

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.)

Los estudios y observaciones de Cialdi pueden, por el contrario, explicar fácilmente todos los efectos producidos por las olas. En alta mar el movimiento principal de las moléculas es el alternativo, en sentido vertical; mas hay también una traslación horizontal que produce un transporte de agua, y por tanto una corriente más intensa en la superficie, pero que se transmite á profundidades mayores ó menores por virtud de la adherencia y viscosidad del agua.

Cuando una onda es detenida en su camino, bien por encontrarse con otras que marchan en distinta dirección, bien por tropezar con un obstáculo cualquiera, tal como rocas aisladas, elevaciones del fondo, playas, etc., etc., la onda se deforma. Si el choque es con otras ondas ó contra un obstáculo de pared casi vertical, se reduce la amplitud de las olas y aumenta su altura; y si este aumento pasa de ciertos límites, aquéllas rompen, coronándose de espuma sus crestas, y dan lugar en definitiva á otras ondas, que siguen una nueva dirección en el sentido de la resultante, no de las dos direcciones primitivas, sino de las fuerzas vivas de que estaban animadas las dos ondas primeras. Si el choque se verifica contra una pared vertical, la ola puede romper también y el movimiento ondulatorio se refleja,

siguiendo, hasta cierto punto, las leyes de la reflexión de los cuerpos elásticos; así se producen nuevas ondas, que, volviendo á chocar con las primitivas, originan, á cierta distancia del obstáculo, otras ondas, que se consideran como derivaciones de las iniciales.

Veamos ahora lo que sucede cuando las olas llegan á una playa.

Al decrecer la profundidad de agua según el plano inclinado de la playa, la onda, para continuar su movimiento de propagación, se deforma alargándose, por decirlo así. La parte inferior actúa sobre el fondo, triturando los materiales de éste, removiéndolos, suspendiéndolos y arrastrándolos en el sentido de la corriente producida por la transformación de la fuerza viva de que están animadas las moléculas. De este modo, una parte del agua llega á la playa y se eleva sobre el nivel ordinario del mar, en virtud de la velocidad adquirida, hasta que anulada ésta, desciende por la pendiente de la playa chocando entonces con la ola que avanza y aumentando así el efecto propio de la playa y la remoción de los materiales que la forman.

En la superficie sucede: que, como la atmósfera tiene una gran elasticidad y el movimiento de propagación de la ola en conjunto se encuentra detenido por la elevación del fondo, la parte superior de la onda transforma su fuerza viva en un aumento de altura, cuya consecuencia es, casi siempre, vencer la cohesión de las moléculas líquidas, y entonces la ola se acorta, su cresta se redobra y acaba por romper, ayudando á esto la acción del viento contra la espalda de aquélla.

En el momento en que la ola rompe, el agua está animada de toda la veloci-

dad á que da lugar la transformación del movimiento ondulatorio; más la debida á la corriente de oleaje (*fluto-corrente*) de superficie, y la que nace de la altura que toma la ola sobre el nivel del mar; por todas estas causas, el agua se precipita en la playa, y asciende por ella hasta perder la velocidad. Después este agua baja, y agregándose á la que proviene de la parte inferior de la onda, contribuye á precipitar la deformación de las olas y á determinar su rotura.

Y esta enorme masa de agua, que según lo expuesto, se lanza sobre la playa en virtud de este juego de las olas, ¿dónde está? ¿qué es de ella? preguntarán acaso los partidarios del simple movimiento oscilatorio. Pues bien; con esa masa de agua ocurre lo que acontece siempre cuando el agua se eleva sobre su nivel de equilibrio, cualquiera que sea el motivo: esa masa de agua corre naturalmente, obedeciendo las leyes de la gravedad, por donde encuentra la menor resistencia; que es en el presente caso paralelamente á la costa y en dirección de sotavento, produciendo esas fuertes corrientes que acompañan siempre á los grandes temporales.

