre el nivel medio», justificando así la crítica que hice al señor Jacobo Kraus, por no haber sabido proporcionar los esfuerzos mentales gastados en el análisis armónico de las mareas de Valparaíso con los resultados prácticos que era dable esperar de tal estudio, en un puerto donde las mareas son insignificantes con relacion a las enormes profundidades de la bahía.

Con mui buen criterio el señor Van M. Broeckman se limita a despejar solo dos de las ondas mas importantes, cuyas sumas algebraicas se considera que representan las oscilaciones del mar, determinando aproximadamente que la onda lunar media semi-diurna es de 47 centímetros i que la amplitud de la onda solar semi-diurna es de 11 centímetros, i fijando las horas en que se establecen. Estos i otros datos los compara en un gráfico con los datos que el señor Kraus obtuvo para Valparaíso, con los cuales, dada la proximidad de ambas radas, tienen gran semejanza.

Con esto se da por terminado el estudio de las mareas i se pasa a una breve relacion de los levantamientos topográficos i de los sondeos hidrográficos efectuados. En cuanto a los sondeos jeológicos, solo dos han sido ejecutados en el mar por procedimientos que permitieron fijar la clase de los terrenos atravesados, llegando uno (VI) a ménos 12,10 metros i el otro (II) a ménos 15,40 metros. En ámbos piques, despues de atravesar una capa de arena, se ha suspendido el trabajo en una capa de arcilla amarilla, que a juzgar por la mayoría de los piques hechos en la playa, recubre la roca firme. Mas adelante veremos que habria sido importantísimo dilucidar si bajo la arcilla amarilla, hai un depósito de ripio o arena, como el pique número VII de la playa. Ademas se han hecho 77 piques por inyeccion, los que no dan mas que indicaciones de la penetrabilidad o impenetrabilidad del terreno, sin permitir establecer cuáles elementos lo componen. De este resumen se desprende que el exámen jeológico del terreno es deficiente.

Sin embargo, el señor Van M. Broeckman saca las siguientes conclusiones, que consigna en el párrafo titulado «Constitucion del fondo i de la playa» (páj. 24):

«El plano topográfico indica el paralelismo de formacion del terreno submarino i de la costa i sus cerros. El bajo cubierto de rompientes puede mirarse, segun esto, como la prolongacion natural de los lomajes de tierra, i la Poza, de la quebrada, i nó, como frecuentemente se ha creído, un banco debido a la acumulacion actual de material de acarreo del Maipo traído por la corriente. Pues ésta, segun las observaciones que aparecen en el párrafo V, no trae ordinariamente las aguas del Maipo directamente a esta rejion sino que las conduce mas hácia afuera; i aun suponiéndolo así,

estudiada la topografía sub-marina, parece extraño que las condiciones que habrían permitido al fango formar un banco, no le hubieran dejado avanzar i cubrir la Poza profunda, i finalmente las grandes velocidades actuales no parecen aptas para dejarlo depositar i si mas bien para arrastrarlo».....

El señor Van M. Broeckman se ha encontrado sin darse cuenta de ello, frente a un problema de importancia capital para la estabilidad de las obras que proyecta, como lo veremos luego. De aquí que, con corazon lijero, dá por resuelto el problema en el sentido de que no ha habido acumulacion de material de acarreo del Maipo i afirma, por una parte, que el bajo cubierto de rompientes es la prolongacion natural de los lomajes de tierra, i por otra, que la Poza es la prolongacion de la quebrada.

Si el bajo es o nó la prolongacion de los lomajes de tierra solo podrá afirmarse despues que se practiquen numerosos sondeos que atraviesen por completo la capa de arcilla amarilla. Si debajo i en contacto con la capa de arcilla se encuentra la roca diorítica, cuya transformacion produce la arcilla, el señor Van M. Broeckman habrá acertado en su afirmacion ex-cathedra. Si debajo de la arcilla amarilla se encuentra una capa de arena, de cascajo u otro sedimento, por delgada que sea, es evidente que nos encontraremos en presencia de los aluviones del Maipo, arrastrados, no por las corrientes, sino principalmente por las olas, como lo he probado en 1898, en una conferencia dada en este mismo recinto (1).

