

VII CONGRESO INTERNACIONAL DE NAVEGACIÓN (1)

El suelo que atraviesa el canal en el territorio belga es de arena movediza; la velocidad reglamentaria es de 180 metros por minuto, lo cual da 10.800 metros por hora, pero está tolerada la velocidad de 200 metros por minuto, ó sean 12 kilómetros por hora. Esta velocidad es casi la máxima consentida en los canales marítimos de Europa, puesto que sólo en el de Imuiden y el de Gund, en la parte holandesa, se permite la de 15 kilómetros para buques de menos de 1,50 metros de calado. La velocidad de 12 kilómetros no es constante en toda la longitud del canal, á causa de las curvas, que no pueden franquearse con esa marcha, pero, en cambio, es corriente en la parte casi rectilínea de 6 kilómetros de larga que hay aguas abajo del puente de Langerbrugge. Es también causa de mayores socavaciones en las márgenes el empleo exclusivo de la hélice como medio propulsor, pues aun cuando lo contrario, los buques de hélice agitan más el agua que los de ruedas.

Otra de las causas que contribuyen á la degradación de las márgenes es el constante aumento en el tonelaje medio de los buques, que era de 320 toneladas en 1894 y llega á 617 en 1897, lo cual da para sección sumergida unos 40 metros cuadrados, y como la mojada es sólo de 237,25, resultan en la relación de 5,93. Es decir, que está en el límite, puesto que el Congreso de Viena fijó esta relación en 4 para los canales interiores, en 6 para los marítimos. Y como la relación está deducida del término medio del tonelaje de 873 vapores, hay muchos cuya sección sumergida excede bastante del sexto de la del canal.

No es, por lo tanto, de extrañar que haya ido en aumento la degradación de los taludes, y que desde 1885 hasta la fecha se hayan ensayado, con más ó menos éxito, todos los sistemas conocidos para defender las márgenes de un canal abierto en suelo arenoso y socavable.

Para formar una idea de la importancia de los revestimientos, bastará indicar que tienen una longitud de más de 25 kilómetros, y para juzgar de los resultados obtenidos se tomaron 1.729 perfiles, de los cuales 1.315 corresponden á taludes consolidados, y 414 á puntos donde no se ha hecho trabajo especial para reforzar las márgenes. Se ha hecho después un estudio detallado de la importancia de las socavaciones y de la profundidad á que se hacen sensibles, ya en los trozos en que se navega á la velocidad de 10 y 12 kilómetros, ya en aquellos en que rara vez exceda de 6 kilómetros; resultando que en ningún caso las socavaciones se han producido á más de 2 metros de profundidad, aun en los trozos en que las márgenes no están defendidas y en los cuales se navega á la velocidad máxima. De modo que en los proyectos puede adoptarse como límite el calado de 2,50 metros, para tener la seguridad de que las márgenes quedan muy bien defendidas.

Los diversos sistemas de consolidación pueden reducirse á dos tipos principales. El de revestimiento de los taludes, conservando éstos la inclinación correspondiente á la naturaleza de las tierras que los forman; y el de revestimiento vertical, ó próximamente tal, que sostenga la parte superior de las márgenes, dejando la inferior sometida á la acción del agua.

El examen crítico de ambos tipos puede hacerse bajo diversos puntos de vista, siendo los principales los siguientes:

- 1.º Importe de los gastos de construcción.
- 2.º Ventajas é inconvenientes de cada sistema para la conservación y reparación.
- 3.º Facilidad que cada tipo ofrece para aumentar la sección del canal.
- 4.º Influencia de la forma del perfil transversal del canal en la resistencia que experimentan los buques en su marcha.

Para formarse clara idea de la importancia de cada uno de los puntos citados, hay que tener en cuenta cuál es el modo de obrar de las acciones destructivas que degradan las márgenes de un canal.

Es sabido que la marcha de un buque produce por la proa una elevación en el nivel del agua; por la popa una depresión; y lateralmente, una corriente; estos efectos son tanto más sensibles, cuanto mayor es la velocidad del buque y más pequeña la relación entre la sección mojada del canal y la transversal del buque.

Del estudio de estos efectos se deduce que el movimiento de los buques con gran velocidad da lugar á corrientes longitudinales capaces de producir degradaciones en las márgenes de los terrenos poco consistentes; pero es fácil evitarlas por medio de revestimientos superficiales, hechos con materiales bastante pesados para no ser movidos por estas corrientes.

