

carp. F. 3/7

2.^o
ESTUDIO
SOBRE LOS PUERTOS DE MAR

POR

D. Adolfo C. De Soiquie

Ingeniero de Minas,

CABALLERO DE LA REAL Y DISTINGUIDA ORDEN
DE CARLOS III.



AVILES:

IMPRENTA DE D. ANTONIO MARIA PRUNEDA.

Plazuela de San Nicolás núm. 32.

—
1867.

2086

4-17723

A ruego de varios amigos, reproducimos en otra forma nuestro primer estudio sobre «Puertos de mar» dado á luz, algunos meses hace, sin que desconozcamos el escaso fruto que debemos prometernos de una doctrina poco en consonancia con la que rige en las corporaciones oficiales, ni el subido pontazgo que en todo tiempo han pagado las innovaciones sea cual fuese su naturaleza é índole: pero al obrar así, á nuestra ley obedecemos, y recordamos un verso de nuestros juveniles estudios: *Gutta cavat lapidem, non vi, sed sæpe cadendo.*

911117-1126

2010

1955-1956

ESTUDIO SOBRE PUERTOS DE MAR.

Objeto.	El objeto de nuestro estudio toca á los intereses mas elevados de la humanidad: gran número de nuestros hermanos busca, el preciso sustento en las contingencias y en los azares del mar, y no pequeña parte parece víctima de las tormentas, víctima de su arrojo y alguna vez de nuestro desamparo: con esta benemérita clase ha contraído la Sociedad el imprescindible compromiso de procurar, contra tan lamentables catástrofes, salvadoras disposiciones, en la medida de sus fuerzas y de lo posible, creando y multiplicando Estaciones de refugio y de resguardo, y faltaria á su deber un Gobierno que olvidase tan sagrada incumbencia; por otra parte se multiplican las transacciones en una creciente proporción, y si han de reportar á los pueblos toda la suma de beneficios que prometen, no solo deben perfeccionarse los medios de arrastre, los terrestres como los marítimos, sino tambien los elementos todos del trasbordo, quiere decir, los muelles, andenes, aparatos de carga y de descarga, ramblas, etc. etc., que constituyen las necesarias condiciones de un Puerto.
Estaciones marítimas.	
Puertos.	

Consideraciones humanitarias y razones de lucro concurren pues en este punto á aumentar el interes que, aparte de otros motivos, ofrecen las cuestiones marítimas á que venimos aludiendo.

Pero si dignas son las últimas de toda nuestra atencion, doblemente merecedoras, las primeras

porque su fin es más elevado, más subido su costo, más trascendentales los desaciertos y porque los principios que las rigen, las disposiciones que las caracterizan son obligados preliminares de todo puerto.

Dejando pues lo que particularmente se relaciona con el trasbordo, concretaremos nuestro examen á las condiciones que afectan las Estaciones marítimas ó «fondeaderos» que definimos por zonas del Océano en las que hallan resguardo seguro las naves y la vida de sus tripulantes.

La experiencia ha demostrado que el oleaje del mar es el elemento que particularmente compromete tan interesantes objetos; á combatirlo por lo tanto, á destruirlo, ó cuando menos á aminorarlo con obras y procedimientos seguros, permanentes y económicos, debe dirigirse nuestra preferente atención, y á dicho resultado se dirige nuestro estudio.

Oleaje.
la elemental.
ndulaciones.
lacion.»
Para alcanzar tan importante objeto, debemos analizar la Ola en las variadas condiciones que reviste en su produccion sobre el litoral, empezando como lógico y procedente parece, por el estudio de la Ola elemental que denominamos «Ondulacion.»

xperimentos.
Dado un recipiente circular ó cuando menos simétrico lleno de agua, dejemos caer en su parte media un cuerpo cualquiera, y produciremos instantáneamente una ondulacion que en zonas circulares y perfectamente concéntricas correrá perdiendo sucesivamente su intensidad hasta el perímetro, de donde volverá por reflexion, y siguiendo un orden inverso, hasta su punto de partida.