Mientras no se haya aclarado este punto, mediante nuevos sondeos, el problema queda sin solucion, i comprobada ademas la deficiencia de los estudios jeológicos practicados por el señor Van M. Broeckman.

En cuanto a los vientos i otras observaciones meteorológicas, podemos hacer notar que el estudio de los vientos adolece de los mismos defectos que en ocasion anterior hice ver respecto a las observaciones del señor Kraus en Valparaíso. En efecto, las presiones no se han observado directamente por medio de anemómetros especiales, sino que se han deducido de las observaciones practicadas con un anemómetro de velocidad de Robinson, por medio de una fórmula que contiene un coeficiente numérico, cuyo valor lo hacen variar los autores entre límites mui estensos, pues unos lo hacen igual a 0,25 i otros a 0,125. Por mi parte, he fijado ese valor en 0,18, segun se puede ver en un artículo que publiqué en nuestros ANALES el año 1887 (1). El señor Van M. Broeckman ha elegido un coeficiente igual a 0,125, sin dar la razon de su preferencia. En todo caso ha aplicado correctamente la fórmula

$$P=0,125 v^2$$

lo que no supo hacer el señor Kraus para las observaciones de Valparaíso, cuyos cuadros resúmenes están llenos de errores, como lo hice notar en el exámen de su proyecto (1).

(1) ANALES DEL INSTITUTO DE INGENIEROS de 15 de Noviembre de 1898: *La marcha de los aluviones en la costa de Chile*.

Dada la gran discrepancia entre los valores que se asignan al mencionado coeficiente numérico, podemos decir que se puede sacar la conclusión que se desee de la fórmula en cuestion i que, en consecuencia, las observaciones directas de la presión del viento son irremplazables, resultando deficientes o incompletos los estudios del señor Van M. Broekman al respecto.

Dejando a un lado las notas sobre la lluvia i el clima por no tener aplicación inmediata, llegamos al párrafo relativo a las corrientes i a las olas.

El estudio de de las corrientes nos dice haberlo hecho el señor Van M. Broekman, con flotadores de superficie, de profundidad, con molinetes, además de las observaciones simplemente descriptivas. En suma deja entrever un trabajo enorme, un derroche de energía, para llegar a conclusiones condensadas en pocas frases vagas, que son solo meros «pareceres». En la página 29 dice: «Parece pues que, sin escluir otras causas que salen del marco del estudio, puede asignarse a las corrientes como causa local, la entrada oblicua de las olas en el bajo i en la playa, i la acción que sobre éstas tiene el viento reinante. No es comparable, como generalmente se cree, el caudal de la corriente de La Poza con el del Maipo; aforado aproximadamente éste i comparado con ella en ese día, se encontró que el Maipo era solo como una décima parte de la corriente».

En ninguna parte del informe se dice a cual hondura se mantuvieron los flotadores de profundidad. Presumo que se usó una sola profundidad i que ésta fué muy pequeña, fundándose en razones que mas adelante saltarán a la vista de mis colegas, pues si se hubiesen usado flotadores de gran profundidad, el señor Van M. Broekman habría descubierto en el acto «las otras causas que salen del marco del estudio,» como él dice, i que son de capital importancia como luego vamos a ver.

En estos estudios, como en los relativos a los sondeos jeológicos, noto una falta de olfato, si se puede usar esta palabra, una falta de malicia que hace perder el fruto de los esfuerzos gastados. Se sabe que todo investigador formula una hipótesis para ligar el conjunto de las observaciones que posee. Esta hipótesis tendrá probabilidades de ser verdadera si cada nueva observación la confirma i se encuentra dentro de ella. Si las nuevas observaciones no la confirman, el investigador cambia la hipótesis hasta que permita explicar todos los hechos conocidos. En el informe que examino se nota la ausencia de esas hipótesis o ideas globales. Cada hecho, cada observación aparece como algo aislado i sin hilación con los demás. En la naturaleza, sin embargo, todo se encadena, ya como una causa, ya como un efecto lógico.

Pronto voy a formular una hipótesis para ligar los diferentes hechos que el señor Van M. Broekman nos presenta aislados.

