

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

EL PUERTO DE BARCELONA ⁽¹⁾

Reseña histórica y datos relativos á dos de sus obras más importantes.

Conferencias dadas en el Instituto de Ingenieros Civiles

POR

DON JOSÉ AYXELÁ

Ingeniero Subdirector de las obras.

SERVICIOS PRESTADOS POR EL DIQUE FLOTANTE Y DEPONENTE DESDE QUE SE CREÓ ESTA INSTALACIÓN DE CARENADO.—Desde principios del mes de Febrero de 1903, fecha en que, según dijimos en páginas anteriores, se destinó al servicio público el dique flotante después del éxito satisfactorio obtenido en las pruebas que se realizaron, hasta la actualidad, ha venido prestando la instalación de carenado planteada en el puerto de Barcelona con aquel aparato, señalados servicios al Comercio y á la Navegación. En dicha instalación han limpiado fondos ó han efectuado reparaciones buques y aparatos flotantes muy diversos; han pasado por ella barcos provistos de *falsas quillas* ó *quillas de balance*, con ruedas ó tambores; han subido en dique buques de hierro y de madera, de vapor y de vela, de guerra y mercantes de grande y pequeño tonelaje, combinando el servicio para estos últimos y para las lanchas y gabarras con la otra también notable instalación de carenado que la Junta posee en el fondo del puerto, compuesta de un varadero con dos carros, motores y vías respectivas; asimismo se han levantado con el dique dragas de todos sistemas, remolcadores, grúas, titanés, cabrias, gánguiles, grandes cajones bloques y aparatos flotantes de todo género, quedando demostrada, una vez más, la variabilidad de servicios á que se presta dicha instalación.

Adjunto acompañamos un sencillo estado, indicando por años, desde el 1903 hasta el pasado, el número de buques y otros flotantes que han entrado en dique, su tonelaje total y

las cantidades obtenidas en los productos brutos de la explotación.

AÑOS	Número de buques.	Peso total en toneladas.	Cantidades obtenidas. — Pesetas.
1903.....	53	43.551	57.745
1904.....	57	59.375	105.098
1905.....	58	57.408	58.649
1906.....	75	69.432	82.644
1907.....	81	109.799	109.475
1908.....	82	100.405	137.798
1909.....	105	138.546	156.619
1910.....	142	145.129	138.806
1911.....	158	188.255	160.938
1912.....	154	208.894	172.409
1913.....	166	217.470	183.138
1914.....	176	226.085	216.090
TOTAL.....	1.307		

Del mismo se desprende que el número total de embarcaciones que han utilizado el aparato en el referido plazo de doce años es de 1.307, sin contar los buques y aparatos flotantes muy variados que posee la Junta para las obras y el comercio, que pueden evaluarse en cuatro ó cinco por año, cuando menos, los que suben en dique, y que no se incluyen en el registro de entradas correspondiente, así como los 93 grandes cajones contruidos en los careneros para la prolongación del rompeolas de Levante, de los que se colocaron 91, y que debían levantarse y ponerse á flote con el dique en virtud de lo estipulado en las condiciones del contrato; de suerte que el número total verdadero de buques y aparatos flotantes asciende á más de 1.460, cifra por todos conceptos respetable, tanto más cuanto que muchos de aquéllos han sido llevados á careneros, no habiendo ocurrido en todas las operaciones practicadas y con elementos de índole tan diversa más que un ligero incidente en los primeros meses, y en un buque provisto de quillas de balance, que no tuvo importancia ni produjo avería alguna en el

(1) Véase el número 2079;

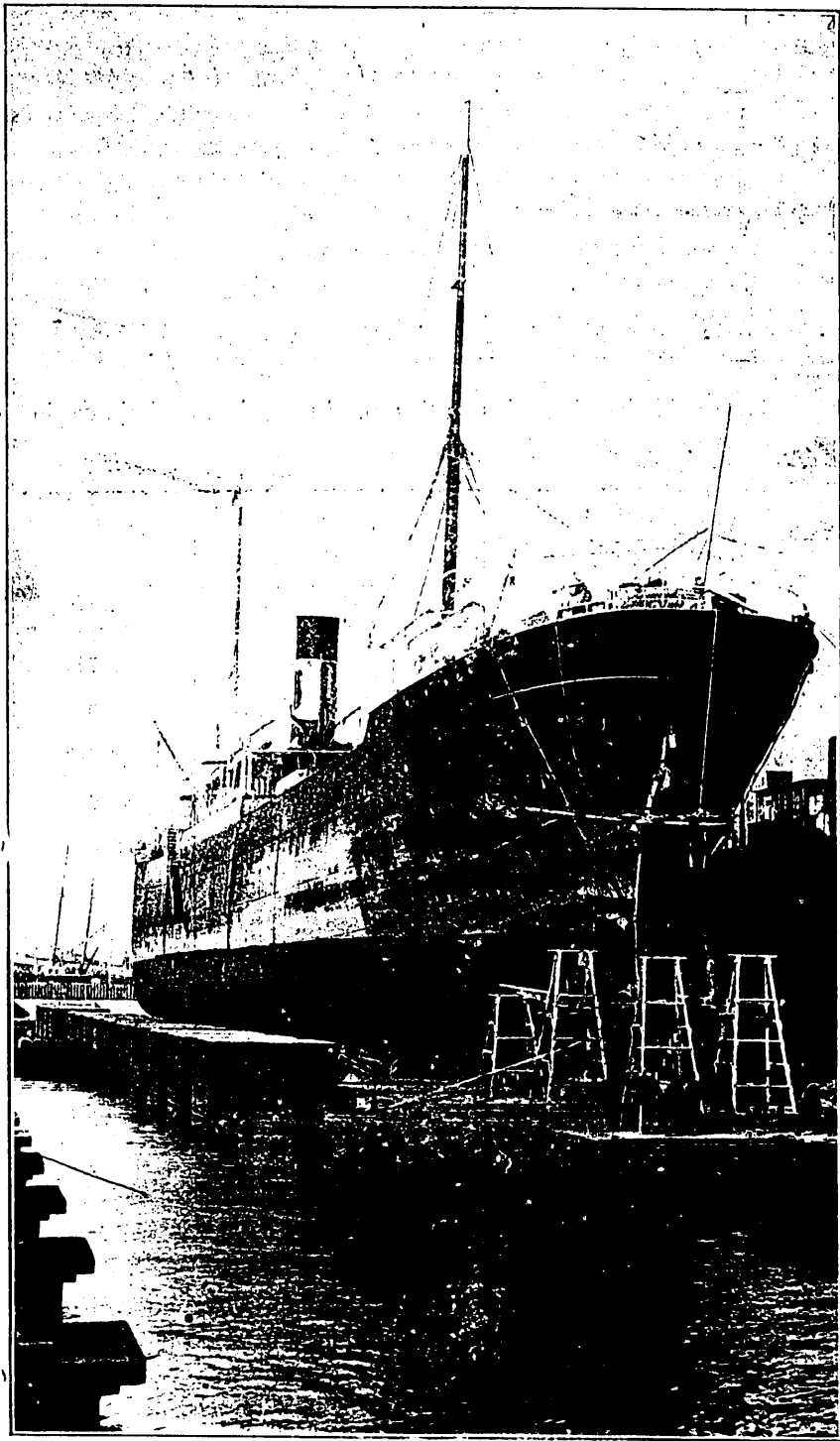
dique ni en la embarcación, citándola solamente para ajustarnos por completo á la verdad.

También se deduce del examen del cuadro que de año en año ha ido aumentando el número de buques y los productos obtenidos en la explotación, creyendo fundadamente que no sólo continuará así en lo sucesivo, sino en proporción mayor

encargado del manejo de un aparato completamente nuevo en España. Entre las embarcaciones se contaron diversos vapores de crecido porte, varias dragas, barcazas, gánguiles, y hasta tres barcos de guerra, de los que uno de ellos, el crucero *Río de la Plata*, provisto de dobles reductos, ofrecía no pocas dificultades para su emersión por sus condiciones especiales y la desigual distribución de las cargas; no obstante, desde el primer día, tanto los consignatarios como los Capitanes de los buques, mostraron todos su satisfacción por lo fácil, rápido y seguro de las operaciones, por el corto tiempo de permanencia en dique y por la amplitud de espacio disponible para los trabajos.

