EL ROMPE-OLAS PARA EL PUERTO ABRIGADO DE SAN ANTONIO

La rada de San Antonio, considerada como pésima para el embarque i desembarque de mercaderías, por estar abierta a los vientos reinantes de S. O. en la época de mayor movimiento en el comercio marítimo, por presentar un fondo en parte profundo i de roca desnuda i en parte bajo i de arena i fango, es, sin embargo, el punto mas adecuado en el centro del pais para el establecimiento de un puerto abrigado.

Son señalados los inconvenientes que presenta i, si bien existen, es necesario reconocer que no hai bahía en el mundo que para el efecto no los tenga, i ya sea por la naturaleza del fondo, ya por la hondura, ya por la ubicacion de la entrada de los buques, ya por las grandes olas, el hecho es que unas pecan por una u otra causa.

Valparaiso presenta, por ejemplo, un caso de reunion de todos estos inconvenientes, por lo que se hace sumamente difícil la construccion de una dársena.

El fondo es fangoso i, segun M. Lèvêque, la penetracion de un molo en él puede llegar hasta 12 metros; las olas han sido calculadas de 22 metros de alto, lo que me parece una exajeracion; la entrada de los buques debe hacerse en la jeneralidad de los proyectos siguiendo un rumbo perpendicular a los vientos dominantes, o de mayor fuerza, de modo que será difícil la entrada a un buque que busca un refujio en un gran temporal; i la hondura jeneralmente dada a los rompe-olas es algo fuerte.

En San Antonio, ubicado el molo mas o ménos en la posicion del proyecto que he presentado, quedaria a honduras de 12 metros, defendido de los vientos del norte por el morro del Centinela i presentándose inclinado a 45° a los vientos reinantes i dominantes de S. O. i N. O.; los buques entrarian con mayor facilidad viniendo del norte i acercándose a la costa sin inconvenientes, puesto que el mar adquiere 40 metros de profundidad a pocos metros de la orilla, i pasada la puntilla mas saliente al S. O. pueden virar a babor i quedar luego fuera de la accion de los fuertes vientos de N i N. O , que son los grandes temporales.

Los inconvenientes graves que se presentan en San Antonio para la formacion de un puerto provienen de la condicion del fondo, de las corrientes costaneras i de los embancamientos producidos por la barra del Maipo.

Por los datos que hasta hoi existen aparece en una parte el fondo en roca a 40 i 50 metros, lo que hace presumir que mas o ménos a estas profundidades se encuentra la roca en toda la bahía, i en el resto a honduras variables, pero que no pasan de 15 metros, en arena i fango.

Desembocando en la parte sur de la bahía el rio Maipo, sabiendo la cantidad de agua que éste lleva en las épocas de aluviones i la gran cantidad de materiales sólidos que arrastra, es natural presumir que la masa cubridora del suelo firme está formada en gran parte por arenas i mui posible, en su parte baja, por pequeños guijarros.

El fenómeno de la conservacion en el estado primitivo de la parte norte de la bahía es esplicada por unos como resultado

de vertientes submarinas de agua dulce, i por otros como efecto de las corrientes formadas por la rompiente de las olas de S. O., que, pegando en la punta norte de la bahía, se dividen, yendo una parte a producir el movimiento de arrastre dentro de ella.

Fácil es ver si la primera es fundada, pues, si existen las vertientes, es natural que el agua tenga distinta composicion química i bastaria con estraer agua del fondo i de la superficie i analizarlas separadamente para juzgar de esta hipótesis; i con flotadores colocados a distintas profundidades podria juzgarse de las condiciones de las corrientes formadas por algunas de las causas supuestas como productoras del canal que existe en la parte norte de la bahía.

Todo esto es cuestion de estudios i observaciones, pero en cuanto a la formacion del rompe olas en las condiciones que se presentan, puede desde luego determinarse su ubicacion i dimensiones i aun hacer su presupuesto.

Las curvas de nivel del fondo del mar siguen paralelamente a la playa desde la desembocadura del Maipo hasta el canal mencionada

La curva 8 metros dista 300 metros, i 800 metros la 12 metros; la primera servirá para ubicar los malecones i la segunda el rompeolas, que se unirá a tierra por otro de fondos variables, haciendo un ángulo a 45° con el anterior, o sea en la direccion N O.

Por lo espuesto se vé que la formacion del puerto de San Antonio no presenta graves inconvenientes. La inclinacion trasversal del fondo es suave, pues dentro de la dársena propuesta es de $\frac{1}{12\frac{1}{2}}$, lo que es indicio de que la corriente costanera no produce socavamientos considerables, i por lo que hace a la profundidad no hai cuestion.

La direccion del rompe olas, por otra parte, permite reducir sus dimensiones i hacerlo mas económico; i si los proyectados por los señores Lèvêque i Bobillier en Valparaiso i Viña del Mar tienen un precio por metro corrido de £ 350 para 14 metros de profundidad 1 3 de penetracion el primero i para 12 el segundo, es posible que para el de San Antonio no se obtenga un valor superior a £ 300, si se hace

con grandes bloques de concreto, i £ 250, si se hace sólo de piedras naturales de diversas categorías.