Con una breve descripción de la forma i dirección de las olas, su altura i la relación que guardan con las profundidades del mar i los rumbos de los vientos, el señor Van M. Broekman pasa a ocuparse de la ubicación donde podrán encontrarse los diversos materiales de construcción i da por terminado el programa de los estudios.

A mi juicio falta, sin embargo, lo primordial para la vida del puerto. En efecto,

el informe nos dice mui poco e incidentalmente acerca de la direccion en que se mueven los aluviones, en cuanto a su cantidad o volúmen casi nada nos dice.

En la página 24 encontramos la siguiente página reveladora: «el fondo del mar en la parte en que van las obras, presenta pues primeramente una capa de arena fina, cuyo espesor, variable de un punto a otro, i en el mismo punto de un tiempo a otro a causa de las olas i de la corriente, llega hasta unos tres metros, como aparece en el cuadro anterior.» Luego hai en San Antonio una maza formidable de sedimentos movedizos, que el informe no nos dice si serán o nó una amenaza para el futuro puerto artificial; pero a priori podemos sentar la respuesta afirmativa, pues he probado por observaciones practicadas personalmente en 2 000 kilónetros de la costa de que aquí los aluviones no esperimentan una traslacion en una direccion determinada i constante sino que se mueven en sentidos alternativamente opuestos. Tambien he probado, con motivo de la discusion de un proyecto de puerto para la poblacion Vergara (1) que cualquiera que sea la orientacion que se dé a la boca de un antepuerto proyectado en nuestras playas de arena movediza, dicho antepuerto se embancará, durante una de las alternativas de los movimientos de los aluviones.

Para dilucidar estas cuestiones tan graves el señor Van M. Broekman no ha hecho el menor esfuerzo; estos asuntos no le han preocupado un momento, casi estoi tentado a creer que ni ha pensado en ellos. Sin embargo, estimo que la posibilidad de que el puerto se embanque en un dia, como hai ejemplos, perdiéndose así los millones invertidos en las obras, es de importancia tal que necesitaba un capítulo especial del informe para dejar mui en claro lo que pasará con los aluviones despues de hecho el puerto.

Este solo defecto del informe que examino basta para probar que es mui deficiente, i que en consecuencia, será necesario enviar a San Antonio otra comision de ingenieros que estudie estas importantísimas cuestiones.

Vamos a hacer notar que hai todavía otros motivos que exigen el envío de una nueva comision de ingenieros a San Antonio.

Acabamos de ver que sobre el banco que se estiende hácia el sur de dicha rada, existe una capa movediza de arena, cuyo espesor alcanza hasta tres metros. Lo natural es que dicha arena, en sus movimientos alternativos, hubiera terraplenado uniformemente todo la rada, formando un plano inclinado, mas o menos accidentado por las sirtes. Esto no se verifica, sin embargo, en San Antonio. Una ojeada a las curvas del nivel del fondo de la rada basta para comprobar que, al pié de las rocas que constituyen la orilla norte, hai una depresion de mas de 50 metros de profundidad, que los marinos llaman La Poza. Esta depresion tiene una forma alargada de Este a Oeste que asemeja al lecho o alveo de una quebrada, lo que ha inducido al señor Van M. Broekman a sostener que es la prolongacion de la quebrada que está a la vista, fuera del mar. Para un observador superficial, esta esplicacion puede bastar, pero si

(1) ANALES DEL INSTITUTO DE INJENIEROS, de 15 de Noviembre de 1889, *La marcha de los aluviones en la Costa de Chile*.

nos preguntamos cómo las lluvias i demas ajentes atmosféricos que han labrado la quebrada visible, han podido continuar su accion bajo el mar, [la duda penetra en el espíritu. Para salvar esta duda hai que suponer que la quebrada se formó en los tiempos prehistóricos, cuando estaba al aire libre i que un cataclismo sumerjió en el mar una porcion de ella. Entramos así al pleno dominio de la imajinacion, sin que haya posibilidad de comprobar lo que se supone.

Llego aquí a la esposicion de la Hipótesis, verificable por medio de observaciones, que a mi juicio liga todos esos hechos.

Si la arena movediza no ha logrado terraplenar la Poza, se debe evidentemente a la existencia de una fuerza poderosísima que contrarresta la accion niveladora del mar, oponiéndose a ella enérgicamente i barriendo los depósitos que tienden a formarse en la Poza.

