

## PLANTEAMIENTO DE UN PROBLEMA TÉCNICO

POR SALVADOR CANALS, INGENIERO DE CAMINOS

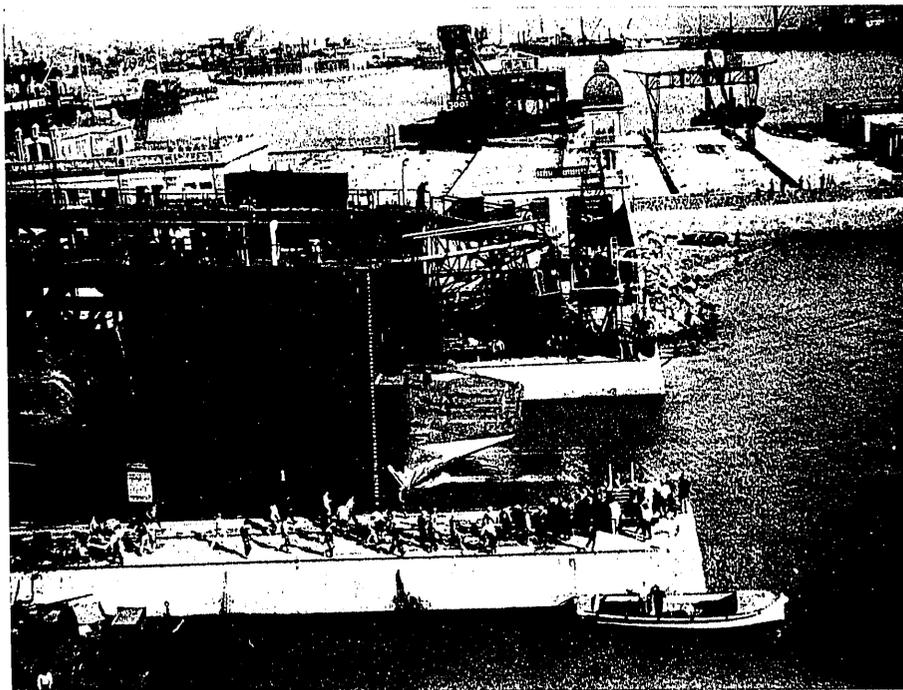
Entre los innumerables destrozos causados por nuestra guerra civil, no son, en verdad, los más pequeños los sufridos por el puerto de Valencia. Esta bella ciudad, acaso una de las que más prosperaron en tiempos del gran Primo de Rivera, tuvo la desgracia de ser uno de los refugios del Gobierno rojo, que hizo en ella, como si dijéramos, la segunda estación en su *avance* hacia la frontera francesa, y de cuya permanencia, no muy larga, quedó prendido su bonito nombre al de aquel conglomerado de insensatos, que se denominaba con frecuencia en el extranjero Gobierno de Valencia.

Importantes instalaciones industriales del puerto fueron incautadas y dedicadas a la fabricación de material de guerra, constituyendo objetivos militares de nuestras fuerzas aéreas. Así, pues, no es extraño que el aspecto de aquella zona marítima fuese desolador a la hora de la liberación, complementándose el lúgubre espectáculo de las construcciones en ruinas con los restos de navíos hundidos, que asomaban a la superficie de la mar sus partes más insospechadas.

La reconstrucción, juntamente con la interesante labor de salvamento de buques, van poco a poco volviendo a la vida aquella zona muerta, y así lo comprueba quien visita periódicamente aquellos lugares. Nosotros, por nuestra parte, que tenemos el honor de dirigir la reconstrucción y ampliación de la importante factoría que allí posee la Unión Naval de Levante, S. A., experimentamos en cada viaje la grata emoción de una nueva construcción, que, restaurada, blanquea a lo le-

jos y de un buque más que emerge de entre las aguas entre grúas y flotadores, dándonos todo ello la impresión consoladora de que la vida vuelve.