No tengo ningun dato concreto para apreciar la resistencia del fondo areno fangoso de la bahía, pero, sea como sea, el arte de las construcciones civiles ha llegado a solucionar casos mas desfavorables que el que puede presentarse en San Antonio.

En Trieste, por ejemplo, se efectuaron sondajes en 1867 para estudiar la construccion de un puerto abrigado i se vió que a 20 metros bajo el fondo el terreno era arcilloso con trazas de arena i que hasta los 15 metros era compuesto de fango mas o ménos líquido.

Debió renunciarse al uso de pilotes para la fundacion por la incertidumbre de su estabilidad, no se pudo pensar en el aire comprimido, tanto por su subido precio como por lo desconocido de la hondura a que debia llegarse. Se vió que el único procedimiento práctico era mejorar el terreno introduciendo en él buenos materiales, tal como se hizo en Marsella, i colocando sobre ellos los bloques de concreto. Se produjeron movimientos horizontales i verticales, pero fueron reducidos a estos últimos solamente, suprimiendo el dragaje al costado de los molos, cargando a éstos con bloques de sobrecarga i agregando contrafuertes.

A pesar de los graves inconvenientes presentados en la construccion de este puerto, el resultado final ha permitido decir a un reputado injeniero que "el conjunto de obras ejecutadas en Trieste forma un puerto seguro, espacioso i admirablemente servido por numerosas líneas férreas."

En la construccion del rompe-olas se obtuvo mejor resultado que en la de los malecones, i es natural desde que las presiones sobre el suelo quedan mejor repartidas.

Es tambien causa para llegar a este buen resultado el uso de los bloques naturales de dimensiones variables, aumentando del fondo a la superficie que, siendo mas económicos, dan mayor estabilidad a la obra i permiten cargar los bloques artificiales cuando ya el macizo ha sufrido grandes movimientos verticales.

El puerto de Trieste queda completamente abierto a los vientos de S. O. i el rompe-olas es perpendicular a esta direccion: presenta a mas este puerto la circunstancia mui favorable de que en su proyecto se ha estudiado i realizado una completa union de sus servicios con los de la estacion de la Compañía Sudbahn de ferrocarriles austriacos, dando así grandes facilidades al movimiento.

En el puerto de Bilbao se han ejecutado tambien rompe-olas fundados en un suelo fangoso con una hondura de agua en baja marea de 15 metros en sus tres cuartas partes.

El Abra de Bilbao, que contiene el nuevo puerto, es una bahía cuyo plano está formado por un trapecio de 4,000 metros de alto por 3,500 en la parte mas ancha i 1,700 en la angosta, abierta directamente a los vientos reinantes de N. O. i con un declive lonjitudinal de 1:200 en la parte en que se ha construido el rompe-olas.

El rio Nervion desemboca en el fondo de la bahía i forma una barra que durante siglos ha dificultado la navegacion, pues este rio, como el Maule, tiene honduras para que puedan recalar a él buques de gran calado, lo que aquélla impide.

El Abra de Bilbao está situada en el Mar Cantábrico, cuya ajitacion debida a los vientos de N. O. es peligrosa para la navegacion.

La floreciente industria de la provincia de Vizcaya, que tiene como centro a Bilbao, ha llamado desde algunos años la atencion de los gobernantes españoles i en 1877 se organizó, por decreto real, la "Junta de los trabajos del puerto de Bilbao," que tuvo a su cargo el estudio i construccion de las obras proyectadas por el injeniero don Evaristo de Churruca, que era al mismo tiempo el director de esta junta técnica, administrativa i financiera.

Se creyó al principio que bastaria para el objeto mejorar lo existente, dragando el estuario de Portugalete, alargando el muelle i estableciendo el alumbrado eléctrico para que pudieran entrar i salir los buques de gran calado en las mareas nocturnas, pero mui luego trajo este mejoramiento un aumento tal en el movimiento que se ha debido pensar en arreglar un puerto artificial, fuera de la barra, para lo que se presta la bahía

El tonelaje entre 1877 i 1889, época en que se contrató la construccion del rompe-olas, es el siguiente:

Año	Tonelaje
1878-1879	1 340,000
1879-1880	2.002,000
1880-1881	2.844,000
1881-1882	3.182,000
1882-1883	4.097,000
1883-1884	3.943,000
1884-1885	3.580,000
1885-1886	3.865,000
1886-1887	4 394,000
1887-1888	4.623,000

siendo él de importacion solo un 20% del total.

Este cuadro hace ver como la facilidad de embarque en los puertos aumenta el movimiento.

