

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

BOLETIN

AÑO DE 1895.

Madrid 30 de Mayo.

Núm. 15.

NOTA

ACERCA DEL TRAZADO DE DIQUES

EN LOS PUERTOS DEL MEDITERRÁNEO
SITUADOS EN PLAYAS DE ARENA

por

D. RAFAEL YAGÜE Y BUIL

Ingeniero Jefe de Caminos, Canales y Puertos.

(Continuación.)

Lo único que puede pedirse á los Ingenieros es que el estudio del trazado de los diques esté bien hecho y éstos no ocasionen aumento en la cantidad de depósitos, ni los provoquen en sitios donde sean perjudiciales, ó aceleren el avance de las playas; y esto se obtendrá hasta donde es posible, dando á los diques la forma general que hemos indicado y cuyos efectos he tratado de describir y explicar.

Dicha forma, que no me cansaré de recomendar, es ya la adoptada generalmente; pero las modificaciones que deben introducirse cuando se trata de un nuevo puerto, han sido siempre para los Ingenieros objeto de numerosos tanteos y de discusiones más ó menos acaloradas, y tengo la pretensión de creer, pecando de inmodestia, que todas las vacilaciones desaparecerían si se reconociesen como exactas las observaciones y explicaciones que anteceden y las que aún hemos de exponer.

Ocupémonos ahora de lo que sucede al lado de sotavento del dique principal.

El espacio situado inmediatamente detras, queda, sin duda, abrigado de la acción directa de las olas; pero se ha visto que en virtud de la difracción que éstas sufren al llegar al extremo del dique, se abren en abanico (fig. 3.^a) y dan lugar á una ola en sentido opuesto al viento. Hemos visto también, que por efecto de estas olas secundarias se producen importantes terromonteros en la playa á sotavento del dique, y que para evitarlos no hay otro recurso que construir el contra-dique, marcado de puntos en la fig. 3.^a, y de que da más clara idea la fig. 19.^a

Este segundo dique impide la entrada á los terromonteros en el espacio P, que está así defendido de las olas secundarias que marchan en sentido contrario al viento; pero la tranquilidad de las aguas allí no es completa.

Una parte de la ola secundaria penetra en el espacio P, por la abertura que queda entre los dos diques; se esparce á su vez de la manera que ya hemos estudiado y que indica la fig. 4.^a, y si la abertura no es muy grande con relación al espacio P, y éste tiene longitud suficiente en dirección normal á la costa, se puede, casi siempre, obtener una disminución notable en la altura de las olas, que quedan reducidas á ligeras on-

dulaciones. Los efectos de éstas son verdaderamente insignificantes en el interior de las dársenas, distribuidas de ordinario en el perímetro del espacio P; y aun se puede evitar bien fácilmente esa pequeña agitación, construyendo muelles salientes ó espigones, convenientemente situados, sobre todo cuando los malecones siguen el contorno del espacio P.

Esta parte de los proyectos de los puertos es, en realidad, muy delicada de estudiar, y no se puede, en mi opinión, establecer reglas precisas. Se podrá, ciertamente, prever, cuál será la dirección de la ola y de las ondulaciones que agitan el interior del puerto; pero es muy difícil determinar de antemano, cuál debe ser la longitud de los espigones y muelles transversales para evitar dicha agitación. Sólo se llega á conocer esto por la experiencia; y, por tanto, se debe siempre contar en los proyectos, y, sobre todo, en los presupuestos, con la probabilidad de tener que ampliar las citadas obras con el aumento de gastos consiguiente.

III

Ríos y torrentes que desembocan á sotavento de los puertos

Volvamos al objeto principal, del cual me he separado algo, y terminemos lo referente á los terromonteros, examinando el caso muy frecuente de que á sotavento del puerto desemboque un río ó un torrente.

Las figs. 20.^a y 21.^a indican, en resumen, mis ideas y observaciones acerca de esta cuestión, sumamente interesante, puesto que es la causa del enarenamiento de muchos puertos, y cuyo estudio es fácil, después de lo que ya se ha dicho. Si en una playa MN (fig. 20.^a)

en la que las olas de los temporales llegan en la dirección *ab*, desemboca un río ó torrente *T*, hemos dicho que su cono de deyección toma la forma que indica la figura; es decir, se inclina del lado de sotavento

Construidos los diques ABC y DE, tendremos que, por efecto del primero, las olas que venían como indican las líneas *ab*, van cambiando poco á poco de dirección, y al rebasar el extremo C del dique, se propagan ya, según las líneas *mn*, atacando el cono de deyección en sentido contrario al en que lo hacían las primitivas, y echando, por tanto, los acarrees hacia el contra-muelle DE.

El terromontero Q (fig. 21.^a) se forma muy rápidamente (á veces en muy pocos años) y las arenas empiezan á invadir el puerto por el lado de sotavento. Entonces, el calado va disminuyendo, y la entrada va haciéndose difícil y hasta peligrosa, porque las olas, tanto directas como derivadas, en vez de romper contra la costa primitiva, arbolan y rompen sobre el depósito de acarrees Q.

Al llegar las cosas á este punto, empiezan las quejas; se presentan proyectos más ó menos racionales ó atrevidos; la opinión pública se extravía lastimosamente, y cuando en tales circunstancias se encargá un Ingeniero de estudiar seriamente algún proyecto de mejora, es muy difícil que pueda sustraerse por completo á la influencia de tantos prejuicios. Y si por acaso acierta con las soluciones técnicas para vencer todas dificultades, tiene todavía que luchar con los reparos de la Administración, que influida por los clamores del público, mira siempre con recelo cualquier proyecto que difiera de los preconizados por el vulgo.