Si al lado del banco sobre el cual ubica las obras el señor Van M. Broeckman, se ha formado un abismo de 50 metros de hondura, se debe sin duda a una accion escavadora prodigiosa que labró la depresion i la mantiene libre de sedimentos.

¿Cuál puede ser esta fuerza?

Mis colegas ya se habrán dado la respuesta. Es una vertiente de agua submarina, análoga a las que se encuentran en las playas de Arica i Taltal i en las bahías de Arica i Tongoi, puntos donde es fácil comprobar su existencia, como la habria podido comprobar el señor Van M. Broeckman en San Antonio, si hubiese colocado a la hondura suficiente los flotadores de profundidad con que hizo el estudio de las corrientes.

Desde luego se puede señalar el punto preciso donde brota este vertiente en San Antonio. Ese punto está situado en el centro de la rejion en que las curvas de nivel del fondo, por sus bruscas sinuosidades, indican que la roca dura está limpia de todo depósito sedimentario. Mas al oeste, donde la corriente sub-marina de la vertiente ha perdido parte de su fuerza, los sedimentos principian a depositarse i las curvas se dibujan con mas regularidad.

Si las nuevas observaciones que deben practicarse, comprueban la realidad de la hipótesis que formulo, i si al mismo tiempo los sondeos que es menester efectuar, comprueban que el banco que se estiende hacia el sur de la Poza no es la continuacion de los lomajes a la vista, sino que es una aglomeracion de los aluviones del rio Maipo, podemos asegurar que la construccion de un puerto artificial en San Antonio será un problema de mui difícil solucion.

En efecto, una vez construido el rompeolas que proyecta el señor Van M. Broeckman, la arena movediza que cubre el bajo no tendrá la misma libertad que hoi para llegar hasta la Poza i en gran parte será detenida en el ángulo que formará el rompeolas con la costa.

Como el borde norte de la Poza es de roca dura, la vertiente submarina poco puede socavar en dicho borde. En cambio el borde sur, que ya no será alimentado por los sedimentos, se verá atacado i corroido poco a poco, i llegará un dia en que las

fundaciones de las obras serán socavadas, acarreado la ruina de las superestructuras i del puerto en jeneral.

Tales son las gravísimas consecuencias de la hipótesis que he dejado formulada, consecuencias que justifican el envío de una nueva comision de ingenieros a San Antonio para verificar si existe o no la supuesta vertiente sub-marina.

Paso al exámen de la segunda parte del informe, en la cual el señor Van M. Broeckman se ocupa de las construcciones que proyecta.

Para abreviar no examinaré sino el capítulo primero de esta segunda parte, titulado *Trazado del puerto*.

La obra principal que proyecta la describe así: «Un molo exterior arranca de la costa, próximamente del punto medio entre el pueblo actual i el estero del Sauce, en direccion aproximadamente perpendicular a ésta i se prolonga unos 700 metros aprovechando el bajo de poca profundidad ya mencionado, al extremo, donde ya alcanza la profundidad de 11 metros, jira unos 40 grados hácia el norte i se prolonga 750 metros mas, hasta llegar a la profundidad de 15 metros; este molo exterior o rompeolas se construiria con las obras inmediatas, una prolongacion eventual, i de cuya direccion i lonjitud se decidirá en el futuro, ha sido tambien indicada en el plano.»...

Como en el caso del proyecto de M. Guérard para Valparaíso, cuyo rompeolas habia sido propuesto en 1862 por un chileno, don Ramon Salazar, podemos reivindicar para otro chileno, don Enrique Vergara Montt, la ubicacion del arranque del rompeolas i la direccion del primer trozo, tal como lo propone el señor Van M. Broeckman para San Antonio.

Si continuamos la comparacion entre el trazado propuesto por nuestro malogrado colega i el que proyecta el señor Van M. Broeckman, vamos a ver que es mui preferible el trazado de nuestro compatriota.

El señor Vergara Montt terminaba el rompeolas con un trozo mas o ménos paralelo a la playa oriental, ubicándolo en honduras de 10 a 12 metros, con el extremo en la Poza, en profundidad de 20 metros.