Estas obras de reconstrucción y ampliación que nos ocupan, interesantes como todas las de su clase, desde el punto de vista económico, y de positivas enseñanzas, si se las considera por el lado filosófico y sentimental, no ofrecen, por lo general, problemas técnicos o constructivos que merezcan ocupar las páginas de nuestra REVISTA. La labor diaria y prosaica del constructor se reduce a buscar aquellas soluciones que sean más rápidas y de menos coste y que perturben lo menos posible la marcha de la industria, que se lanzó valientemente a producir sin tener terminadas sus instalaciones; y como novedad de nuestros tiempos, la lucha con la falta de ciertos materiales y elementos, muy natural en estas circunstancias, y que nos lleva a veces a cometer ciertos pecados constructivos, tales

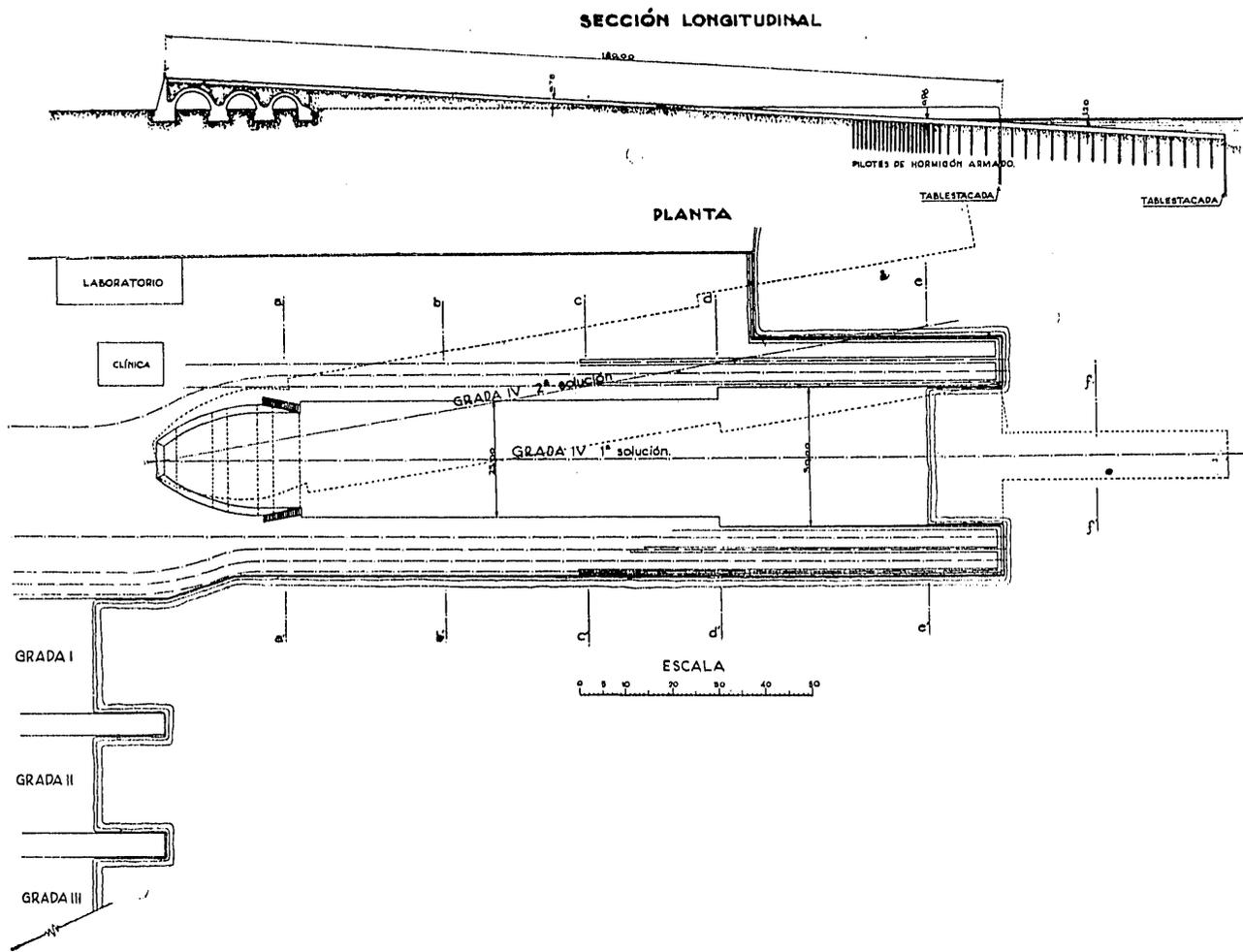


Botadura de un dique flotante sobre la grada I.

como los cambios de diámetros en las varillas del hormigón armado, que, en verdad, no pesan demasiado en nuestra conciencia.