En cambio, la acción de las hélices produce movimientos giratorios que atacan las márgenes oblicuamente y ocasionan desprendimientos en las tierras, aun protegidas por zampeados.

Examinadas las causas que producen las degradaciones en las márgenes, pueden compararse los sistemas bajo los cuatro aspectos arriba mencionados.

Respecto al coste de primera construcción, no parece que, en general, sea muy diferente el revestimiento de los taludes y la defensa vertical, de suerte que en este sentido ambos sistemas son casi equivalentes.

Respecto á las ventajas é inconvenientes que cada sistema presenta para la conservación, la principal circunstancia que debe tenerse en cuenta es la facilidad de hacer las reparaciones sin interrumpir el tráfico ni dificultarlo bajando el nivel del agua en el canal, pues si bien esto puede hacerse sin grandes inconvenientes en los canales interiores, en los cuales hasta se suspende en algunos para hacer limpias y obras de conservación, no puede seguirse esta práctica en canales marítimos frecuentados por líneas regulares ó importantes de transporte, en los cuales hay invertido grandes capitales, y, por lo tanto, no hay que pensar en que se suspenda el tránsito ni un sólo día. De modo que todas las obras de reparación y conservación han de efectuarse conservando el nivel de agua reglamentario.

Por consiguiente, en el caso particular de los canales marítimos, abiertos en suelo de arena movediza, es preferible el revestimiento vertical en lo que se refiere á la facilidad de la conservación. Lo mismo sucede respecto á la facilidad que presenta para aumentar el calado y la sección mojada, circunstancia muy de tener en cuenta, pues el continuo aumento en el tonelaje de los buques hace que casi todos los canales marítimos se vean precisados á proporcionar mayor calado. Tal acontece con el de Suez,

(1) Véase el número anterior

con el de Gand á Terneuzen y con otros varios. En el último citado el revestimiento vertical permite aumentar el calado hasta 8,05 metros con una sección mojada de 357 metros cuadrados en vez de 237 que tiene con taludes inclinados; y aun podría llegarse hasta 486 metros cuadrados de sección y 9,25 de calado, dejando 2,56 de hincá á las tablestacas del revestimiento. Aumentos semejantes con taludes inclinados sólo podrían conseguirse mediante un gasto extraordinario en muchos casos, porque los terrenos en la proximidad de canales importantes y en comarcas muy industriales tienen gran valor, hasta el punto de hacer imposible los ensanches del cuenco.

Hay, además, una ventaja para la navegación en la forma de perfil transversal con taludes próximamente verticales, puesto que resultan más favorables que los taludes inclinados que antes se creía servían para disminuir la agitación que produce el paso de los buques. En la comisión internacional nombrada para mejorar el canal de Suez, el Ingeniero italiano Mr. Gioia hacía constar que habían observado que la agitación disminuía á medida que las márgenes se aproximaban á ser verticales. Pero este hecho se ha probado de un modo evidente en los notables experimentos llevados á cabo por Mr. de Más, ya citados anteriormente, con motivo de la resistencia que oponen los barcos al deslizamiento en el agua. Se ha visto que el perfil rectangular era más ventajoso que el trapezoidal, bajo el punto de vista de la resistencia á la tracción.

En uno de los experimentos de Mr. de Más, con un calado de 1,60 metros y una velocidad de 0,75, el coeficiente de resistencia en el perfil rectangular fué de 25 á 30 por 100 menor que en el trapezoidal. De lo cual deduce que, á igualdad de las demás circunstancias, la resistencia á la tracción será tanto menor cuanto más próximas á la vertical sean las márgenes.

El único inconveniente de los revestimientos verticales, cuando los terrenos son muy movedizos, es que al ser socavados los taludes por delante del revestimiento, las arenas ó tierras fangosas que están detrás pueden ser arrastradas á través de las juntas, produciéndose bolsas en la parte posterior que, á su vez, darán lugar á hundimientos del terreno en la parte superior, y éstos pueden ser de tal importancia, que arrastren el mismo revestimiento. Para evitar este grave mal, en los Países Bajos los tablestacados se hacen con ensamble de ranura y lengüeta. Pero, indudablemente, los revestimientos impermeables hechos con tablestacas de cemento armado parece que resuelven el problema de un modo completo y perfecto. La Administración belga ha determinado hacer un ensayo en gran escala de este sistema, que ya hemos citado, para conseguir atajar las filtraciones cuando eran permeables los taludes.