Tales corrientes son, seguramente, las que pueden atacar la costa, arrastrar arenas, gravas, piedras y hasta grandes bloques; fenómenos que no deben atribuirse á esas otras corrientes generales de poca intensidad, y cuya velocidad de tres ó cuatro millas por hora, á lo sumo, no se hace sentir sino á bastante distancia de la costa, á veces de muchas millas.

Se ve, pues, que dichas corrientes accidentales no son caprichosas. Las motiva siempre algún fuerte temporal, que á veces no llega á la costa con toda su intensidad, bien porque cesa el vien-

to que le produjo, bien porque es desviado de su camino por olas que marchan en distinta dirección. Y es raro que haciendo observaciones concienzudas no se pueda averiguar la verdadera causa de las corrientes que llegan á la costa, y aun predecirlas en algunos casos. Tenemos en definitiva, que el movimiento de las aguas del mar, ocasionado casi siempre por la acción del viento, sigue esta graduación.

En el alta mar, movimiento ondulatorio con cierto transporte de agua, sobre todo en la superficie; tales efectos interesan solamente á la navegación, por lo que tienden á aumentar la derivación de la marcha de los buques.

En la proximidad de las costas, las ondulaciones se acortan algo, la altura de las olas crece progresivamente, y la corriente de oleaje (*fluto corrente*), tanto superficial como de fondo, aumenta, produciendo ese efecto muy conocido de los marinos, y que éstos expresan diciendo: que en los temporales «*las costas atraen.*»

Ya más cerca de la costa, en la zona en que ordinariamente se construyen los diques, apenas conserva sus propiedades características el movimiento ondulatorio. La onda, al deformarse, no lo hace de igual manera en la parte alta que en la baja. En ésta la ola se alarga; y al chocar con el fondo, la componente vertical de la fuerza viva de que están animadas las moléculas líquidas, ataca, remueve y mantiene en suspensión los materiales de que está formado en proporción con la importancia de la fuerza que actúa; la componente horizontal origina una corriente hacia la playa, que va poco á poco girándose en sentido paralelo á ésta y camina á sotavento. En la parte superior de la onda la de-

formación consiste en una elevación y al mismo tiempo una disminución de la amplitud de las ondulaciones; por la mayor altura de la ola hay más superficie expuesta al viento, y esto acelera el movimiento de su cresta, que acaba por romper, produciéndose una nueva corriente contra la playa, cuyos efectos se suman á los de la corriente de fondo antes indicada.

En resumen: El movimiento de las aguas, que en alta mar principia siendo casi ondulatorio exclusivamente, se descompone, al llegar á la playa, en otros dos: uno alternativo en sentido trasversal á la costa, y otro continuo paralelo á ésta, que es la dirección en que se establece la corriente.

El movimiento ondulatorio, tanto por la manera de engendrarse, como por la forma en que se propaga, puede asimilarse al de las ondulaciones de la luz, del calor, etc.; como ellas, las ondulaciones del mar son susceptibles de reflejarse, de abrirse ó desvanecerse, sufriendo una especie de difracción, cuando las ondas, en su marcha, penetran en un espacio de aguas tranquilas; dos series de ondas en direcciones diferentes, pueden dar lugar á una especie de interferencias, que ayudadas por el choque y la resultante final de las corrientes de oleaje (que siempre acompañan á las olas) originan otras series de ondas.

Las corrientes siguen en el mar las mismas leyes que en los ríos y torrentes (1) sin otras modificaciones que las

motivadas por la carencia de una de las dos orillas, cuando la corriente marina marcha entre una costa y aguas tranquilas ó animadas de movimiento en sentido opuesto á la corriente, ó en una palabra, aguas que no están sometidas á las mismas causas que originan la marítima.

Un ejemplo notable de estas orillas ó riberas acuosas, es el *Gulf-Stream*, cuyos límites se han podido definir muy bien, en virtud de la diferencia de temperatura que hay entre las aguas de la corriente y las que forman la orilla exterior.