Vemos, por lo dicho anteriormente, que no hay manera de evitar el enarenamiento de un puerto, cuando á sotavento de él, existe un río cualquiera que arrastre acarreos. Aun en el caso de que no se formase la ola secundaria *mn*, el dique ABC protegería siempre la desembocadura del afluente de la acción de las olas directas *ab*; por esta circunstancia sola, el cono de deyección, en lugar de inclinarse á sotavento, se formaría normal á la costa, y no siendo atacado por las olas ni por las corrientes, acabaría por invadir el puerto más pronto ó más tarde, según hemos indicado.

El único medio, eficaz, para evitar el terromontero del puerto, en semejantes casos, es desviar el río ó torrente, llevándole á desembocar en punto que no esté ya al abrigo del dique ABC, y á donde no alcanzan las olas secundarias *mn*. De no hacer esto, todos los recursos que se empleen y todas las obras que se construyan, serán completamente inútiles para impedir el enarenamiento, que, según hemos visto, obedece á leyes precisas, cuyo olvido ha sido la causa de tantos fracasos.

CAPÍTULO III

CONDICIONES NAÚTICAS

INTRODUCCION

Los principios generales sobre la formación, propagación y transformación de las ondas, olas y corrientes, así como sobre su decisiva influencia en la marcha y depósito de los terromonteros que dejamos consignado, son bastantes, á nuestro entender, para que se pueda apreciar bien cuál será el efecto de la construcción de un dique. No insistiremos más en este punto, y vamos á es-

tudiar ahora el trazado de los diques, bajo el punto de vista de las condiciones náuticas que debe reunir todo puerto.

Como no es mi objeto escribir ahora un tratado de construcción de puertos, omitiré el examen de las diversas disposiciones propuestas y empleadas para los puertos, especialmente del Mediterráneo, y limitaré mis observaciones á la forma adoptada, por regla general, que es, como ya dijimos: dos diques, casi siempre curvilíneos, que abrazan el espacio destinado al puerto, de los cuales uno, el del lado del viento, es ordinariamente más largo, para proteger la embocadura ó entrada del puerto. ó por lo menos, con tal intento se hace.

Tampoco hablaré de los muelles y dársenas destinados al servicio de mercancías. Hay por fortuna muchos libros acerca de distribución y disposiciones interiores de los puertos, y en aquéllos pueden estudiarse con fruto, pues contienen, no sólo la descripción de todas las formas y sistemas empleados, sino también los elementos necesarios para aplicarlos en cada caso particular.

I

Dirección que siguen los buques para entrar en los puertos durante los temporales.

Examinaremos, primero, la marcha que sigue un buque para tomar el puerto bajo la acción de un fuerte temporal; y de este estudio deduciremos después las reglas que han de servir para el trazado de los diques.

En obsequio á la brevedad supongo conocidos los principios generales relativos á la maniobra de los buques de vela, que son los que deben considerarse de preferencia, pues los de vapor, si bien tienen mejores condiciones para el

caso cuando disponen de la máquina, pueden verse obligados á maniobrar como tales veleros, por averías enaquella. Además, salvo la diferente naturaleza del motor, viento ó vapor, las condiciones de los cascos de los buques, y las perturbaciones que sufren en su marcha por las olas y los golpes de mar, son las mismas para unos que para otros.

Ocioso es decir, que si la boca del puerto está bien orientada y dispuesta para los buques de vela, mejor lo estará para los de vapor, que ordinariamente no están sujetos á las contingencias que trae consigo el cambio de dirección ó intensidad del viento.

Supongamos (fig. 22.^a) que un buque viene á refugiarse al puerto, huyendo de un temporal producido por el viento V, del cual está resguardado el puerto por el dique ABC.

Es evidente que el buque, para entrar, debe *ceñir el viento* todo lo posible, y seguirá, por tanto, una dirección Rv (Ruta verdadera), cuyo conocimiento es de capital importancia para el trazado de los diques, y que intentaremos determinar lo más exactamente que podamos.

Se sabe que cuando el viento bate de través las velas del buque, la componente normal á la dirección de la quilla origina un movimiento en sentido transversal, que es lo que se llama *deriva ó abatimiento*, el cual alcanza su máximo cuando el buque marcha de *bolina*. Esta *deriva* cambia, naturalmente, según la intensidad del viento, y las condiciones y construcción del barco; pero como hay siempre para cada inclinación de las vergas una relación constante entre la componente normal y la paralela á la quilla; y, de otra parte,

se ha llegado á establecer, para la construcción de buques, relaciones casi invariables entre la superficie de velas y las dimensiones del casco, se concibe fácilmente que el ángulo de *abatimiento* estará siempre comprendido entre límites muy próximos.

Después de numerosas observaciones, Cialdi, cuya autoridad en la materia es indiscutible, fija en un cuarto (1) el ángulo de *abatimiento* en la marcha de *bolina*, y, por nuestra parte, creemos que este dato es el que debe adoptarse siempre.

Otra causa del abatimiento en la marcha de los buques, es la acción de los golpes de mar y de la corriente de oleaje sobre el casco; conviniendo estudiar esta nueva causa, más variable aún que la acción del viento.

(Se continuará.)

ROTURA DE PUENTES METÁLICOS

(DEL BOLETÍN DE LA SOCIEDAD DE INGENIEROS CIVILES DE FRANCIA)

(Continuación.)

Tanto estas roturas, como la flexión de las barras comprimidas, se sucedieron en menos de un segundo; el puente no estaba más que á 0,30 metros del suelo, así es que tropezó, casi inmediatamente, con las piezas de madera que se tenían dispuestas para amortiguar el golpe, deteniéndole en toda la primera fase de la rotura.

Por estas razones, el aspecto de la ruina resultó muy interesante; confirma los grandes cuidados que hay que tener, tanto para conservar la rectitud de las

(1) N. del A.—11°-15°.