Respecto de la resistencia que pueda darse al hormigón, no cabe duda que siempre habrá posibilidad de obtener la suficiente con buenos cementos, puesto que se llega á una dureza igual y aun superior á la de muchas piedras de labra; y en cuanto á la elasticidad, tampoco deja nada que desear el hormigón armado, puesto que en Francia se han clavado, en el Loire, tablestacas de este material por medio de un martinete de vapor, cuya maza pesaba 600 kilogramos con una caída de 1,50 metros, y no sólo han resistido este choque, sino que han atravesado una masa de pedraplén de un espesor de 3 metros.

En los terrenos de arena casi pura se ha propuesto también su transformación en una masa compacta inyec-

tando cemento por medio del aire comprimido, como ya se ha verificado, con éxito, para reparar varias fundaciones, entre otras las de los viaductos de Cherizy y de Ponit, en Jour; la esclusa de Froissy (Somme), el hospital de Lariboisière, en París, y otras (1). El procedimiento es sólo aplicable á terrenos de arena, y en este concepto, su aplicación ha de limitarse bastante.

El último informe que hemos de examinar en esta sección es el de Mr. Hunter, Ingeniero Jefe del canal de Manchester á Liverpool. En realidad, no tiene ninguna conclusión que no se encuentre ya en los anteriores de que hemos dado cuenta, y sólo haremos mención de algunos resultados que se consignen en los experimentos hechos para observar la altura de la ondulación producida en el agua del canal por el paso de buques de hélice y de ruedas á diversas velocidades. Estas llegaron en algunos casos hasta 14 millas, que es más del doble de la reglamentaria, que no debe exceder de 6 millas; y sólo se permite la de 8 millas á los buques de cabotaje, por más que se excedan de esta cifra, llegando á veces hasta la de 12 en los tramos rectos.

Parece que las márgenes del canal están hoy (2) en condiciones de poder soportar los efectos de la agitación producida por buques de cualquier tonelaje que naveguen á una velocidad que no exceda de 8 millas por hora. Si esta velocidad aumenta, aunque sea con buques pequeños, se producen degradaciones en los taludes, en un grado proporcional al aumento que tenga la velocidad.

Después de haber ensayado el revestimiento de faginas y la defensa de las márgenes con piedra arenisca y con escoria de altos hornos, ladrillos y otros materiales, ha venido á adoptarse el pedraplén de caliza en mampuestos de 0,20 á 0,22 de espesor y de forma irregular colocados á mano, constituyendo una especie de opus incertum. No parece, sin embargo, que el pie del talud esté bien defendido, ni á cubierto de corrimientos, puesto que la defensa no llega hasta la profundidad máxima á que se hacen sentir las socavaciones.

De los experimentos realizados para determinar la altura de las ondulaciones producidas por buques de diferentes dimensiones y á velocidades diversas, no parece que pueden deducirse consecuencias precisas por no ser bastante numerosos, pues los que se insertan se refieren á 12 buques, pero en algunos faltan datos esenciales, como, por ejemplo, la altura de la ondulación producida por dos de ruedas en taludes de 1 1/2 por 1 y 1 por 6, y de todos los de hélice en talud de 1 1/2 por 1. No obstante, los experimentos confirman que las ondulaciones adquieren menos altura en los taludes menos tendidos; así, por ejemplo, un bu-

(1) Este sistema ha sido indicado en los *Annales de Ponts et Chaussées* de 1895. Primer semestre, págs. 108 y siguientes.

(2) Decimos hoy porque así lo consigna el informe de Mr. Hunter, y porque, seguramente, habrá mejorado mucho el estado de las márgenes, que distaban bastante de presentar caracteres de estabilidad el año de 1893, en cuyo mes de Agosto hemos podido comprobar, en una detenida visita hecha á las 14 millas que estaban en explotación, y á las 21 en construcción, casi terminada, que tanto en las primeras, como en las segundas, había grandes longitudes en que era preciso proceder á la consolidación de las márgenes. Estos trabajos no parecían que se hacían con un criterio muy fijo, tanteando varios sistemas, como si se tratase de un caso especial y enteramente nuevo, cuando de muchas de las obras podía, *a priori*, asegurarse que darían mal resultado. Es lástima que el informe de Mr. Hunter no contenga datos sobre el importe de las obras de consolidación de las márgenes, tanto antes de abrirse el canal, en toda su longitud, en Enero de 1894, como en trabajos de reparación y conservación desde esa fecha. Estos datos serían de más utilidad y enseñanza que los de coste por metro cuadrado de algunos de los sistemas empleados, pues el informe también es muy parco en este respecto.

que con velocidad de 14,21 millas produjo una ondulación de 0,43 metros en talud de 1 por 1, y de 1,00 metros en talud de 1 por 6. Estas ondulaciones eran producidas por un buque de hélice de 27 metros de eslora, 5,60 de manga y 2,60 de calado. Este mismo barco, con velocidad de 13,64 millas, levanta una ondulación de 0,63 en talud de 2 por 1. También influye mucho el tonelaje de los buques y, sobre todo, su calado y su velocidad.