Consignados ya los principios generales respecto á la naturaleza, propagación y transformación de los movimientos del mar, pasaremos á las aplicaciones que tienen relación particular con las construcciones de los puertos.

II

Desviación de las olas (1)

Sea (fig. 1.^a) una ola que en alta mar se propague según las líneas *ab*, *cd*, *ef*,.... en dirección oblicua á la playa *MN*.

A causa de que en la orilla es menor la profundidad, las olas se encuentran detenidas en su camino en la proximidad de la playa, y toman la dirección *ab'*, *cd'*, *ef'*,...., lo cual explica perfectamente dos hechos bien conocidos.

Es el uno, que la ola tiende siempre á embestir la playa normalmente; y el otro, que en las costas la dirección de las olas forma un ángulo, mayor ó menor, con la del viento que las produce.

(1) *N. del A.*—Se puede consultar:

Etudes théoriques et pratiques sur le mouvement des eaux dans les canaux découverts, et á travers les terrains perméables, par J. Dupuit.

Etude d'un système générale de défense contre les torrents, par Ph. Bretón.

(1) *N. del A.*—En las figuras se representan las olas por la proyección de sus crestas

Esta última circunstancia debe tenerse muy en cuenta, como diremos después, para el trazado de los diques y para la disposición de la boca de los puertos, porque hace aumentar la derivación de los buques, cuando éstos vienen ciñendo el viento para tomar la entrada.

Veamos ahora el efecto producido sobre las olas por un dique ABC (figura 2.^a) de planta análoga á las adoptadas más ordinariamente, es decir, arrancando normalmente de la orilla (en recta ó en curva) é inclinándose luego en dirección perpendicular á la de las olas en los mayores temporales. Supongamos que antes de construir el dique las olas, por la acción de estos vientos, toman las direcciones *ab*, *cd*, *ef*.... Después de construido aquél, las olas, detenidas en su marcha, al chocar con la parte exterior del dique, toman las direcciones *ba'*, *cd'*, *ef'*...., ó sea, tienden á atacar normalmente la parte AB.

Es del mayor interés estudiar esta clase de desviaciones, y sobre todo preverlas cuando se redacta el proyecto del dique, porque la dirección que toman las olas tiene gran influencia, tanto para determinar la resistencia que debe darse al dique, como en lo relativo á la marcha que siguen los terromonteros, según diremos más adelante.

Examinemos lo que sucede á las olas *ab*, *cd*.... (fig. 3.^a) cuando pasan de la extremidad del dique. Detenidas por éste en su movimiento de propagación, aquéllas se doblan al llegar al punto C, y sus crestas toman sucesivamente las direcciones *Cb'*, *Cb''*, *Cb'''*.... á semejanza de las varillas de un abanico que se abriese, contribuyendo mucho á este fenómeno la relativa tranquilidad del espacio P, resguardado por el dique de la acción directa del viento y de las olas,

donde puede tomar la ondulación todo su desarrollo.

Precisamente para evitar esta agitación producida por las olas que han girado, se construye de ordinario otro dique, tal como se indica con las líneas de puntos en la figura 3.^a

Para terminar lo que hemos de decir respecto á las desviaciones ó transformaciones de las olas, trataremos ahora de lo que pasa cuando éstas penetran en un espacio cerrado, cuya entrada ó boca está formada por las cabezas de los diques, ó por dos puntas salientes de la costa.

En este caso la ola experimenta algo así como una difracción, según está representado en la fig. 4.^a; la línea de la cresta se encorva (en el sentido horizontal) y como encuentra en su propagación masas de agua cada vez mayores, va consumiendo su fuerza viva, formándose olas cuya altura va disminuyendo, al propio tiempo que su longitud ó amplitud aumenta; y así continúa hasta hacerse la ola insignificante.