El señor Van M. Broeckman dirige el último trozo del rompeolas casi al noroeste, dejando el extremo en profundidad de 15 metros, por ahora.

Inmediatamente se ve que, en cuanto al abrigo de los vientos dominantes o del noroeste, el proyecto Vergara Montt es preferible, por cuanto la entrada a la dársena queda desenfilada contra dichos vientos i en un punto evidentemente abrigado por la puntilla que separa a San Antonio de Cartajena.

Si comparamos ámbos trazados con relacion a la marcha de los aluviones, vemos que con los vientos i marejadas del suroeste, dada la posicion en que el señor Vergara Montt coloca el extremo del rompeolas dentro de la Poza, las arenas continuarian llegando como hoi hasta la vertiente submarina cuya existencia hemos supuesto, evi-

tando así que el bajo sea socavado. Con esos mismos vientos i marejadas, las arenas conternearian el extremo del rompeolas Van M. Broeckman, pues la hondura de 15 metros no es un impedimento para su traslacion i se depositarian al abrigo de la dársena, sin que podamos predecir hasta qué punto se embancaria el puerto, ni hasta qué punto la vertiente submarina socavaria el bajo, cuyo borde ya no seria alimentado por los aluviones. En todo caso, ámbos son peligros graves que establecen la inferioridad del trazado del señor Van M. Broeckman.

Las obras interiores de ejecucion inmediata las describe como sigue el señor Van M. Broeckman:

Desde luego se formaria, aprovechando el bajo que quedaria dentro del espacio abrigado por el molo exterior, una faja de terraplenes defendidos por enrocados adyacentes a la costa, desde el arranque del molo hácia el pueblo actual, que llegando aproximadamente hasta la curva de 5 metros con 350 metros de ancho, se estenderia unos 500 metros i luego comenzaria a angostar hasta quedar solo una faja reducida frente al pueblo..... limitado siempre por taludes, que disminuyen la ajitacion del agua.»

«Del punto donde la faja comienza a disminuir i paralelamente a la última parte del molo exterior arrancaria un espigon tambien de ejecucion inmediata, de 100 metros de ancho i 300 de largo que tiene a sus dos flancos malecones para el atraque directo de los buques».

Ademas, frente al pueblo actual se proyecta un muelle secundario de 50 metros de largo i un malecon secundario de 100 metros, para el atraque de lanchas.».....

Desde luego llama la atencion la enormidad del terraplen proyectado, sea considerándolo en absoluto, sea en relacion con los metros de atraque que se conseguirán para las naves.

El cubo del terraplen proyectado asciende a 2 600 000 metros cúbicos.

Declaro que cuando he ejercido mi profesion como carrilano, me he sentido orgulloso de poder decir que he dirigido la construccion de cortes i terraplenes cuyo volúmen aislado alcanza de 100 a 150 mil metros cúbicos; pero ante un volúmen de 2 600 000 metros cúbicos mi práctica es la de un pigmeo. Ni siquiera he conseguido formarme una idea de esa cifra, sin recurrir a una comparacion. Esa comparacion ha sido la siguiente: el terraplen que proyecta el señor Van M. Broeckman equivale a hacer un terraplen de 4 kilómetros de largo, digamos desde la Iglesia del Carmen hasta la Estacion Central de los FF. CC., en la Alameda de Santiago, por una altura de 5 metros, o sea mas o ménos hasta el caballete de las casas de un piso, i por un ancho de mas de 120 metros, o sea casi tres veces el ancho medio de dicha Alameda!!

Se ve que el señor Guérard con su descomunal proyecto da rompeolas para Valparaíso ha hecho escuela.

Si relacionamos ese enorme terraplen con los pocos metros de atraque que se obtienen, la desproporcion es abrumadora puesto que solo se consiguen 600 metros de acostaje, con tan exajerados sacrificios.

Esto me hace recordar un caso análogo acaecido en el puerto de Boulogne. Allí, al abrigo de un rompe-olas se proyectó un terraplen desproporcionado con la utilidad que podía esperarse de él. Después de iniciado el terraplen i de haberse arrojado al mar mas de 1 800 000 francos, la Francia, que es algo mas rica que Chile, se vió obligada a dejar paralizada la obra ante la enormidad de los gastos que aun quedaban por hacer.