En el año siguiente fué de 57 el número de embarcaciones que utilizaron el aparato y de ellas 27 se trasladaron á careneros; y hubiera sido sin duda mucho mayor á no haber mediado dos circunstancias; relativa la primera, á la disminución de tráfico que se observó en el puerto en los primeros meses del año y últimos del anterior por la pérdida de las Colonias, que tan hondo quebranto produjo en el comercio de la Nación y muy principalmente en el movimiento marítimo de Barcelona; la segunda se refiere, á que en parte de los meses de Abril, Noviembre y Diciembre, se paralizó el trabajo, primero en la sección independiente y luego en las otras dos, para llevar á cabo en ellas las operaciones de picado, rascado y cementación ó pintado de sus compartimientos interiores, que eran sumamente necesarias después de los años que las secciones permanecieron inactivas durante el montaje de los mecanismos. De todos modos, durante los diez meses que resultaron de trabajo efectivo, no se produjo el más leve incidente desfavorable, efectuándose las operaciones con igual precisión y rapidez, y mayor seguridad que en el año anterior, por la práctica adquirida en el personal y las modificaciones de detalle introducidas en el funcionamiento del aparato. Entre los buques emergidos, los hubo también de diversas clases y tipos, pero se advirtió la concurrencia de varios transatlánticos de elevado porte de las principales Compañías navieras españolas y alguno extranjero, que exigieron las tres secciones del dique, consolidando la reputación de éste por la perfección y brevedad de las maniobras que realizaron, hasta el punto que un buque de la importancia y porte del *Pío IX* de 110 metros de eslora y más de 4.000 toneladas de peso, se levantó, limpió, pintó y puso á flote en el brevísimo tiempo de once horas, estableciendo un verdadero *record* en los servicios de esta índole. Es de notar asimismo que casi la mitad de las embarcaciones que entraron en dique, se trasladaron á careneros, y entre ellas las hubo de gran tonelaje como el *Miguel Gallart* y el *J. Jover Serra* que estuvieron veintiuno y diecinueve días, respectivamente, á causa de unas reparaciones que tuvieron que efectuar.

En 1905, si bien el dique funcionó con la misma perfección, no pudieron desarrollarse las operaciones con tanta actividad, porque á causa de la construcción de la puerta de entrada entorpecieron algo estos trabajos la explotación de aquel aparato, sobre todo durante los meses de Marzo, Abril y Mayo, en que, no teniendo seguridad del día para poder utilizarlo, los armadores renunciaban á ello. De todos modos, fueron 58 el número de embarcaciones levantadas y de ellas en 23 se efectuaron reparaciones, mereciendo citarse entre los buques que entraron, al vapor inglés *Franklin*, grandioso transatlántico de 122 metros de eslora y de 9 á 10.000 toneladas de despla-



GRAN TRANSATLÁNTICO SOBRE EL DIQUE FLOTANTE Y DEPONENTE

cuando se haya realizado la ampliación del dique de que hablaremos más adelante.

Analicemos ahora, aunque sea muy á la ligera, los servicios prestados en cada anualidad y las circunstancias que en ellos han concurrido.

En el primer año vemos que el número de buques y flotantes diversos que utilizaron el dique fué ya de 53, á pesar de que poco después de comenzar la explotación tuvieron que introducirse algunas pequeñas modificaciones para que el dique fuese utilizable para embarcaciones de todos tamaños, y de que, naturalmente, había un poco de falta de práctica en el personal

zamiento á plena carga. En el estado antes transcrito llama la atención, en este año, un notable descenso en la recaudación obtenida á pesar de ser casi igual el tonelaje total de los buques y todavía mayor el número de éstos; tal disminución en los rendimientos fué debido á que en el ejercicio anterior se introdujeron rebajas en las tarifas, encaminadas á plantear la competencia económica con otras instalaciones de carenado y para dar facilidades para la estancia en careneros, favoreciendo así el servicio de desguace.

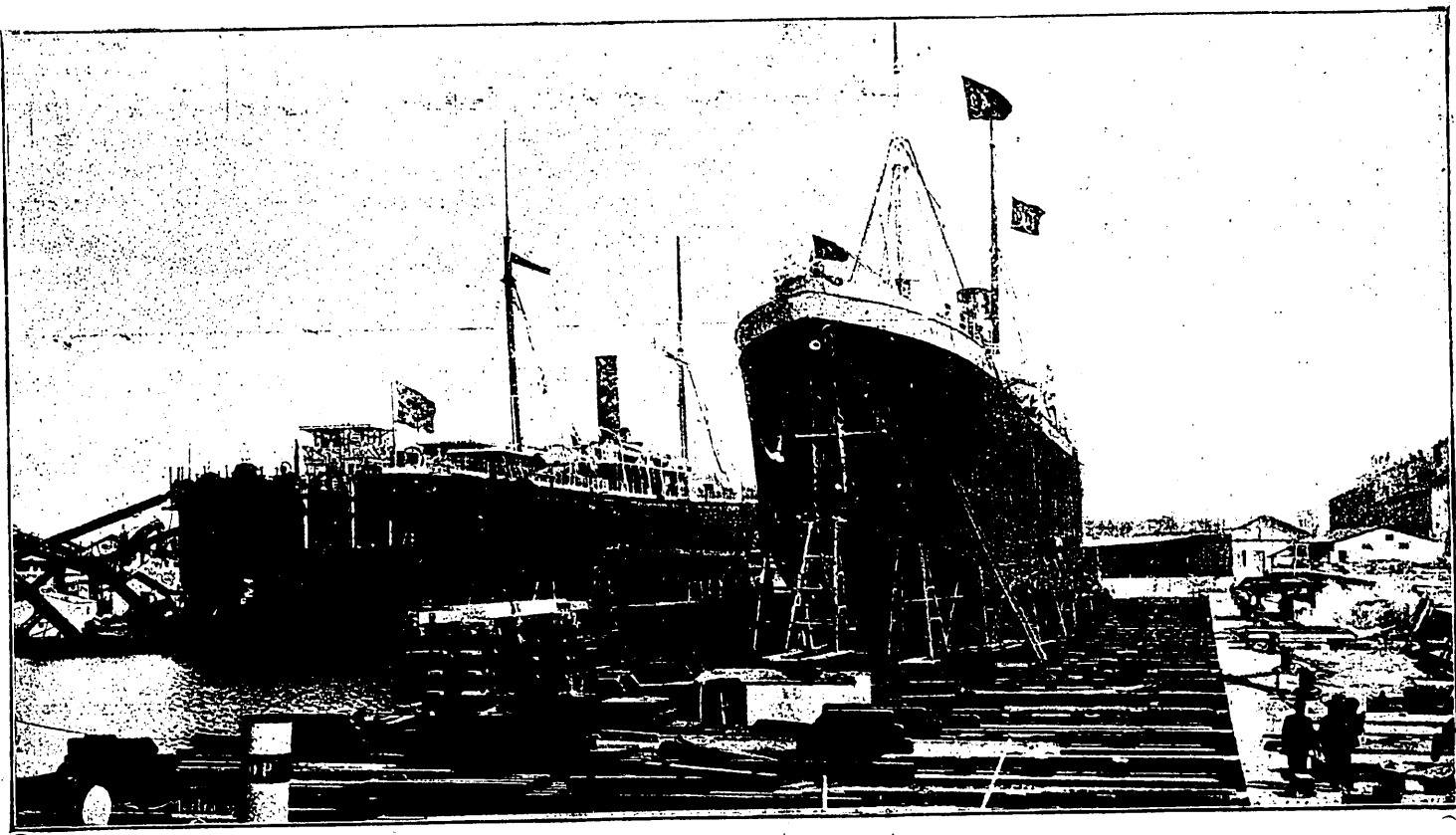
Durante el año 1906, continuó prestando el dique excelentes servicios en la limpia y reparación de los buques, siendo las operaciones en número bastante más crecido que en el anterior, pues fueron ya 73 las embarcaciones emergidas, y hubieran sido muchas más, á no ser las frecuentes é inevitables interrupciones que también se ocasionaron en la explotación por las obras de construcción de los estribos de apoyo de

biendo mencionar al *Valbanera*, al *Delphina* y al *Barcelona*, con 5.000, 5.300 y 5.450 toneladas de desplazamiento.

En el curso de estos últimos años ha habido meses en que el servicio del dique apenas si se ha interrumpido un solo día, trabajando por lo general con las dos secciones unidas para los buques de tonelaje corriente, y la sección independiente para los pequeños, hasta el límite asignado para que entren en la otra instalación del varadero.

Merced á que con las instrucciones de la dirección facultativa, secundada con acierto por el encargado de las maniobras del aparato, se ha conseguido formar un conjunto de obreros avezados ya al manejo de todos los mecanismos que integran el sistema, se han sucedido días de una gran actividad en los trabajos dentro de la instalación de carenado.

Es ya norma corriente que muchos de los barcos, aun los de gran tonelaje, que requieren el empleo de las tres secciones,