Aún podíamos ocuparnos de muchas otras variaciones y transformaciones de las olas; pero esto sería más propio de un tratado completo, que ni intento escribir ahora, ni tengo medios de hacerlo. Con los principios y hechos generales que quedan indicados, hay bastante para poder apreciar el grado de exactitud de los fundamentos en que he basado las reglas que, á mi juicio, deben servir de punto de partida para el trazado de los puertos.

CAPÍTULO II

TERROMONTEROS

I

Origen y marcha de los terromonteros en las orillas del mar.

Es para mí indudable, y he llegado á tal convencimiento por la teoría y por la práctica, que los terromonteros se deben exclusivamente á la acción de las olas, y que el transporte ó acarreo de arenas y gravas á lo largo de las costas, tiene por causa principal las corrientes originadas por las mismas olas (*fluto-corrientes*).

Partiendo de esta idea fundamental, teniendo además en cuenta algunos hechos que he tenido ocasión de observar, y otros deducidos del estudio de lo que ha ocurrido en muchos puertos y playas, intentaré explicar la manera de producirse los terromonteros, cómo son acarreados ó transportados, y cómo y dónde se depositan

(Se continuará.)

MOVIMIENTO DEL PERSONAL

OBRAS PÚBLICAS

INGENIEROS

Ha sido trasladado de la jefatura de la provincia de Oviedo á la de Coruña el Ingeniero primero D. Eulogio Ledo.

El Ingeniero segundo D. Delfín Fernández ha sido trasladado de la jefatura de la provincia de Coruña á la de Oviedo

AYUDANTES

Ha solicitado su reingreso en el servicio del Estado el Ayudante segundo, Oficial segundo de Administración, en situación de supernumerario, D. Nemesio Zaldívar Huertas.

El Ayudante segundo, Oficial cuarto de Administración, D. Enrique Salgado y Rivadeneira, ha solicitado pasar al servicio del Ayuntamiento de Vigo.

Colocados ya todos los aspirantes á ingreso en el personal de Ayudantes de Obras públicas pertenecientes á la convocatoria del 87, corresponderá ocupar las primeras seis vacantes á los señores D. Evaristo Vicedo, D. Vicente Miró Durán, D. Luis Sanz Blanco, D. Ramiro Valdés Lenen, D. Juan Riera y Gallo y D. Fernando Avilés Carreño, que ocupan los números 1 al 6 de la convocatoria de 1889.

SOBRESTANTES

En la vacante producida en la clase de segundos, Oficiales cuartos de Administración, por jubilación de D. Joaquín López del Rincón, ha ascendido D. Manuel de Santo Domingo; y en la que este ascenso ocasiona en la clase de terceros, Oficiales quintos de Administración, ha ingresado D. Rogelio Cañas Durán, que siendo de la misma clase y hallándose en la situación de supernumerario ha solicitado oportunamente la vuelta al servicio del Estado.

Las primeras seis vacantes que se produzcan en la clase de Sobrestantes terceros. Oficiales quintos de Administración, corresponden á los señores aspirantes aprobados en la convocatoria del 94 D. Carlos Fernández, D. Laureano Díez, D. Serapio López, D. Evaristo García, D. Antonio Amor y D. Francisco Cascales, que ocupan los números 85 al 90 de la convocatoria.

TORREROS

En las vacantes producidas en este Cuerpo por defunción del segundo señor Fernández Uria y licencia ilimitada del tercero Sr. Oliver y González, corresponderá ascender á segundo al tercero más antiguo y sin defecto para el ascenso, D. José Aveño y Lanuza, que sirve el faro de Cabo Huertas (Alicante), é ingresar como Torreros terceros á los Aspirantes que ocupan los dos primeros números Sres. D. Francisco Orfila y Oliver y D. Tomás Molla Bru.

IMPRENTA DE GREGORIO JUSTE

Pizarro, 15, bajo.