Aprovechemos de esta experiencia hecha en cabeza ajena i convenzámonos de que, si bien el papel soporta todos los dibujos que sobre él se trazan, nuestros bolsillos no pueden resistir a tan copiosas sangrías.

Seamos modestos. Construyamos lo estrictamente necesario para nuestras necesidades actuales, dejando facilidades para que nuestros nietos ensanchen las obras en lo futuro. No olvidemos que lo mejor es siempre enemigo de lo bueno i que lo mejor en el caso de San Antonio como en el de Valparaíso, es excesivamente caro.

Aquí debería terminar, pero deseando como chileno que cuanto antes se inicien las obras de San Antonio voy a formular un ante-proyecto económico, basado precisamente en la existencia de la vertiente sub-marina cuya hipótesis es menester comprobar.

Segun nos dice el señor Van M. Broekman en la página 37 de su informe, todo lo que se necesita por hoy en San Antonio son «unos 600 metros útiles de atracadero, que es prudente proyectar en 10 metros de profundidad».

¿Qué es necesario hacer para realizar tan modesto programa i para dejar amplio márgen de expansion a nuestros nietos?

Quinette de Rochemont en su *Cours de Travaux Maritimes* tomo I, página 276, con un dibujo demuestra que basta empalmar unas pequeñas dársenas de 200 metros de largo por 80 metros de ancho a un canal de union de 90 metros de ancho para que las naves de 150 metros de eslora puedan entrar i salir sin inconvenientes, mediante algunas maniobras. Los espigones de separacion entre las dársenas los ha figurado con 95 metros de ancho por 200 metros de largo.

Si se desea tener un puerto algo mas cómodo, es preciso ensanchar las dársenas i el canal de union. ¿A cuánto hai que aumentar este ensanche?

Pidámosle la respuesta a Mr. Guérard, un especialista a quien tenemos derecho de exigir que aplique en Valparaíso los consejos que da.

Mr. Guérard dice en la pág. 73 del informe en frances sobre el proyecto de puerto para Montevideo, lo siguiente: «Las dársenas tienen uniformemente un ancho de 500 metros, de los cuales 300 metros son para las dársenas propiamente dichas, 100 metros para el canal de circulacion de las naves i 100 metros para fondeadero de los buques a lo largo del malecon del rompe-olas de cintura».

En la pág. 76 dice: «En jeneral los espigones que constituyen una separacion

tienen un largo de 300 metros, i los espigones intermedios, 250 metros solamente. Se les ha dado un ancho uniforme de 120 metros».....

Mas adelante continúa: El intervalo mas conveniente entre dos espigones es en jeneral de 130 metros; bastante grande para que un buque de 100 a 110 metros de eslora pueda atracar al malecon de tierra entre dos espigones».

Todo lo que sea un exceso sobre estas dimensiones típicas es censurable, sin embargo, me veo obligado a dar 420 metros a uno de los lados de las dársenas que proyecto para San Antonio, con el fin de reducir los volúmenes de los terraplenes a cubos que estén dentro de lo que Chile puede pagar, i dentro de lo que se puede hacer en corto tiempo, amen de que se obtienen facilidades para el trazado de las curvas de las vías férreas. Los otros lados de las dársenas quedan con 300 metros de largo i su ancho uniforme lo he fijado en 200 metros, resultando los muros de la ribera con 270 metros de largo en cada dársena.

En cuanto al ancho de los espigones lo he fijado en 100 metros, tomando en cuenta que el carbon de piedra, las maderas etc. que pasarán por el puerto necesitan grandes espacios para su manutencion.

Queda por fijar el ancho del canal de union entre las dársenas. En vista de la oblicuidad que he dado a los espigones, con respecto al rompe-olas que limita el canal de union de las dársenas, estimo suficiente el ancho de 150 metros que resulta en los puntos mas estrechos.