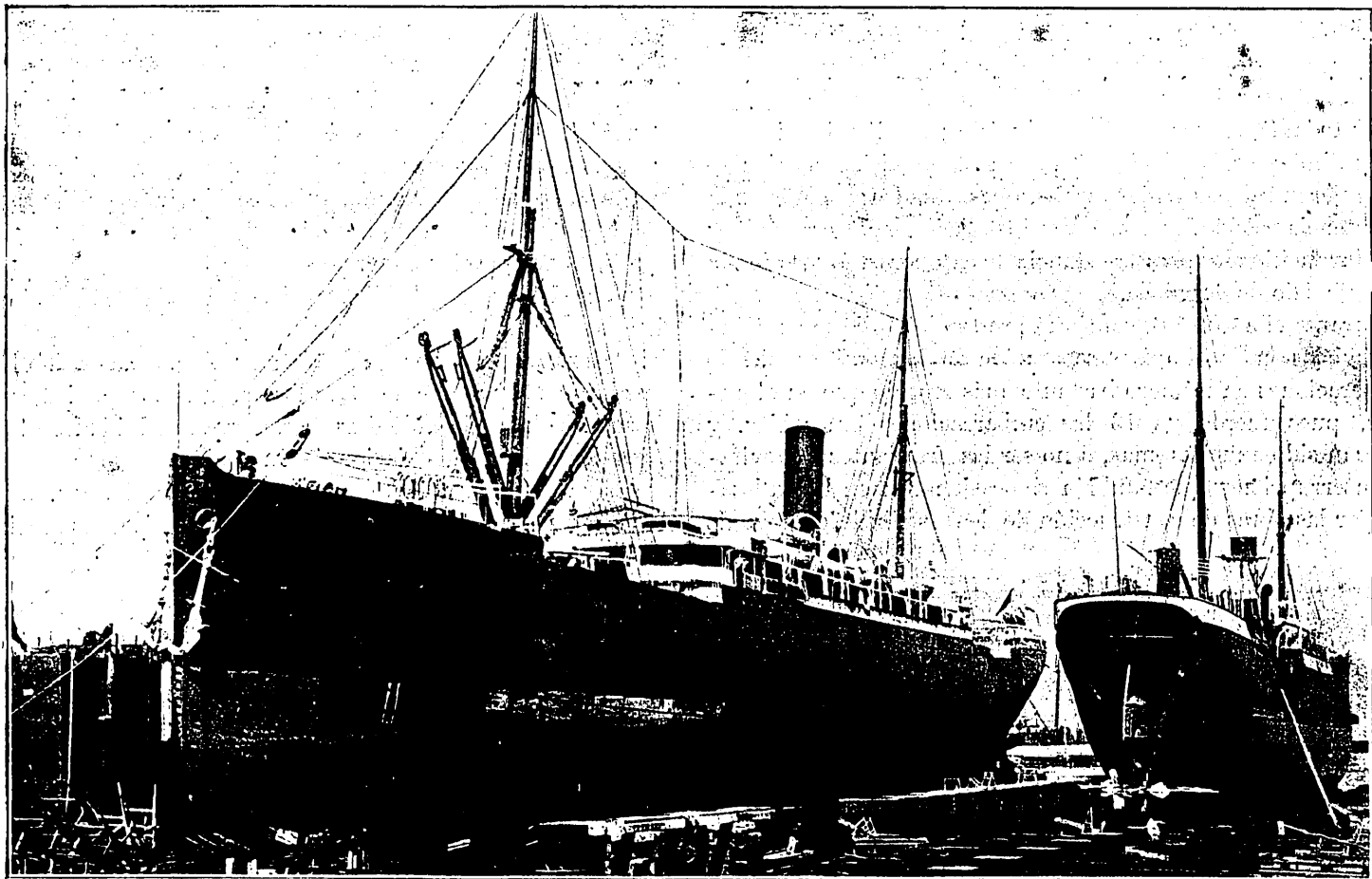
INSTALACIÓN DE CARENADO, CON UN BUQUE SOBRE EL DIQUE FLOTANTE Y OTRO EN CARENEROS

la puerta metálica y por el cierre provisional de la otra boca de entrada, que representaron en conjunto más de dos meses de forzado paro. Entre los buques que utilizaron el dique, los hubo de toda clase y tonelaje, si bien dominaron los de porte medio y reducido que son los que producen menos beneficio; por esto, se nota en el estado una ligera desproporción entre el número de barcos y el total de las cantidades obtenidas.

Desde el año 1907 hasta el presente, salvo pequeñas anomalías, el servicio del dique y los rendimientos han continuado desarrollándose en creciente escala por la confianza y favor que le dispensa el público, sin que aquél haya sufrido otras interrupciones que las absolutamente precisas para el recorrido, limpia y pintado de las diferentes secciones, trabajos que se han llevado á cabo en las épocas más convenientes. Durante todo este tiempo, ha seguido la variabilidad de clases, dimensiones y tonelaje de las embarcaciones entradas, lo que ha demostrado una vez más la adaptación y eficacia del sistema para cualquier modelo de buques y aparatos flotantes. Entre aquéllos los ha habido de gran eslora y crecido tonelaje, de-

entren por la mañana, se efectúe en ellos la limpia, el rascado y la pintura con las dos capas, y se pongan á flote por la tarde, saliendo de la dársena. Es también cosa normal subir un buque, y si necesita ir á careneros realizar el traslado durante la misma mañana. Muchas han sido las ocasiones de intensidad en el servicio, en que por la mañana se ha subido un buque con las dos secciones unidas y por la tarde se ha bajado otro con la tercera; que á primera hora se ha subido un barco con las dos secciones, luego se ha bajado otro que estaba en la tercera, se ha hecho en ésta una nueva cuna y se ha vuelto á subir otro buque pequeño por la tarde; lográndose hasta en días de máxima actividad hacer las siguientes operaciones: bajar á primera hora un buque que estaba sobre las dos secciones, hacer la cuna en éstas para recoger otra embarcación de careneros y ponerla á flote aquella misma mañana; luego, por la tarde, bajar un buque con la tercera sección, hacer también en ella nueva cuna y subir otro de pequeño porte.

Como podéis apreciar, muchas son las combinaciones á que se presta la instalación de carenado con tan útil é ingenioso ar-

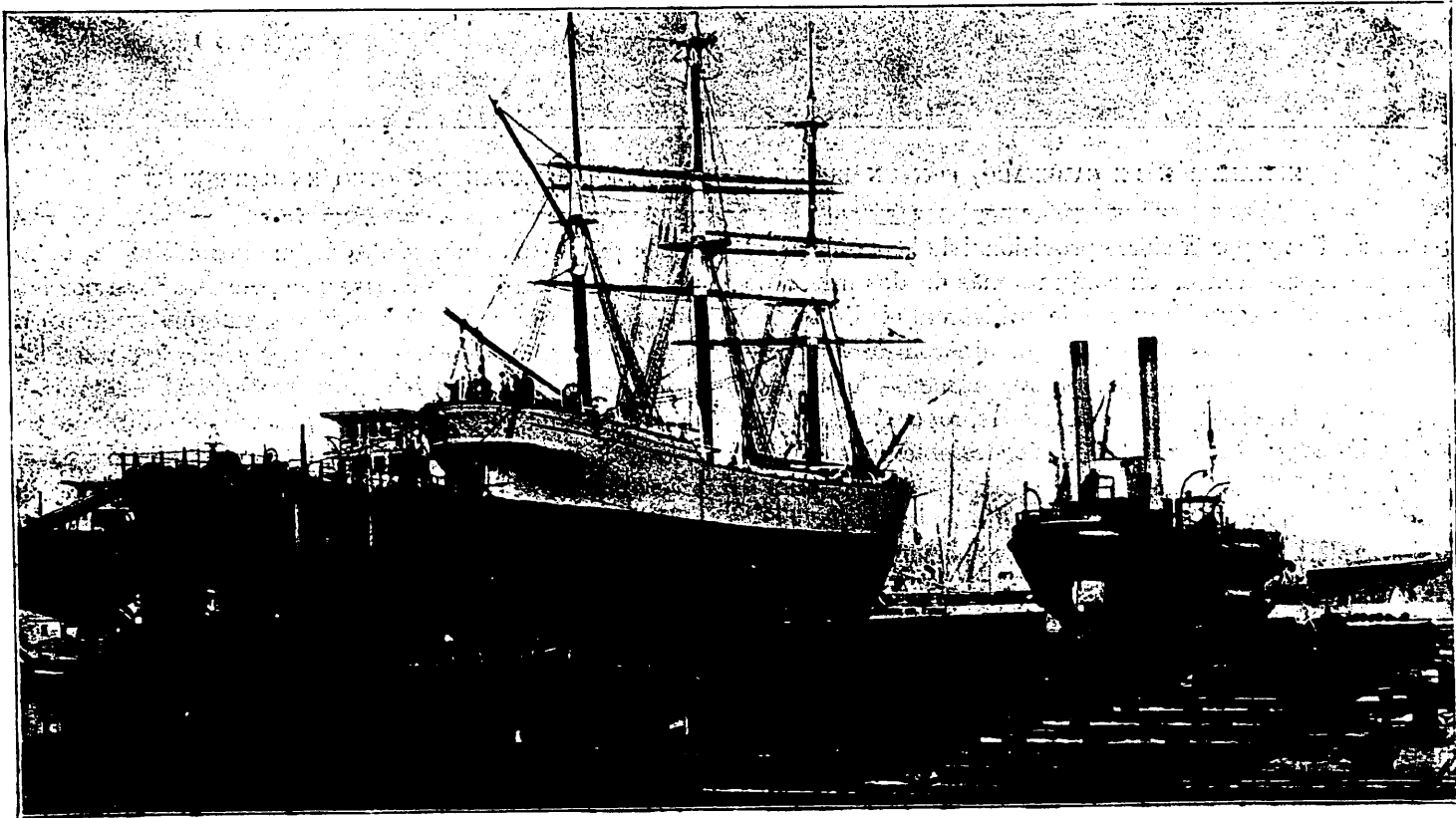


CARENA DE DOS GRANDES TRANSATLÁNTICOS, UNO SOBRE EL DIQUE Y EL OTRO EN CARENEROS

telacto; varias han sido las ocasiones en estos últimos años, y de ellas os darán idea las fotografías obtenidas, en que puestas sobre las secciones del dique y depositadas en careneros, ha habido cinco y seis embarcaciones, algunas de ellas de elevado tonelaje, eso sin contar con que en el carenero de Poniente han estado ocupados hasta la actualidad doce de sus dientes para la