Dos buques de casi igual eslora, 54 metros uno y 51 otro, pero de mucha mayor sección sumergida el primero, 11,7 metros de manga y 4,75 de calado, y 7,80 metros de manga y 3,51 de calado el segundo, con la misma velocidad de 10,50 millas produjeron en el mismo talud de 2 por 1 una ondulación de 0,63 el mayor y 0,43 el menor. Hay, además, que tener en cuenta que la altura de la ondulación no parece que da idea exacta de su fuerza de arrastre, puesto que se observa que los materiales que arrastra no están en relación con la magnitud de las olas producidas por el paso de los buques. Así, por ejemplo, con una altura de un metro en talud de 1 por 1, aparecen movidos materiales del tamaño de huevos de pichón, y en otro caso, con altura de nada más que 0,33 metros, resultan movidos del tamaño de huevos de gallina. Debe advertirse que la última ondulación citada era consecuencia del paso de un buque de mayor tonelaje que el que produjo la primera, y es posible que la fuerza viva de la onda no esté en relación con la altura. De todos modos, según al principio indicamos, el número de experimentos no es suficiente para poder deducir consecuencias precisas y generales.

•••

El cuarto tema de la tercera sección se refiere al «Efecto de las disposiciones novísimas de las grandes dragas, casos en que deben emplearse, efecto útil y precios de la obra ejecutada.»

Con decir que son nueve los informes presentados, queda hecha prueba de la importancia que hoy tienen las dragas, como medio de mejorar las barras, los canales navegables, los ríos y los puertos en general.

Claro es que el tipo de draga que haya de emplearse dependerá de las condiciones particulares y locales, y no puede esperarse obtener buen resultado si con una draga de succión se intenta atacar un terreno de arcilla plástica ó mezclada con cantos rodados. Pero no cabe duda que, apropiando el útil á la obra que haya de efectuarse, pueden hacerse hoy trabajos de este género que no podían intentarse hace algunos años. No hace veinte, las dragas de cangilones sufrían roturas constantes en éstos y en la cadena en cuanto encontraban un terreno duro ó algún cuerpo extraño en terreno blando, siendo frecuente, en tales casos, averías de consideración en la máquina motriz si no se acudía á tiempo parándola. Aun sin estos tropiezos, los ocasionados por el desgaste en los eslabones y pernos de la cadena, en las bocas de cangilones, en los volteadores y ruedas de engranaje eran tan numerosos, que las interrupciones absorbían, muchas veces, más tiempo que el empleado en trabajo útil.

Hoy es posible dragar, no sólo en arcilla compacta mezclada con guijarros, sino en bancos de roca de bastante dureza, sin temor á roturas, merced á cadenas de acero dulce con cangilones del mismo material, pero con bocas templadas, lo cual, unido á su capacidad, que varía de 400 á 700 litros, les da condiciones para atacar toda clase de

terrenos; al mismo tiempo, la transmisión desde la máquina se hace por medio de aparatos de fricción, de modo que, en caso de encontrar resistencias extraordinarias, no se hacen sentir en el motor; éste sigue con movimiento uniforme, cualquiera que sea la dureza del terreno, variando sólo la velocidad de descarga de los cangilones. En las dragas de succión las bombas tienen tal poder, que en muchos casos aspiran, no sólo arena gruesa, sino cantos rodados de grandes dimensiones y hasta masas de hierro de 10 kilogramos de peso.

Se comprende, por lo tanto, que combinados los medios de que hoy se dispone, las operaciones de dragado pueden hacerse en terrenos y en cantidades á que antes no era dado llegar; y en puntos donde la agitación de las aguas no permitían pensar en fondear una draga de cangilones, trabajan hoy, con relativa facilidad, las de succión.