Desprended á un tiempo dos cuerpos en vez de uno, en diferentes puntos de la superficie, y determinareis dos séries de ondulaciones que sin interrumpir su respectivo desarrollo, correrán cruzándose en la forma que llevamos dicho.

Colocad en estos diferentes casos, sobre la superficie líquida, uno ó más cuerpos flotantes y quedarán estos en un mismo punto estacionados, sin que las ondulaciones que alternativamente elevan y bajan su nivel los arrastren en su movimiento de progresion hácia el perimetro, ni modifiquen su respectiva posicion.

Fig. 1.

Disponed en la masa líquida dos diafragmas verticales dirigidos paralelamente y en posicion simétrica al eje ideal del movimiento; y la ondulacion correrá inalterable entre los mismos, hasta su límite sin que pierda parte alguna de su intensidad, como se advierte en la zona que anteriormente á dichos planos se estiende.

Fig. 2.

Dirigid dichos planos, no á un punto de convergencia sumamente distante, como en el caso anterior; pero á puntos sucesivamente más inmediatos, y en el espacio angular, mayor cada vez que resulte, observareis una intensidad sucesivamente menor hasta que llegan á formar dichos planos un ángulo de $180.^{\circ}$ que representa la intensidad mínima de la ondulacion.

Continuad este movimiento, y con la inversion del vértice y la forma de embudo, que es consiguiente, aumentará de punto la intensidad por la reflexion que sobre dichos planos se produce y por modificaciones moleculares diametralmente opuestas á las que advertimos en el anterior caso.

Consecuencias.

De estos experimentos, que facilmente podemos reproducir, se desprenden dos consecuencias que constituyen, digamos así, la piedra angular de la doctrina que procuraremos desenvolver, para la mejora de los puertos, y son á saber: $1.^{\circ}$ que en la ondulacion líquida es vibratorio el movimiento como en las ondulaciones atmosféricas y sonoras; $2.^{\circ}$ que por las condiciones físicas de la masa líquida, propende invariablemente aquella á hacerse extensiva, á toda la área sometida á su accion.

Aparte pues de otros arbitrios de un orden se-

cundario, que más adelante examinaremos, podemos siempre reducir á la medida de nuestras conveniencias la intensidad de una ondulación cualquiera, recibéndola en espacios fuertemente divergentes y sucesivos en cuya total área se extenderá en la forma y con las modificaciones que dejamos consignados.

La Ola.

La Ola es una inmensa ondulación que nacida y desarrollada en los extensísimos espacios del Océano, llega á los litorales, no en las elementales condiciones de la ondulación experimental que acabamos de considerar, pero complexa en muchos conceptos, como la causa que la ha producido y como las circunstancias en que se verifican su medio y sus últimas evoluciones.

Su causa.

El viento es el agente productor de la Ola á la que imprime su rumbo y una intensidad estrechamente relacionada con su velocidad y consiguiendo su presión.

todo de actuar.

Ha demostrado la experiencia, que cuando el meteoro atmosférico merece el concepto de brisa, viento fresco, muy fuerte, impetuoso y huracanado, su velocidad es de 5, 10, 15, 20 y 25 metros por cada segundo, y de 5, 10, 30, 55 y 175 kilogramos las presiones respectivas que por cada metro superficial infiere á los cuerpos sobre los que actúa perpendicularmente.

La causa de este fenómeno es de escaso interés á nuestro propósito; su duración es variable y de mucha extensión siempre el campo en que se produce.

En su direccion recorre todos los rumbos; pero en su rasante forma un ángulo constante de unos 18 grados sobre el horizonte.

Cuando actúa esta fuerza, podemos considerarla dividida en dos componentes: vertical la una representada por el seno del ángulo 18.º antes dicho; horizontal la otra representada por el coseno.