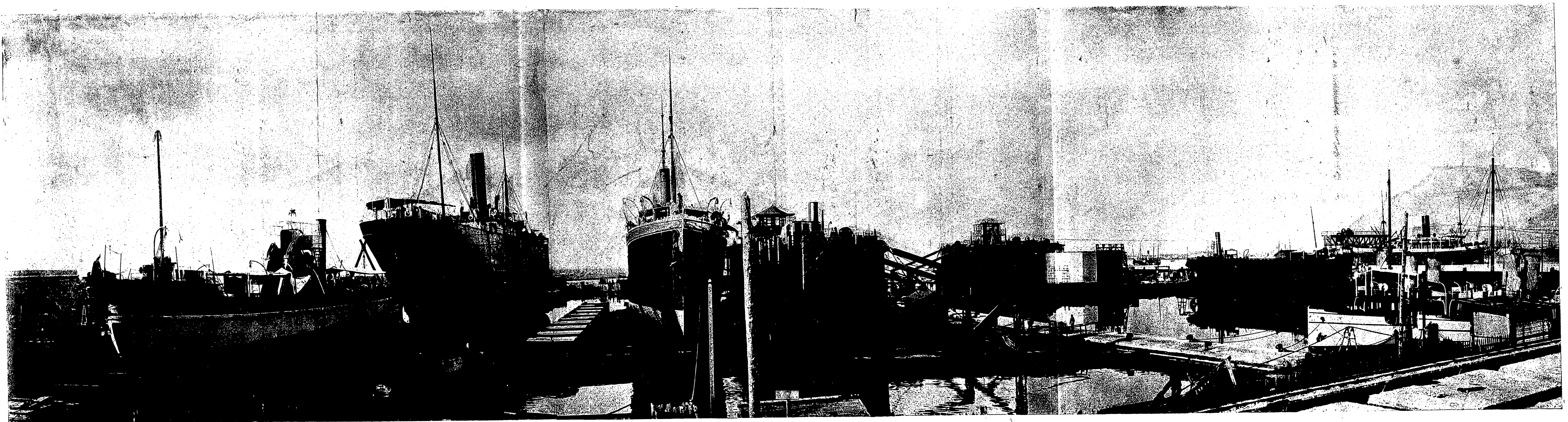
construcción y botadura de los grandes cajones destinados al basamento del espaldón del rompeolas de Levante.

También es digna de particular mención la circunstancia de que en el ya largo plazo de funcionamiento del dique y a pesar del crecido número de buques y de su extremada variedad, absolutamente ningún armador ni capitán haya formula-



INSTALACIÓN DE CARENADO—UNA CORBETA EN DIQUE Y UNA DRAGA EN CARENEROS

INSTALACIÓN DE CARENADO



DÁRSENA PARA EL SERVICIO DEL DIQUE FLOTANTE Y DEPONENTE

do la menor queja por averías causadas en los cascos de sus barcos.

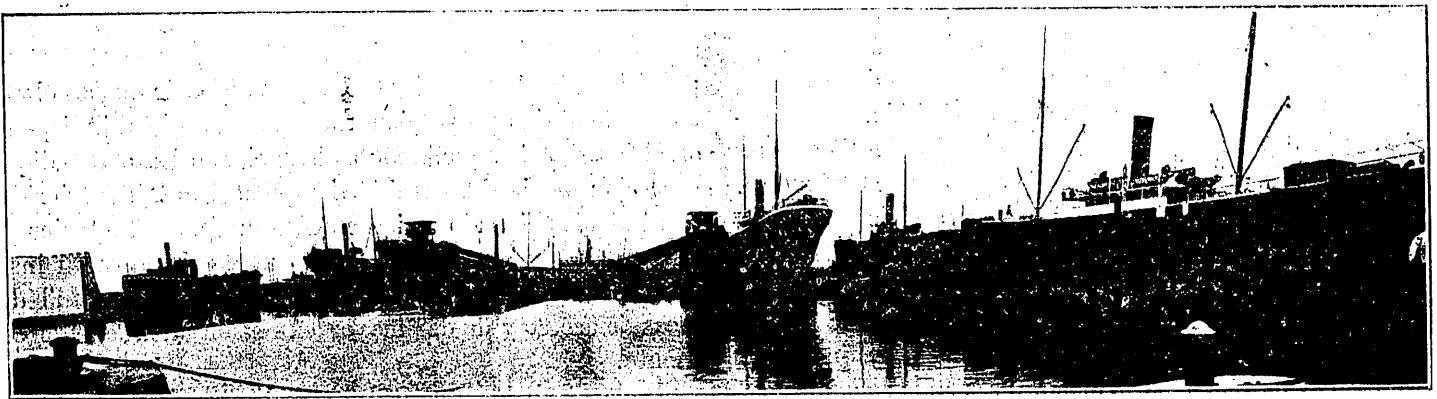
AMPLIACIÓN QUE SE REALIZA EN LA ACTUALIDAD.—ADITAMENTO DE UNA CUARTA SECCIÓN.—A fin de satisfacer con toda holgura las necesidades del carenado en el puerto, habida cuenta de las dimensiones y tonelaje de los buques que lo frecuentan y pueden frecuentarlo en un período de algunos años, la Junta de Obras, á propuesta de la Dirección facultativa, acordó, hace ya algún tiempo, la ampliación de la fuerza emergiva del dique flotante y deponente, mediante el aditamento de una cuarta sección, ya prevista en las bases primitivas para el establecimiento de aquel aparato, análoga á las otras tres existentes.

Una vez adicionado este nuevo elemento, las características

Como resultado del estudio llevado á cabo sobre la explotación del dique, tal como está actualmente constituido, y teniendo muy en cuenta las necesidades que la experiencia ha demostrado debe satisfacer tan importante elemento de carenado, obteniendo la mayor capacidad de trabajo posible, dado el número y dimensiones de los buques que con mayor frecuencia lo utilizan, se ha adoptado, en definitiva, la disposición que á continuación se reseña y justifica.

Consiste ésta, en construir la nueva sección, de manera que pueda trabajar como independiente, y unirse de una manera rápida á la actual sección tercera, libre, conservando intactas las condiciones de trabajo y situación de las tres existentes.

Las ventajas de esta solución pueden fácilmente apreciarse por las consideraciones siguientes:



INSTALACIÓN DE CARENADO

del dique completo, ó sea, funcionando las cuatro secciones juntas, serán las siguientes:

Longitud total.....	151	metros.
Manga interior.....	19	—
Puntal máximo ó calado medio á recibir.....	5,80 metros — 19 pies	
Potencia efectiva de emersión.....	8.000 toneladas.	
Potencia práctica, con cierta reserva de agua en las pontonas.....	7.600	—

Pero teniendo presente que la experiencia nos ha demostrado la posibilidad de emerger buques que rebasen de 5 á 10 metros por parte, la longitud de las secciones sin que se perjudiquen sus armazones metálicas, el dique completo podrá admitir, sin el menor inconveniente, los grandes *paquebots* de 160 á 170 metros de eslora, siempre que su peso propio ó desplazamiento sin carga no exceda de 7.600 toneladas, y que sus mangas y calados no rebasen los límites antes consignados; en cuyo caso se encuentran todos los buques de las distintas matriculas españolas y los extranjeros de las Compañías de Navegación que hoy frecuentan el puerto, exceptuando el vapor *Alfonso XII*, de la Transatlántica, cuyo calado medio en vacío es algo superior al límite fijado (hoja núm. 9 de los planos).

Por lo mismo que esta nueva sección difiere muy poco de las anteriores, no entraremos á describirla; únicamente haremos mención del sitio de trabajo que se le destina, reseñando luego someramente la junta rápida rígida que ha de enlazar esta cuarta sección con la tercera, algunas reformas como el achaflanado de las cajas de aire, y otras pequeñas modificaciones y mejoras, que se generalizan á todas las secciones, y cuya conveniencia nos ha sugerido la práctica adquirida en el manejo del aparato, durante los años que viene ya prestando tan útiles servicios.

El disponer de una nueva sección independiente, aumenta la capacidad de trabajo en el caso en que se presenten numerosos barcos de pequeñas dimensiones, puesto que tendremos libres la tercera y cuarta sección y el grupo de las dos primeras; la unión de aquéllas, permite habilitar un par de grupos de dos secciones y admitir simultáneamente dos buques de las dimensiones para las cuales se utiliza la actual sección doble, que son los que con más frecuencia entran á carenar, duplicándose así la capacidad del trabajo; el enlace de la actual sección libre con el grupo de las dos primeras, efectuada en la misma forma que ha venido haciéndose hasta ahora, permite, como en la actualidad, la emersión de los buques para los cuales fué proyectado el dique, quedando disponible la cuarta para embarcaciones de menor porte, y finalmente, con la unión de los dos grupos de dos secciones, en la cual la de que tratamos ocupa una posición extrema, se consigue el aumento de potencia ascensional y la admisión de mayores buques perseguido con la adición de dicha cuarta unidad de carenado.