Así, pues, no creemos oportuno el hacer una descripción completa de estas importantes obras que se nos han encomendado, que no se limitan a poner como estaba aquella factoría, sino que se am-

de veinte años, y otra formada por unos antiguos talleres, separados de aquéllos por una faja de terreno de unos treinta metros. Los ataques aéreos tenían lugar indistintamente sobre ambos grupos de construcciones, pero mientras los astilleros, aunque seriamente averiados se mantenían en pie, los antiguos talleres se derrumbaron, presentando



plía notablemente su capacidad productora en la construcción naval y se aprovecha, además, la coyuntura de la destrucción bélica para coordinar los intereses de la empresa con los futuros proyectos del puerto de Valencia, habiéndose llegado, en perfecta armonía, a la solución más conveniente para ambas partes, en forma que puede ser ejemplar, de colaboración entre la iniciativa privada y la Administración.

Esta coyuntura de la destrucción bélica, a que aludimos, proviene de que las instalaciones de la Unión Naval de Levante se componían de dos partes: una, los astilleros, construídos hace poco más

el aspecto de verdaderas ruinas, hasta el punto de que pudo pensarse en demolerlos totalmente, aunque con algún sacrificio económico por parte de la Sociedad, para que ocupe el puerto aquellos terrenos, interesantes para sus futuras ampliaciones, cambiándose por otros, contiguos al recinto de los astilleros.

Es curioso que ambos grupos de edificios estaban construídos del mismo material: ladrillo; y aun en los antiguos eran mayores los espesores de muros, así que su distinto comportamiento ante la misma causa destructora proviene principalmente del aglomerante. El buen cemento de hormigón y

el mortero rico en cemento con que estaban asentados los ladrillos mantuvo en pie aquellos muros, afeados por la *viruela* de la metralla. La cosa es bien sabida y está escrita en todos los libros y tratados, pero parece que hasta que se tiene la rara ocasión de ver una prueba tan contundente no acabamos de considerar toda su importancia.