De la primera nace la ondulacion proporcionada á la intensidad de la fuerza; á la segunda obedecen las movedizas capas superficiales, que lentas en su movimiento, durante el primer período de la accion, cobran sucesivamente mayor energía é intensidad con el medro y creciente elevacion de aquella.

Pero actúa el meteoro, segun llevamos dicho, en zonas sumamente dilatadas, y de un modo permanente aunque ligeramente interrumpido; obrando por lo tanto á manera de la gravedad y como fuerza aceleratriz, por lo que no tardan los infinitos pliegues que en un principio arrugaban la superficie del Océano en cobrar elevacion y distancia á la par que adquiere una creciente velocidad una parte de la masa liquida, y llega la Ola en forma de imponentes rollos sobre los confines del mar, doblemente peligrosos por la intensidad de su vibracion y la velocidad de su movimiento.

Acontece que sobre el litoral ha cesado el viento, y en días encalmados llegan á la playa y sin aparente causa encrespadas olas nacidas y medradas en horizontes muy distantes de nuestra apreciacion.

Cambia de rumbo el meteoro y á una série de olas próximas al término de su carrera, sucede otra que avanza al encuentro de las corrientes debidas á una causa anterior y que lentas en sus cambios necesitan previamente estacionarse durante un tiempo más ó ménos largo.

En estos diferentes casos, la Ola no parte de

un punto céntrico, y sí de una zona sumamente extensa y distante; y de estas condiciones se desprende la forma rectilínea que afecta sin que implique esta circunstancia disonancia alguna con los resultados experimentales que hemos consignado, ni con los principios sentados cuya certeza y generalidad viene confirmando tan pronto como penetra la Ola en limitados espacios, en golfos, radas y senos á cuyo accidentado perimetro lleva como es sabido cuasi á un tiempo el saludo de sus espumosas ondas.

En nuestros experimentos, hemos procurado que la profundidad del recipiente sea igual en toda la área y perfectamente verticales, limpios y lisos sus paramentos; pero diferentes son los aparatos en que se producen los fenómenos naturales, y si hemos de llegar á resultados y á deducciones verdaderamente útiles y aplicables á los diferentes casos que diariamente reclaman los auxilios de la ciencia, no podemos prescindir de la realidad de los hechos ni de sus habituales circunstancias.

Último período
de la Ola.

Cuando la Ola, al término de su inmensa carrera, arriba á nuestras costas, halla en el talúd de estos un primer obstáculo cuya reaccion afecta desde luego su intensidad aumentándole en mayor ó menor grado segun el ángulo que forma y segun la naturaleza que le es propia; alcanzando por último ó bien ásperos é indomables arrecifes, ó el suave lecho de una tendida playa, ó algun seno profundo que le da acceso al interior de las tierras en cuyas abras viene confundiendo sus salobres en las con las aguas de los ríos. En estos tres casos consideremos el fenómeno que nos ocupa.

Litoral pétreo.

Los arrecifes y costas pétreas ofrecen en todas sus condiciones las evidentes señales de una lucha que por siglos debe contarse y de la que solo han librado su descarnado esqueleto: es áspera, á lo sumo su superficie, indefinibles sus formas, multiplicadas sus grietas y huecosidades y cuan-

do la Ola en ellos arroja su pesada mole, pronto desaparece ésta dividida y desgastada para reintegrarse por invisibles conductos al seno de donde tan airada se levantára.

El rozamiento que en el presente caso es muy considerable, porque es sumamente extensa la superficie recorrida por las partículas líquidas, es el agente conservador que libra el litoral de su total ruina; y del exceso del mal ha nacido su remedio.

Playa.

En otra forma concluye la Ola, cuando en su última etapa encuentra una playa que implica para nosotros el concepto de un extenso talúd arenoso, terminado en algunos casos por una faja de guijos ó cantos rodados.

Es invariable, por lo regular el plano que constituye la playa, porque es el resultado, la resultante, de encontradas fuerzas que alcanzaron hace siglos condiciones de equilibrio y que no deben ni pueden impunemente perturbarse.