La junta rápida rígida se hallará establecida por mitad en los extremos correspondientes de la tercera y cuarta sección; será susceptible de montarse y desmontarse en brevísimo tiempo, pero conservando á la vez la rigidez é invariabilidad completa del enlace, con objeto de obviar los inconvenientes de las juntas demasiado flexibles colocadas cerca de la extremidad del sistema. Su disposición es muy sencilla y robusta, consistiendo en dos cajas estancas de palastro, situadas una á la altura de la cubierta y otra al nivel normal de flotación, provistas de unos gorriones de enlace que en planta presentan la forma de dientes, encajando los dos salientes de una sección en los dos huecos de la otra; en el saliente central, también estanco, se hallan dispuestos dos tornillos que sólo pueden realizar un movimiento de giro, á los cuales van enchufados dos recios manguitos que á manera de pasadores ó cerrojos efectúan la unión entre los gorriones de los dos enlaces. Dispuestos así estos elementos por

medio de unos volantes horizontales situados en la cubierta del dique, unidos á unos vástagos que engranan con los citados tornillos, se hará girar á estos últimos, con cuyo movimiento se conseguirá el de traslación de los manguitos, que al introducirse en los gorriones llevarán á cabo la unión perfecta y rígida de las dos secciones; además, para facilitar esta unión, y análogamente á lo que existe en la junta rápida flexible, al tercio de la altura del gran costado y alternativamente orientadas en sentidos opuestos, se establecerán unas consolas de fundición; todos estos elementos se han calculado y comprobado de manera que la resistencia de esta unión rápida y rígida no sea menor que la de una sección vertical cualquiera del gran costado.

Teniendo muy presente que los barcos de mayor tonelaje que suban al dique cuando las cuatro secciones se hallen acopladas pueden llegar á tener una manga de 19 metros, y deseando ampliar la cabida interior del dique para esa anchura, que, por otra, parte, marca también el límite máximo de las mangas que pueden tener fácil acceso á la dársena de carenado, cuyas bocas definitivas no exceden, como es sabido, de 20 metros de amplitud, es preciso achafanar las cajas de aire de las pontonas para permitir el paso de los pantoques de los buques. Dicho achafanado se hará en todas las secciones desde el centro de la cara superior de las cajas citadas hasta una profundidad de 0,563 metros á partir de la misma, no alterando esta modificación sensiblemente las condiciones de equilibrio en las líneas de flotación comprendidas en aquella cota, y quedando intactas á partir de ésta y hacia abajo, ó sea en la zona más peligrosa, las primitivas condiciones de estabilidad, por no haber experimentado cambio alguno las áreas de flotación comprendidas en esta última zona.

Otra modificación y mejora, aunque de escasa monta, se introduce en las cuatro secciones al hacer la ampliación; ello consiste en proveer á las bocas de admisión ó evacuación del agua de unos cierres accidentales portátiles, constituidos por una compuerta de palastro que se sujetará á un marco fijo á dichas bocas, situadas en la pared longitudinal del gran costado, mediante fuertes puentes de acero forjado que reaccionan contra los bordes del angular del referido marco, después de haber interpuesto entre éste y la compuerta una tira de caucho para asegurar la impermeabilidad; dichas compuertas tienen en su parte superior un pequeño grillete para una cadena de suspensión á fin de que el buzo no tenga que soportar peso alguno, y además llevan unas cuñas superiores laterales de guía, con objeto de que antes de apretar los tornillos de los puentes, ya estén dichas compuertas en su posición de cierre. Con esta disposición resultará muy factible y sencilla toda reparación que haya de verificarse en la válvula de asiento ó en las compuertas interiores de evacuación ó admisión, evitándose así una paralización de trabajo en cualquiera sección en el caso de ocurrir una rotura ó desperfecto en dichas válvulas-compuertas, ya que bastará colocar las portátiles por fuera y levantar los mecanismos interiores que sea menester.

Por otra parte, como complemento para el servicio, al ampliar la actual instalación de carenado con el aditamento de una cuarta sección al dique flotante y deponente, es indispensable ejecutar en la dársena especial las obras de fábrica y dragado necesarias para la prolongación de la fosa del lado de Levante en la longitud conveniente para que puedan funcionar allí las cuatro secciones unidas.

En párrafos anteriores hemos indicado que las fosas tienen ahora 125 metros de longitud, y como la eslora total del dique será de 151 metros, se requiere aumentar aquélla hasta 158 por lo menos, con objeto de dejar el huelgo necesario para la fácil

inmersión y emersión del aparato. Después de un detenido estudio de las condiciones de la dársena, de la anchura del basamento de escollera del muro del muelle de Cataluña y de la longitud del puente de servicio precisa para la buena fijación del dique, nos hemos decidido por hacer la prolongación de la fosa en los 33 metros que faltan, tomando 15 del lado Norte y 18 del Sur, levantando, al efecto, parte de la escollera citada y los bloques de los dos testers de dicha fosa, dragando luego el fondo y construyendo los nuevos muros del recinto.

El coste total de esta ampliación de la instalación de carenado asciende á 1.023.463 pesetas, de las cuales 973.379 pesetas corresponden á la cuarta sección y á las mejoras introducidas en las otras tres actuales, y el resto de 50.084 pesetas son las inherentes á las obras de fábrica complementaria.

Finalmente, para resolver de un modo definitivo el cierre de las bocas de acceso á la dársena, ya que los elementos hasta ahora empleados no han sido suficientes, dado el carácter de provisionalidad que se les dió, ante la idea de que las obras externas de abrigo proporcionarían la tranquilidad indispensable en el interior de aquélla para el funcionamiento del dique, la Dirección facultativa remitió tiempo atrás á la Superioridad, y ésta lo ha sancionado recientemente, un proyecto de dos puertas metálicas y las obras de fábrica necesarias para su instalación, sobre la base de dejar en 20 metros la amplitud de las bocas de acceso y de dar mayor extensión al muelle de cerramiento.

Dichos trabajos, que podrán realizarse sin entorpecer apenas la marcha de la instalación de carenado, tendrán un coste de 312.042 pesetas, correspondiendo 68.165 á las puertas y 243.877 á las citadas obras de fábrica.

VENTAJAS QUE OFRECE ESTE SISTEMA DE CARENADO DE LOS BUQUES SOBRE LOS DEMÁS.—Numerosa es la diversidad de instalaciones de carenado que existen, más ó menos expeditas y económicas, todas ellas ingeniosas, algunas muy notables, y varias sancionadas por una larga práctica, hasta el punto que 17 sistemas diferentes se presentaron en el Congreso de San Petersburgo; pero entre todas ellas no hay duda que las más extendidas son los diques secos, de tal modo, que si en la actualidad llega á 1.600 el número total de aquellas instalaciones en los diversos centros marítimos, pasan de 600 las formas secas construidas, y algunas de ellas de la considerable longitud de 275 metros. Esta clase de diques es, sin disputa, el más conveniente en los puertos de grandes mareas, como son los del Océano, y en los sitios de fácil cimentación, pero en los demás casos hay otros sistemas que ofrecen mejores soluciones; los diques flotantes y deponentes, en particular, presentan múltiples ventajas sobre los secos y las demás formas de carena que vamos á enumerar.

1.^a *Economía en los gastos de la instalación.*—El coste de un dique flotante y deponente resulta, en efecto, por regla general, comprendido el de la plataforma adicional ó carenero, de una mitad del de un dique seco ordinario de potencia equivalente, teniendo, por tanto, aquel sistema excelente aplicación en todos los casos en que las dificultades de cimentación hagan temer el crecido importe de las formas secas de carena. Exceptuando los diques flotantes *off-shores*, son los más económicos de todas las formas de carena conocidas á potencia de flotación igual.

Como corroboración de lo que acabamos de exponer, basta recordar que la instalación de Barcelona, creada con relativo lujo, esto es, con su dársena especial formada con amplios muelles con muros de sillería, con sus careneros compuestos con dientes de fábrica, y otros detalles que no suelen poseer

las otras similares, ha costado 6.200.000 pesetas. Ya se ha indicado que en dicha instalación pueden carenarse cinco buques de unas 4.000 toneladas, de cuyo total, si rebajamos un 25 por 100 por el empleo del dique, se reducen á 16.000 toneladas. Por tanto, el coste viene á ser de 390 pesetas por tonelada.

Un dique seco para buques de eslora y peso equivalente á las 16.000 toneladas, no bajaría su presupuesto de 12.500.000 pesetas, y, por tanto, el precio por unidad sería doble del anterior, según hemos indicado.

2.^a *Menor plazo de construcción.*—Un dique flotante del sistema Clark puede construirse y montarse en un plazo variable, según su potencia, de dos á tres años, esto es, en la mitad también del tiempo, por lo menos, que un dique seco equivalente.

3.^a *Facilidad para su ampliación.*—Un dique del sistema Clark, con varias secciones, puede ser ampliado en longitud ó anchura sin interrupción alguna en el trabajo; sin mayor coste que el correspondiente á la nueva sección, queda habilitado el dique. En cambio, para prolongar un dique seco hay que suspender por completo las operaciones por un plazo considerable, resultando, además, en la mayor parte de los casos imposible la ampliación so pena de hacer gastos enormes.

La instalación de carenado puede plantearse construyendo un dique flotante y deponente con sólo una ó dos secciones, reservándose la facultad de adicionarle una ó dos más en los casos indispensables, por aumento en la eslora de los buques ó el creciente desarrollo en el tráfico del puerto.