\* \* \*

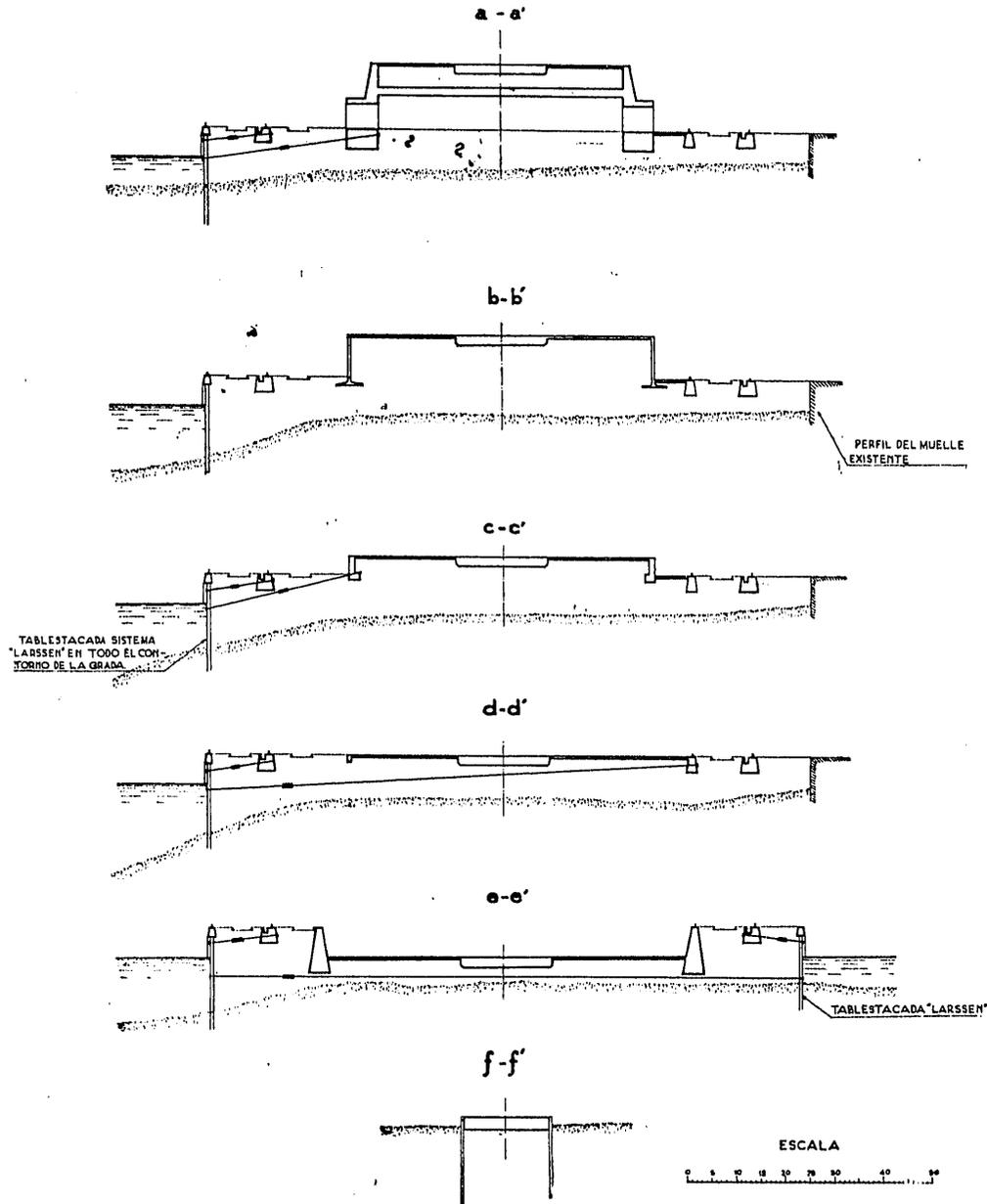
Concretándonos al tema que aquí queremos presentar, vamos a decir algunas palabras acerca de una de las construcciones que comprende el proyecto de ampliación de que estamos tratando. La cuarta grada, cuya posición relativa con respecto a las otras ya construídas y en servicio desde hace veinte años, origina un problema técnico de interés, que no afecta a la construcción misma, sino a los fenómenos que su masa puede producir en la ola que se forma al botar un barco en la grada contigua.

Para plantear el problema, que es el solo objeto del presente artículo, es indispensable describir, siquiera sea someramente, la disposición que se adoptó para esta construcción, que es la misma que se empleó en las tres gradas anteriores, proyectadas, como todo el astillero, por el ilustre y malogrado ingeniero D. Justo Gonzalo, con quien tuvimos la suerte de colaborar por aquellos tiempos, ya lejanos, en los que empezábamos justamente el ejercicio de la profesión.

Estas gradas, que, como es sabido, constituyen una superficie inclinada sobre la que se construye el casco de un barco para ser lanzado al agua por deslizamiento en el momento oportuno, pueden calcularse y determinarse en sus distintas partes como cualquier otro elemento constructivo, pero la ori-

ginalidad del proyecto a que nos referimos consiste esencialmente en considerar la pieza fundamental, o imada en que se apoya el casco en construcción, como una viga flotante sobre arena, que se calculó con arreglo a las normas del cálculo de Es-

### SECCIONES TRANSVERSALES



estructuras de Zafra. La grada es, por lo tanto, como un recipiente completamente lleno de arena y muy bien cerrado; y así, los muros que la forman, según se ve en el plano, lo son de sostenimiento de esa arena, y por otra parte, soportan los carriles de las grúas con su correspondiente sobrecarga.

Al llegar al nivel del agua, los muros son substituídos por el tablestacado que forma el resto del contorno del recipiente que ha de estar lleno de arena, y sobre el que se apoya el casco durante la construcción, y en el momento de la botadura, que produce una fuerte reacción en el llamado punto de giro, que, en realidad, es la zona en que se apoya el buque desde que la popa entra en el agua hasta el momento de la flotación normal, y que va reforzado con pilotes.

El plano, que se refiere a la IV grada en proyecto, y las fotografías que representan la grada I, dan idea del sistema que se adoptó para la construcción de las tres gradas existentes, que es, en líneas generales, el que a grandes rasgos hemos descrito en el párrafo anterior, pues, desde luego, se adopta para la nueva el mismo tipo que se empleó en las antiguas, que una experiencia de más de veinte años ha demostrado ser excelente.