El ángulo que forma su talúd es forzosamente pequeño; porque cediendo las arenas á una corriente que exceda de 30 centímetros por segundo, y siendo de 9,^m8 la que afecta un cuerpo sometido á la gravedad durante el mismo tiempo no consiente la perfecta estabilidad de nuestra hipótesis un ángulo que pase notablemente de 4 grados.

Se acerca á la playa una série de olas y á la par que aumenta su intensidad por la creciente reaccion del fondo, se acorta la distancia que las separa por la influencia de la fuerza retardatriz que representa el rozamiento; y en pocos momentos se crea una série de pavorosos abismos de una incalculable pujanza.

En este periodo, se acerca por segundos la crisis que ha de poner fin á la existencia de la Ola, porque afectando el rozamiento con diferente energía las sucesivas zonas líquidas, han cesado por completo en su progresion las inferiores, cuando avanzan todavía las mas superficiales y se deter-

mina la rompiente que envolviendo entre las moléculas líquidas un considerable volúmen de aire modifica profundamente sus condiciones físicas y hace más llevaderos sus últimos rebotes que siguen subiendo más lentamente el talúd de la playa hasta el desgaste completo de su fuerza viva.

Ahora como en el caso que hemos visto anteriormente, del exceso del mal ha brotado el más eficaz antídoto: contra los golpes más contundentes ha interpuesto la Naturaleza el incomparable muelle de un fluido eminentemente compresible que desafía las mas estudiadas combinaciones de nuestra maquinaria.

Pero no han cesado todavía ni las últimas evoluciones de la Ola, ni los medios defensivos de la Naturaleza: las resacas que despide la rompiente alcanzan alguna vez una considerable altura y serian á menudo causa de grandes desastres, máxime en las playas de corta extension, sin la cintura de guijos y cantos rodados que al violento choque de aquella interpone su movediza masa que absorbe y destruye por completo su fuerza motriz.

Consideremos la Ola en sus condiciones más favorecidas, ó sea cuando á beneficio de felices disposiciones orográficas, á redoso de un cabo, de un arrecife muy corrido mar adentro, puede penetrar en un seno más ó menos profundo, en virtud de esa propiedad expansiva que la hemos reconocido en nuestros experimentos y observaciones.

En este caso, si las condiciones del suelo permiten el fondeo, tendremos un «tenedero» en el que los buques podrán aguardar felices coyunturas atmosféricas, máxime si el talúd de la playa es muy tendido y si arma poco la mar por el mucho braceage ó profundidad del agua.

Pero aparte la contingencia de que cambie de rumbo el temporal y de que cese el resguardo natural que hemos supuesto, la Ola que por un con-

cepto ha perdido parte de su intensidad podrá, por las causas de que hicimos mérito, cobrar una energía tal que comprometa la seguridad de la nave y de sus tripulantes.

Necesitamos por lo tanto completar con nuestras obras las felices disposiciones que con avara mano nos ha dispensado la Naturaleza creando un nuevo resguardo artificial y á su redoso una área que á una extension razonable reúna la divergente forma que hemos reconocido como precisa condicion para el aminoramiento de la Ola.

Tan importante resultado lo proporcionarán con seguridad escavaciones artificiales ó la desembocadura de un rio; y tanto en un caso como en otro son relativamente llevaderos los gastos si se prescinde por completo de las condiciones y perfeccion arquitectónica que á porfia parecen ostentar muchas obras contemporáneas.

La razon y demostracion de nuestro aserto es fácil de producir y aparece desde luego si se atiende á que el suelo de las playas y de las abras fluviales es generalmente de aluvion y muy ahondable.

Consecuencias.

Crear un buen fondeadero donde existe un regular tenedero natural, es por lo tanto fácil en el mayor número de los casos; crear un puerto donde existe un buen fondeadero, es no solo fácil pero de pequeño gasto, y de breve ejecucion si rebeldes á las prácticas que la experiencia no ha acreditado, prestamos una re"exiva atencion á los imperecederos modelos de la Naturaleza, y ciframos nuestro orgullo no en combatir y contrariar sus elocuentes avisos pero en seguirlos hasta donde nos permitan nuestros medios y alcances.