4.^a *Facultad de dividirse en secciones.*—Sobre todos los sistemas, presenta éste la superioridad de poder fraccionarse en secciones, amoldando así el dique al tamaño y peso de las embarcaciones que han de utilizarlo, con la consiguiente economía en la explotación. Para verificar con los diques deponentes sistema Clark la emersión de un buque cualquiera, el volumen de agua que hay que extraer es directamente proporcional al peso de aquél. En un dique seco donde hay que desaguar toda la cabida del vaso en los mares sin mareas, sucede precisamente lo contrario, puesto que debe agotarse un volumen líquido igual á la diferencia entre su capacidad cúbica y la del buque; de aquí el contrasentido de un trabajo y el consiguiente gasto, tanto mayor cuanto menor es el tonelaje de las embarcaciones.

5.^a *Facultad de ser autocarenante.*—Tiene sobre los demás sistemas de carenado la facultad de poder reconocer, limpiar y reparar cualquiera de las secciones con el auxilio de las demás y con la misma facilidad que si fuera un buque; de suerte que así, su duración puede ser ilimitada, pues pueden conservarse como una obra metálica ordinaria.

Las operaciones de limpia, pintado y recorrido de las partes interiores de los elementos del dique conviene hacerlas cada dos ó tres años; los recorridos externos pueden durar más tiempo, pero no conviene prolongarlo más de cinco ó seis años, para que la conservación sea eficaz.

6.^a *Superioridad en el efecto útil.*—Los diques secos y los demás flotantes no pueden servir sino para la reparación ó limpia de un solo buque, debiendo aguardar los restantes riguroso turno para su entrada. Esta imposibilidad es tanto más sensible, cuanto que, aun en el caso de sobrar espacio ó longitud para la admisión de otro barco, si el primero está ya en reparación, no hay manera de utilizar aquel sobrante, á menos de dividir su cuenco total en varios por medio de barcospuertas.

Con un dique flotante y deponente, puede servirse un número indefinido de buques en relación con la longitud de los

careneros ó plataforma fija de depósito, que puede aumentarse á voluntad con un gasto relativamente de poca importancia; un dique solo puede dar abasto á varios careneros, quedando siempre disponible para otras atenciones urgentes, lo que le da una potencia de carenado muy superior á los demás sistemas. Adicionando sólo á la instalación un carenero de igual longitud que el aparato, equivale prácticamente á otro dique.

7.^a *Variabilidad de servicios que pueden prestar.*—Un dique flotante y deponente puede recibir buques y aparatos flotantes de diversa clase y dimensiones y sobre todo puede admitir embarcaciones de mayor manga que ninguna otra de las formas existentes.

Según indicaremos dentro de poco, el motivo de la primera instalación que de esta clase de aparatos se hizo en Nicolaieff, fué precisamente para carenar los cruceros de forma circular que no podían entrar en dique alguno; al reseñar los servicios prestados por nuestro dique de Barcelona, ya hemos consignado la multiplicidad de buques de formas raras y artefactos flotantes que lo han utilizado, tales como dragas, grúas, titanes, cabrias, gánguiles, etc.

Esta clase de aparatos puede prestar grandes servicios á la navegación en momentos excepcionales, bastando recordar el caso del dique de Barrow, que levantando un barco cuya quilla volaba la gran longitud de 38,50 metros por cada una de sus extremidades, en la altura estrictamente necesaria, permitió efectuar una reparación urgente sin la cual podría considerarse perdido; y asimismo debemos mencionar lo ocurrido con el vapor gánguil *Francoli* naufragado en el antepuerto de Barcelona á causa de una embestida de otro buque, que de no existir el dique flotante no hubiera podido salvarse, ya que, suspendido por varias cabrias, fué remolcado hasta el interior de la dársena de carenado, donde lo levantó dicho dique y pudo efectuarse la reparación de las grandes averías sin dificultad alguna.

Además, un carenero puede servir como taller de construcción, siendo sumamente fácil, una vez construido el buque, botarlo al agua con el mismo dique, sin riesgo alguno de que se quebrante y en tiempo limitado. Puede utilizarse, asimismo, el carenero para desguace de embarcaciones, operación para la que sería, en la mayoría de ocasiones, antieconómico emplear cualquier otro sistema de carenado; igualmente que para la construcción de elementos tan especiales, como son los grandes cajones empleados en el rompeolas del referido puerto.

8.^a *Gran rapidez en la maniobra.*—El tiempo necesario para levantar y asegurar en el dique flotante y deponente un buque proporcionado á su potencia máxima, es próximamente de hora y media á dos horas, y bastante menor para ponerlo otra vez á flote, por la gran facilidad en colocar los puntales mecánicos y las cuñas de pantoque. En los diques secos, este tiempo es mayor, por la necesidad de ajustar los codales de apoyo, en cada operación, como también lo es el plazo de duración de los trabajos de limpia, pintado y recorrido de los fondos. Además, para los buques que utilizan los diques flotantes y, sobre todo, los que se depositan en los careneros, es más breve la desecación y endurecimiento de la pintura por su más franca exposición al sol y al viento. En la mayoría de los diques secos, á pesar de tal calificativo, hay bastante humedad.

Al analizar los servicios del dique de Barcelona ya hemos relatado las operaciones realizadas en días de gran actividad en la instalación, y la circunstancia de que, en múltiples ocasiones, buques de gran tonelaje han entrado por la mañana y han salido por la tarde, después de haberlos reconocido, limpiado y pintado con dos capas.

De todos modos, en cuanto á rapidez en las maniobras de emerger los buques, se llevan la palma, entre todos los sistemas, los diques *off-shores*; debiendo citar una de las formas de Hamburgo que en el plazo de treinta minutos levantó un buque de 2.000 toneladas; otro día, en el de noventa minutos, se levantó, reconoció y botó nuevamente al agua otro buque de 1.800 toneladas, y en otra ocasión, en solos diez minutos, levantó, para ser reconocido, hasta sacar la quilla, un buque con un calado superior á 3 metros; esta es una rapidez verdaderamente asombrosa.

9.ª *Economía en la explotación y mayores rendimientos.*—Por el mero hecho de que en los diques flotantes y deponentes, el trabajo á efectuar para la emersión de los buques es proporcional al tonelaje de éstos, se comprende que ha de ser más reducido el consumo de fuerza y el uso y deterioro de las máquinas. Son también de menor coste los trabajos para asegurar el barco, pues no hay tanto gasto de madera y no se necesitan obreros especiales para la maniobra de los puntales mecánicos ni de las cuñas, como lo requiere en los diques secos el ajuste de los codales en cada operación. Además, con el mayor efecto útil producido por el empleo de los careneros y la diversidad de servicios que pueden prestar, han de obtenerse, sin duda alguna, más elevados rendimientos en la explotación.

10. *Posibilidad de su transporte en caso necesario.*—Estos diques, tal como están establecidos en muchos puertos, ofrecen sobre los secos la inapreciable ventaja de poder variar de emplazamiento, no sólo dentro de un mismo puerto, sino de uno á otro, prosiguiendo acto continuo su explotación. Así se hizo en el primitivo dique de Nicolaieff, que se trasladó pocos años después á Sebastopol.

11. *Dificultad de irse al fondo del mar.*—Un dique deponente no puede sumergirse por completo, aun cuando por descuido, ó mala intención, se dejaran todas sus válvulas abiertas.

Ante este rápido bosquejo de las favorables condiciones del sistema, no debe dudarse que, con más ó menos modificaciones, aconsejadas por una larga práctica, los diques deponentes resultarán, en multitud de casos, mucho más ventajosos y económicos que las demás formas de carena; debiendo recomendar á las Ingenieros que estudien con cariño esta cuestión cuando tengan que proyectar en un puerto una instalación para la limpia y reparación de los buques.

Acercas de este mismo particular, el eminente tratadista y constructor de puertos francés, M. Laroche, después de consignar las múltiples ventajas que presenta este sistema de diques flotantes sobre sus análogos, y singularmente respecto de otras instalaciones de carena como son los diques secos, manifiesta que el dique flotante y deponente, con los careneros, ideado por los Ingenieros Clark y Stanfield, es sistema de gran expedición y economía y que ofrece disposiciones muy ingeniosas y nuevas, tanto desde el punto de vista de su composición y de la facilidad en su conservación, como de las aplicaciones que del mismo puedan hacerse en los astilleros de construcción y reparación de buques,

DIQUES FLOTANTES Y DEONENTES EN SERVICIO EN LA ACTUALIDAD.—**SISTEMAS ANÁLOGOS.**—Terminaremos esta reseña acerca de la instalación de carenado del puerto de Barcelona con un sistema de diques, nuevo en nuestra Nación, indicando cuántas son las de aquel tipo establecidas en los otros países y las demás formas de carena de condiciones más similares.

Aunque tenemos idea que desde hace muchos años se vie-

nen usando con buenos resultados en algunos puertos americanos, diques de parecido sistema, con el nombre de *Sectional and Balance Docks*, inventados por los Ingenieros de aquellos países al apreciar que los diques secos sólo convienen en realidad al tipo de buques para que han sido construídos, no los analizaremos por no poseer noticias de su funcionamiento; nos fijaremos solamente en los verdaderos diques flotantes y deponentes ideados por los Ingenieros constructores Latimer Clark y Jhon Standfield, de Westminster, Inglaterra, al propio tiempo inventores y proyectistas en vasta escala de diques flotantes de diversos tipos; relacionando, de paso, los otros sistemas análogos de diques de un solo costado y formas autocarenantes que no tienen la ventaja de la deponencia.