Es de advertir que la diferencia de de marea en el Abra de Bilbao llega a 4 50 metros, lo que si facilita en marea alta la entrada de los buques de gran calado al estuario, en cambio presenta un grave inconveniente para la construccion de un puerto artificial, desde que las obras deben proyectarse para tranquilizar las aguas, ya sea en una u otra estrema marea.

El rompe-olas proyectado por el señor Churruca está ubicado perpendicularmente a los vientos reinantes, sobre un suelo netamente fangoso i ha sido construido mas o ménos en las mismas condiciones de fundamento que el de Trieste.

El macizo de fundacion tiene un ancho de 54 metros en la parte superior, que queda a 6 metros bajo el nivel de baja marea, i es formado por piedras naturales de una densidad de 2.445.

Sobre éste viene un segundo macizo de bloques artificiales de un peso mínimo de 60 toneladas, con un ancho superior de 30 metros, i al nivel de la baja marea. Su volúmen es de 280,000 metros cúbicos.

En seguida viene una capa de concreto de un metro de espesor, sobre la que carga el muro de concreto de 10.20 metros de ancho en la cresta i de 8 metros de alto, siendo coronado por un muro de abrigo de 2 50 metros de alto.

En un kilómetro la altura total del molo sobrepasa de los 25 metros.

El presupuesto fué de 22 000,000 de francos, o sea 15.170 por metro, i ha sido contratado en 1889 para ser terminado en 12 años, por la suma de 20.475,000 francos, o sea un 7% mas barato que el presupuesto; en resúmen 14,100 francos por metro lineal.

Este precio es igual al del rompe-olas del puerto de Portland, cuya altura media es la misma del de Bilbao.

Esta esposicion de las condiciones jenerales de esta obra de defensa hace ver que en San Antonio es posible llegar a obtener una semejante en condiciones algo mas favorables.

Por de pronto, la diferencia de las mareas es de 1.52 metros, segun la Oficina Hidrográfica, i el fondo dado por los planos de la bahía levantados por la misma oficina en diciembre de 1896 asignan al fondo jeneralmente arena, o fango mezclado con arena: estas circunstancias permiten reducir la seccion de carga de los macizos en el fondo i la altura del muro de concreto.

El molo de San Antonio queda a 45° a los vientos reinantes i dominantes de S. O. i N. O. i está ubicado en la curva 12, miéntras que el de Bílbao lo está en la 15 i perpendicularmente al reinante, i tomando en cuenta la forma de las radas es mui natural pensar en que se puede hacer en San Antonio un rompe olas mucho mas barato que el de Bilbao, por lo que no es de estrañarse que se estime en 7,000 a 8,000 francos el precio medio por metro corrido.

¿En las condiciones presentadas en el proyecto que he formado existen causas para un mal éxito?

Los vientos reinantes azotando a 45° podrian producir una corriente al costado del rompe-olas, que causará socavamientos perjudiciales a su estabilidad; pero tomando en cuenta los detrimentos arrojados constantemente por el rio Maipo i la corriente de salida de sus aguas es de presumir que no produzcan estos perjuicios, i

esto es tanto mas cuanto que conservando el molo la orientacion de la playa es natural creer que no se produzca a su costado un fenómeno que no se ha producido en la playa.

Lo que es de esperar es que la accion de las corrientes en juego, modificada en sus efectos por los molos construidos, lleven la línea de la playa a la nueva marcada por el rompe-olas i se embanque el espacio comprendido entre la línea de éste, en union a tierra, la playa i el canal formado por la corriente del Maipo. embanque por cierto mui beneficioso para el futuro de San Antonio.

Hasta donde llegue este embanque es difícil de preveer, pero el arte tiene recursos para impedir la formacion de dunas, las que por otra parte no aparecen en San Antonio con los caractéres de gravedad de otras localidades.

Que pueda embancarse la dársena misma nadie lo puede negar, pero ántes de que esto suceda tendrá que llenar el mar 16.000,000 de metros cúbicos del canal de la parte norte de la bahía i en esta obra, que aun no ha podido hacer el mar por causas que no conozco en la eternidad de los siglos, es de esperar que no lo haga hasta el dia en que se haya muchas veces amortizado el capital empleado en la ejecucion del puerto abrigado de San Antonio.

Para la tranquilidad de la dársena, en la forma en que aparece en mi folleto sobre "El puerto i los ferrocarriles de San Antonio," falta agregar un malecon, cerrándola por el lado norte, frente al faro término del rompe-olas: esta obra es de necesidad tanto para contrarrestar la accion refleja de las olas de S. O. cuanto para aumentar el poder de embarque del puerto, que con esta obra i bajo la base de 500 toneladas por metro corrido de malecon llegaria a 1.000,000 de toneladas, o sea lo que, a mi juicio, puede llegar en su movimiento para 1930.

No hai que estrañarse de este detalle porque el progreso i el tiempo corren mas de prisa que lo que uno se imajina

ENRIQUE VERGARA MONTT.

Santiago, junio 1.° de 1900.