Veamos ahora donde puede ubicarse en San Antonio este conjunto. La primera idea que surge es la de aprovechar la Poza, puesto que la condicion indispensable que se exige para un puerto es que haya aguas suficientemente profundas i enteramente tranquilas. Por desgracia las profundidades en la Poza son enormes (de 40 a 50 m) a corta distancia de la costa, lo que imposibilita la construccion de los espigones i del rompe olas. Ademas la corriente de la vertiente sub-marina cuya existencia suponemos seria una amenaza para las fundaciones. Tenemos pues que establecer el puerto artificial sobre el bajo que está al sur de la Poza, dejando a esta el papel de ante-puerto, por lo cual se prohibiria en absoluto que se construyesen muros en su contorno «se dejará así en el ante-puerto, en el estado en que se encuentran, la costa dentellada i los escollos sub-marinos... Serán otros tantos mata olas naturales i preciosos sobre los cuales irá a perderse la agitacion que tenderia a propagarse hasta la entrada del puerto. «Es Mr, Guérard el que lo dice con sobrada razon en un caso análogo para Montevideo. Loc. cit. páj. 74).

Tanto para aprovechar la Poza como ante-puerto, como para evitar la entrada de los aluviones a las dársenas, la boca de entrada debe quedar orientada hácia la Poza, en un punto lo mas próximo posible a la rejion donde brota la vertiente submarina supuesta, por las razones que ya hemos dado para demostrar que el proyecto Vergara Montt es mas recomendable que el que nos propone ahora el señor Van M. Broekman.

Separo el ante-puerto, o sea la Poza, de las dársenas por medio de un espigon,

que sigue mas o ménos la curva de 10 metros de profundidad en el borde del Bajo, entre cuyo extremo libre i el tajamar del poniente queda la boca de entrada. El tajamar del Poniente está orientado próximamente segun el norte astronómico, en una lonjitud de 710 metros, empalmando por su extremo del Sur con otro rompe olas de 600 metros que llega hasta tierra firme con rumbo paralelo al espigon limítrofe con la Poza.

Dentro de este recinto caben dos dársenas cuyas dimensiones i forma jeneral he detallado ya.

Los contornos de las dársenas ofrecen 1 930 metros de atracadero, i como segun el señor Van M. Broekman solo se necesitan 600 metros por ahora, se vé que con habilitar una parte de la dársena mas cercana a la entrada quedará espaciado suficiente donde nuestros nietos podrán dar ensanche a las obras.

He señalado con líneas continuas las obras que a mi juicio deben hacerse inmediatamente. Estas obras de ejecucion inmediata ofrecen un desarrollo de mas de 650 metros, cifra superior a la que el señor Van M. Broekman pide por ahora.

En cuanto a la profundidad de 10 metros será forzoso tenerla por medio de dragados, cuyos productos se aprovecharán en los pequeños terraplenes que constituirán por una parte el espigon limítrofe con la Poza i por otra los malecones del lado de tierra firme. Estos dragados se harán sólo en la estension que sea necesario para habilitar la primera dársena. Si hai cubo sobrante, se podrá arrojar en la Poza de donde la corriente de la vertiente sub-marina se encargará de trasportarlo a alta mar.

¿Cuánto costará este proyecto?

Confieso que no me he preocupado de calcularlo. Ademas no me habría bastado el tiempo transcurrido desde que he tenido entre manos el proyecto del señor Van M. Broekman para cubicar las obras de mi proyecto que he dibujado sobre sus planos, para obtener los precios unitarios i para aplicarlos a las cantidades de obras.

En todo caso podemos afirmar que, en vista de la inmensa reduccion en la partida de terraplenes, del menor desarrollo de los rompe-olas i de la menor profundidad en que estos irán asentados, el presupuesto hecho por el señor Van M. Broekman para las obras de ejecucion inmediata, que asciende a 17 millones de pesos oro se reducirá a la tercera parte próximamente.

Si al calcular el valor real de las obras que proyecto esta estimacion resultase próxima al costo efectivo, se ahorrarían cerca de 11 000 000 de pesos oro, sin sacrificar ninguna de las ventajas inmediatas o futuras que ofrece el proyecto del señor Van M. Broekman.

Entrego a la apreciacion de mis distinguidos colegas la comparacion de ámbos proyectos, dándoles las gracias por la atencion que me han prestado.

Santiago, 21 de Noviembre de 1908.

DOMINGO CASANOVA O.