Según las referencias que poseemos, el primer dique flotante y deponente se instaló en 1878, pocos años después de inventado este sistema especial, en el puerto de Nicolaieff, sito en Rusia, en el Mar Negro, donde prestó señalados servicios durante la guerra turco-rusa; se componía al principio de dos secciones con potencia de 2.000 toneladas cada una, ampliándose en el año 1880 con otra sección de 2.000 toneladas, cuando por necesidades del servicio se trasladó el aparato al importante Arsenal del cercano puerto de Sebastopol, en el propio Mar.

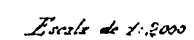
Por cierto que como curiosidad, y para que se comprenda la utilidad que pueden reportar dichos diques, consideramos conveniente decir cuatro palabras de cómo y por qué se hizo por el Gobierno ruso el encargo á la casa Clark para esta instalación de Nicolaieff. Poseía en aquel entonces dicho Gobierno varios buques acorazados de forma circular de 30, 36 y 40 metros de diámetro, y no tenían forma alguna de carena que tuviese una entrada de tales dimensiones. El Almirante Popoff, autor de estos buques de forma rara, hacía tiempo que buscaba el medio de sacarlos del agua para visitar su casco, carenarlos, repararlos, etc. En uno de sus viajes á Inglaterra tuvo ocasión de conocer el sistema de diques flotantes y deponentes de los Ingenieros citados, y le llamó la atención, creyendo que podían darle la solución del problema que él perseguía. En su virtud se redactaron los correspondientes planos, según las instrucciones de aquel marino, y se empezó el dique en el Astillero el año 1876, acoplando luego dos secciones, una frente á otra, por la extremidad de sus pontonas para poner á flote los referidos cruceros y otros todavía de mayor porte.

El segundo dique se estableció en Vladivostok, principal puerto ruso en el Mar del Japón, situado en la bahía de Pedro el Grande, cerca de la Corea, empezando en 1880 con una sección de 2.000 toneladas, y ampliándolo más tarde con otras secciones iguales hasta alcanzar las 6.000 toneladas. Siguió luego el puerto de Barrow in Furness, en Inglaterra, donde se hizo una notable instalación, que se inauguró próximamente en el año 1882, y que no obstante su escasa potencia, unas 3.200 toneladas, que debían después ampliarse en otras tantas, prestó desde un principio grandes servicios al comercio y á la Marina de la Gran Bretaña.

En los años 1885 y 1886 se construyeron otros diques para el puerto de Nicolaieff, primero una sección de 2.000 toneladas y luego otras tres con una potencia total de 6.000.

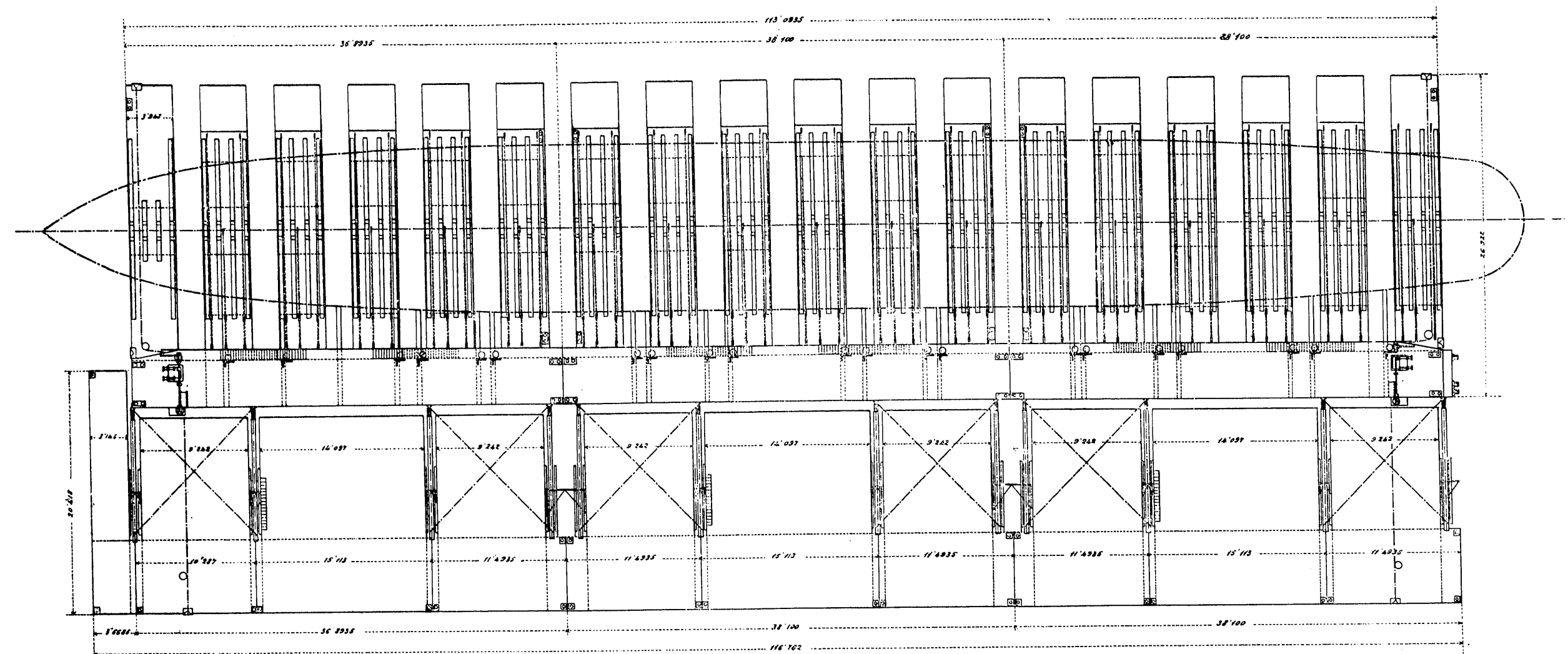
En 1901 se terminó, asimismo, otra forma de 5.000 toneladas para la República Argentina, que no llegó á instalarse por insolvencia de la casa concesionaria.

En el año 1903, después de una serie de concluyentes pruebas, empezó á prestar servicio el dique de Barcelona de que nos ocupamos, con una potencia ascensional de 6.000 toneladas, dividido en tres secciones de 2.000, de las que dos funcionan juntas y la otra separada, aunque puede unirse á las pri-