De aquí resulta que los sistemas de encauzamiento han recibido poderoso auxilio con dragados intensos, y en muchos casos los han sustituido con ventaja; pues una vez abierto un canal en aguas relativamente profundas, es fácil sostenerlo, con tal que su dirección sea tal, que el efecto de las corrientes naturales, sobre todo en mares con marea, esté bien dirigido y llegue á establecerse el equilibrio entre lo que por ellas sea arrastrado y el aporte de aluviones marítimos, que, como es sabido, constituyen el elemento más importante en la formación de las barras.

De modo que determinada la dirección que debe tener el eje del canal y la profundidad necesaria para que no se dejen sentir los efectos de la marejada sobre el cordón litoral, es seguro que puede lograrse un encauzamiento sumergido formando un canal á través de las barras ó bancos submarinos, que obstruyen la entrada de una ría ó de un puerto situado en una costa, en que haya bancos de arena ú otros materiales que sirvan de obstáculo al libre acceso de los buques á los puntos abrigados natural ó artificialmente.

El informe de Mr. W. H. Wheeler contiene varios ejemplos de los grandes servicios que en estos casos pueden prestar las dragas de succión, y aun cuando todos ellos son conocidos de los especialistas, como contienen datos interesantes, vamos á extractar los principales.

Entre los canales abiertos por dragas de succión en bancos de arena, ofrecen particularidades dignas de tenerse en cuenta, el abierto en la bahía que sirve de acceso al puerto de New-York y el de la barra del Mersey, que formaba el mayor obstáculo para la entrada en la bahía de Liverpool.

En el primer caso la carrera de marea es muy pequeña 1,65 metros; en el segundo, por el contrario, llega hasta 9,30 metros en mareas vivas y, á pesar de circunstancias tan diversas en ambos, se han obtenido resultados excelentes con un coste relativamente pequeño.

En la bahía de New York había cuatro bancos de arena que no permitían el paso de los grandes trasatlánticos más que en plena mar; y esto era causa de protestas tanto más serias cuanto más rápida era la navegación; se comprende, en efecto, que haciendo las compañías grandes sacrificios y no perdonando gasto alguno para acortar algunas horas en la travesía, era intolerable perder muchas á la entrada del puerto.

Para evitar tales perjuicios, se nombró una Comisión que propusiese el proyecto de mejora del canal de entrada, dictaminando en favor de diques de encauzamiento de

más de seis kilómetros de longitud, y cuyo coste se calculaba en unos 50.000.000 de pesetas.

Ante estas cifras, parece que encontró favorable acogida el proyecto del Mayor Gillespie, que defendía con calor el sistema de dragar un canal á través de los bancos, y el Gobierno decidió ensayar primero si daban resultado las dragas de succión y continuar después empleándolas mediante un contrato para profundizar los bancos hasta abrir un canal que tuviese un calado de nueve metros á baja mar; para esto era preciso excavar unos dos metros en una gran extensión removiendo más de 5.000.000 de metros cúbicos. El volumen pagado fué bastante menor, unos 3.700.000 metros cúbicos, porque se media en las cántaras, siendo arrastrado por las corrientes el 27 por 100 del material removido. Este era principalmente arena, mezclada con arcillas aluviales. El trabajo se hizo por contrata, pagándose á 1,75 pesetas metro cúbico. Este precio es elevado, sobre todo, tratándose de dragas de succión, pero debe tenerse en cuenta que la profundidad era bastante grande, variando entre 7,20 y 10,50 metros, y que los productos tenían que verterse á una distancia de 10 $\frac{1}{2}$ millas, es decir, á unos 20 kilómetros. El trabajo se hizo con tres dragas provistas de dos tubos de succión cada una, con cántaras de 200 á 500 metros cúbicos de capacidad. Además, se emplearon cuatro grandes gánguiles, remolcados por otros tantos vapores. El material, como se ve, no era lo más apropiado para obtener una obra á precio económico, porque, ni las dragas aprecian las ventajas de estar constantemente trabajando, como cuando tienen un buen servicio de vapores gánguiles, para trasportar los productos, ni debía obtenerse gran efecto útil empleándolas para trasportarlos teniendo que verter á tan gran distancia; á pesar de todo, se ha conseguido un canal de suficiente ancho y profundidad para que puedan pasar por él á baja mar los mayores trasatlánticos mediante el gasto relativamente moderado de 10.000.000 de pesetas, entre lo que se pagó por contrata y lo que se había gastado en los primeros trabajos hechos por vía de ensayo del sistema.