Resumen.

Las leyes de la física, los resultados de la experimentación, la observación de los fenómenos naturales demuestran á porfía y de consuno que para contrarestar la Ola, en sus varias manifestaciones, en el choque que inflige á los cuerpos, como en las resacas que despiden, existen vários y seguros medios que con referencia á los tratados científicos y á los precedentes párrafos reasumiremos del modo siguiente:

1.º La divergencia del perímetro que constituye la zona resguardada, ó sea la extensión latitudinal de esta y la notable expansión que debe permitir á las olas que en la misma penetran por el boquete ó entrada del puerto.

2.º El rozamiento de las moléculas líquidas sobre la superficie de los diferentes elementos que constituyen el perímetro, de cuyas obras tenemos excelentes tipos en los arrecifes de nuestras costas y abras con sus incrustaciones, algas, y formas caprichosamente cortadas.

3.º La interposicion de fluido atmosférico á beneficio de canales, huecos y concavidades en nuestras obras; revestimientos de fajinas ú otros cuerpos porosos; creacion de restingas artificiales, etc., etc.

4.º La interposicion de masas movedizas, bloques, cantos y guijos, en ciertos y determinados puntos, con el espesor y extension convenientes.

Corolarios.

Las disposiciones que dejamos preceptuadas pueden plantearse siempre en parte ó en totalidad, y la práctica con los nuevos elementos adquiridos á la industria, no puede ofrecer en adelante, las pesadas contingencias que tanto han afectado los presupuestos de las obras análogas construidas anteriormente, en las que las condiciones arquitectónicas parecen haber sido con preferencia atendidas.

La fabricacion de los silicatos alcalinos; los variados cementos que tanto abundan en algunos

litorales de la Península; el conocimiento de su manipulacion prestan toda facilidad á la produccion de masas pétreas que por su tenacidad y caprichosas formas pueden sustituir los arrecifes naturales y resuelven en todos sus extremos el difícil problema de las construcciones marítimas.

Con tan preciosos elementos, ha desaparecido la dificultad y crecidísimo costo de las cimentaciones submarinas; deben olvidarse esos murallones concertados y lucidamente paramentados y las perecederas estacadas que sostienen los andenes y servicios de sirga ó de socorro sustituyéndose reciprocamente con bloques artificiales estudiadamente ahuecados é irregulares y con columnas vaciadas indestructibles á la par que económicas.

No proseguiremos nuestra excursion por el ancho campo que se abre á nuestra consideracion y terminaremos, en obsequio de la brevedad, esta desaliñada discusion por algunos corolarios que naturalmente se desprenden de las inducciones que preceden.

Un puerto de conoidea forma, es, á todas luces, la antítesis de los principios que dejamos demostrados y no puede proponerse como no sea en concepto de carrero que ha de salir al mar en una zona resguardada de las gruesas olas.

Es impropcedente un murallon convexo que cubriendo todo el frente de un puerto establece la entrada en direccion inversa al rumbo de la Ola, porque á las péximas condiciones de navegabilidad que por reflexion establece no ofrece compensacion de ningun género.

Es impropcedente el reboque de los paredones y á fortiori lo serán los paredones de costa ó los que con frecuencia se establecen para la carga y descarga en direccion paralela ú oblicua al oleage.

El régimen de las playas no debe alterarse sin un exámen muy detenido y sin dotarlas de una

compensacion en harmonía con la extension de la área cercenada.

Las masas incompresibles y de escasa superficie actúan sobre las olas por reflexion, repercusion ú rebote; y es de la mayor importancia tener presente esta circunstancia, para no incurrir en disposiciones erróneas y en costosos desaciertos.

Avilés y Junio de 1867.