DIQUE FL

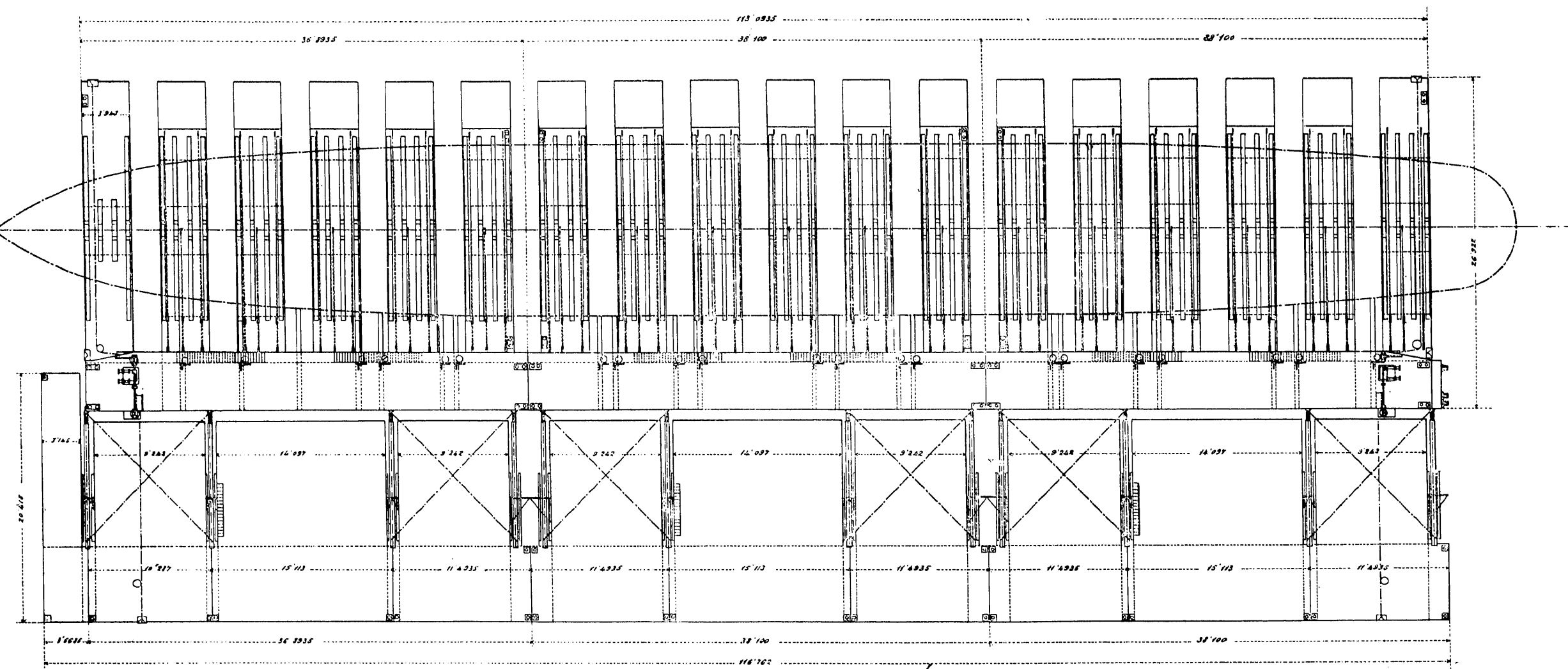
Planta



ESCALA DE 1:400

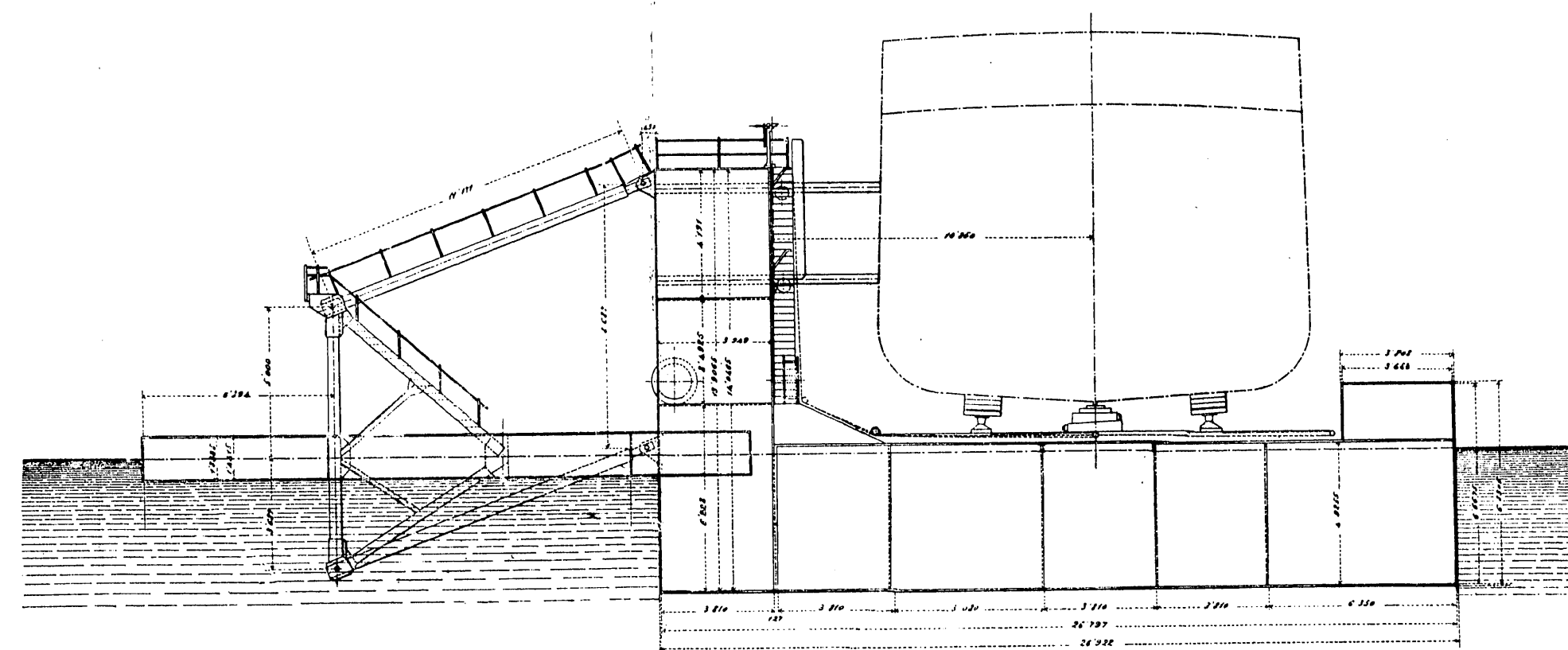
DIQUE FLOTANTE Y DEPONENTE

Planta



ESCALA DE 1:400

Sección transversal



ESCALA DE 1:200

meras, cuando lo requiere el servicio. Según hemos indicado en páginas anteriores, en la actualidad se está realizando una ampliación de este medio de carena, con la construcción de una cuarta sección de 2.000 toneladas, igual á las otras.

En el puerto de Kobe (Japón) á raíz de una visita que hizo al de Barcelona el Ingeniero Morigaki, gratamente impresionado por las instalaciones de carenado y de construcción de los grandes cajones bloques del rompeolas, se instaló por dicho Ingeniero en el 1910 otra pequeña forma deponente de 2.200 toneladas de potencia para poner á flote unos grandes cajones-bloques que se construían también sobre careneros especiales y debían destinarse á la cimentación de muros de muelle.

Finalmente, hace algún tiempo se trató de montar en el puerto francés de Orán otro dique flotante y deponente análogo completamente al de Barcelona; y actualmente en Valencia existe el proyecto de establecer otro, compuesto de dos secciones de 3.500 toneladas de potencia total, por el momento del sistema *off-shore*, esto es, con los paralelogramos fijos á tierra, pero su plataforma ó basamento en lugar de ser corrido, se dividirá en pontonas, con objeto de convertirlo más adelante en deponente.

En el cuadro siguiente reseñamos los diques de esta clase que existen, consignando los años en que se instalaron, los puertos donde funcionan y la potencia de los mismos.

DIQUES FLOTANTES Y DEPONENTES

AÑOS	PUERTOS	Potencia en toneladas.
1878.....	Nicolaief, una sección.....	2.000
1880.....	Nicolaief, dos secciones (ampliación) ..	4.000
1880.....	Vladivostok, una sección.....	2.000
1881.....	Vladivostok, dos secciones (ampliación)	4.000
1882.....	Barrow (la mitad).....	3.200
1885.....	Nicolaief, una sección.....	2.000
1886.....	Nicolaief, tres secciones (ampliación)..	6.000
1903.....	Barcelona, tres secciones.....	6.000
1910.	Kobe, una sección.....	2.200
1915.....	Barcelona, una sección (ampliación)...	2.000
En proyecto...	Orán, tres secciones.....	6.000
	Valencia, dos secciones..	3.500

Estos son los diques flotantes de Clark y Stanfield que, además de las ventajas ya citadas, poseen la cualidad de ser autocarenantes y deponentes.

Muchos otros son los sistemas de diques autocarenantes, pero no nos detendremos en su análisis; desde el inventado por Rennie en 1863, con fondo móvil sobre deslizaderas, y el de cajones-puentes propuesto por Gilbert en 1858 para el Adriático y adoptado en 1859 para Cartagena, hasta los de pontonas independientes aplicado en Amsterdam por los Ingenieros Pearce y Hogg; los diques americanos de secciones ins-

talados en Hamburgo por Blum y Voss, y el ideado por Campbell para las Bermudas en forma de doble casco que limpia sus fondos *tumbando*, reproducido más tarde por el Ingeniero de la Armada española Sr. Torres Cartas; ninguno de ellos tiene la preciada condición de la deponencia.

Las formas de carena más similares á la del puerto de Barcelona, aunque tampoco son deponentes, son los diques flotantes de un solo costado llamados *off-shores* y los *out-riggers*, de los que en gran número se encuentran diseminados por los distintos puertos de Europa prestando muy útiles servicios; ambos sistemas de diques no pueden depositar los buques porque tienen basamentos corridos en vez de pontonas, y entre ellos se diferencian en que, los segundos, poseen flotadores lastrados á los que se fijan los montantes de los paralelogramos articulados, y en los *off-shores* ó semifijos, los montantes van sujetos en tierra reemplazándose los flotadores por un muelle de fábrica.

Las instalaciones de uno y otro tipo de diques, realizadas hasta la fecha, son las siguientes:

AÑOS	PUERTOS	Potencia en toneladas.
DIQUES -OUT-RIGGERS- (Aparato para carenar fuera de la costa.)		
1896.....	Estocolmo.....	2.200
1900.....	Astrakán.....	1.890
1900.....	Génova.....	2.920
1908.....	Astrakán (ampliación).....	630
DIQUES -OFF-SHORES- (Adosados á la costa ó al muelle.)		
1889.....	Hamburgo, 1. ^o	5.000
1890.....	Cardiff.....	2.500
	Cardiff (ampliación).....	400
1892.....	North Shields, 1. ^o	3.200
1892.....	Flensburg.....	2.600
1895.....	North Shields, 2. ^o	6.400
1897.....	Copenhague.....	2.980
1900.....	Grimsby.....	420
1901.....	Aberdeen, 1. ^o	430
1903.....	Sunderland.....	3.600
1903.....	Hamburgo, 2. ^o	11.000
1908.....	Aberdeen, 2. ^o	600
1909.....	Fraserburgo.....	425
1910.....	Penarth.....	4.200

Ambos sistemas levantan y bajan los buques por procedimientos y con medios exactamente iguales á los diques deponentes y han adquirido gran boga y nombradía en los puertos de Europa por la gran rapidez y economía de sus operaciones.

(Continuad.)