La entrada de la bahía de Liverpool se abre paso á través de grandes bancos de arena que descubren á baja mar y á superficie que queda en seco; tiene un área de más de 60 millas cuadradas, extendiéndose hacia el interior en una distancia de más de 9 millas. El canal se mantenía con un calado de 3,30 metros solamente en baja mar viva, teniendo esta sonda mínima en una longitud de más de 600 metros, y siendo el banco de la barra de más de 4.500 metros de longitud entre las curvas de 8 metros á baja mar viva equinoccial. Con la gran carrera de marea que allí hay, á pesar del poco calado de la barra, el puerto de Liverpool ha podido llegar á la enorme cifra de más de 15.000.000 de toneladas. No obstante la circunstancia de servir de cabeza de línea á gran número de vapores trasatlánticos, hacía mayor el inconveniente de tener que limitar las entradas y salidas á las horas próximas á la pleamar; y en 1890, The Harbour Board (una especie de Junta de puerto), decidió intentar la mejora de la barra por medio del dragado. Pero como las opiniones de varios Ingenieros consultados eran muy diversas sobre los resultados que este sistema podría dar, se empezó por convertir en dragas de succión dos de los gánguiles que se empleaban en los Doks.

Cada uno tenía unas 500 toneladas de capacidad, y con

buen tiempo llenaban sus cántaras en veinte minutos, pero con marejada tardaban hasta tres horas; por término medio podía contarse una hora y cinco viajes al día, debiendo verter á unas 3 millas de la barra. Con este material se trabajó doce meses con las dos dragas y veintidos con una, siendo muy variable el rendimiento de invierno á verano. De todas suertes, al haber extraído 1.500.000 metros cúbicos se comprobó un aumento de calado de 2,10 metros en el banco de la barra, conservándose un canal sumergido, con sonda de 5,40 metros, con un ancho mínimo de 300 metros. Durante estos tres años se mantuvo siempre el aumento progresivo, aun en un período de tiempo en que las dragas no funcionaron. En vista de tan favorables resultados, construyeron dos poderosas dragas cuyas cántaras podían recibir 3.000 toneladas de productos.

Las bombas tenían tubos de aspiración de 0,90 metros de diámetro, pudiendo dragar hasta una profundidad de 13,50 metros. En buenas condiciones de tiempo y en arena se llenan las cántaras en cuarenta y cinco minutos, y como tenían una velocidad de 10 millas, en poco más de media hora hacían el viaje redondo, lo cual permitía llenar y verter siete veces en diez horas de trabajo efectivo, y, por lo tanto, hacer 10.500 metros cúbicos diarios. Suponiendo que se trabajen doscientas, como en efecto ha sucedido, al año, una de estas dragas dará un volumen de más de 2.000.000 de metros cúbicos.

En realidad, no llegaba á depositarse en las cántaras esta cantidad, porque á medida que se profundizó el canal, la arena era más fina y estaba mezclada con arcilla y ésta era arrastrada por el agua que venía absorbida con la arena. La cantidad de arcilla llegó á ser tal, que las cántaras tardaban hasta tres horas y media en llenarse. En vista de esto se suspendió el trabajo con dragas de succión y se emplearon bombas que, inyectando el agua á gran presión, atacasen el fondo; haciendo este trabajo durante cuatro horas en marea descendente, que arrastraba la arena fina y la arcilla removida por los chorros de agua comprimida. Antes de emplear este sistema se habían extraído con las dos dragas, hasta fines de 1896, unos 8.500.000 metros cúbicos, obteniendo una sonda de 7,50 metros en el canal á baja mar viva equinoccial, con un ancho mínimo de 375 metros.

La cantidad de material removido por medio del agua con presión no puede determinarse, pero está probado que el canal tiene mayor ancho y más sonda. En cuanto á su estabilidad, parece asegurada, puesto que los mayores temporales no han hecho más que regularizar el fondo y los taludes, sin que se haya notado disminución en la profundidad.

Otro caso aún más notable de la posibilidad de abrir un canal estable en un banco de arena es el ejecutado á través de Stroombank, que tanto dificultaba la arribada al puerto de Ostende. Tiene éste enfrente de la llamada «Petite rade» el banco citado que corre paralelo á la costa, que es también la dirección que siguen las corrientes de marea, de modo que el canal debía tener su eje perpendicular á la dirección de la corriente de marea. Si á esto se agrega que está abierto, en mar libre, en una costa de grandes playazos de arena, y donde los calados son pequeños, aun á bastante distancia, se comprenderá que las condiciones no pueden ser más desventajosas.

(Se continuará.)

FERNANDO G. ARENAL.