Estas gradas, que fueron construídas en aquella época por la casa especialista Soger & Borner, constituyen una solución ingeniosa y acertada y la más económica que cabe imaginar para una construcción de este tipo, lo que fácilmente se comprende si se consideran las cargas enormes que supone un casco de buque en construcción.

Por esta razón, no se ha dudado en adoptar el mismo tipo para la nueva que se pretende cons-

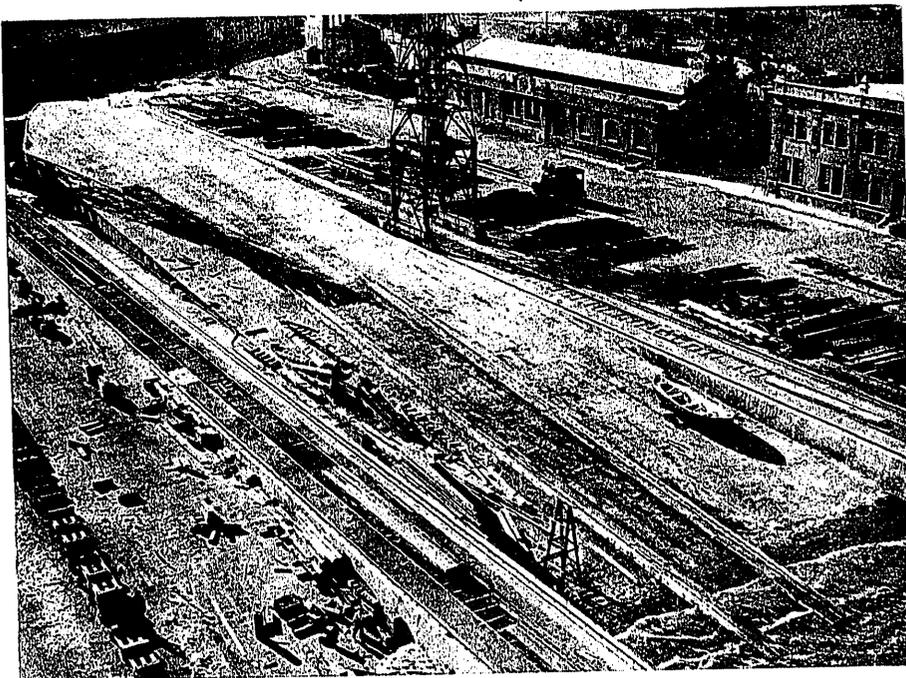
truir; pero esta grada tiene que construirse en terrenos ganados a la mar, por la sencilla razón de que el espacio que se precisaría para ponerla en idéntica posición que las anteriores está ocupado por importantes construcciones que no cabe pensar en demoler: oficinas y almacenes de la factoría, que no tienen, además, otro emplazamiento adecuado; y de este hecho surge el problema de cuyo solo planteamiento hemos hecho el tema fundamental del presente artículo, ya que, su solución definitiva, aun no precisada, será objeto de otros posteriores.

\* \* \*

Una vez construída la grada IV en la posición que en el plano se indica con la línea llena, su contorno, por el lado contiguo a la grada I, forma un pequeño dique, bastante próximo a ésta o, mejor dicho, a su antegrada y al llamado canal de botadura, por el que ha de pasar rápidamente el barco que en ella se bote al agua. Sabido es que el buque, en este momento, y en virtud de su velocidad de lanzamiento, forma una ola, que, al rellejarse sobre ese dique tan próximo, habría de producir reacciones, que si bien serían insignificantes para la nueva construcción, no lo son, ni mucho menos, para el buque que se estuviese lanzando al agua, sobre todo en el momento en que aun no ha llegado a su flotación normal por estar efectuando el giro.

Los fenómenos que en ese momento pueden producirse son, según los expertos en la materia, difíciles de precisar, ya que su cálculo teórico es imposible, y no hay, al parecer, experiencia de un caso análogo; de ahí que se haya pensado en la necesidad de hacer un estudio experimental antes de decidir la construcción de este nuevo elemento de trabajo.

Los ensayos sobre modelo reducido constituyen, en verdad, un tema que subyuga y satisfacen, por decirlo así, nuestras ansias de cono-

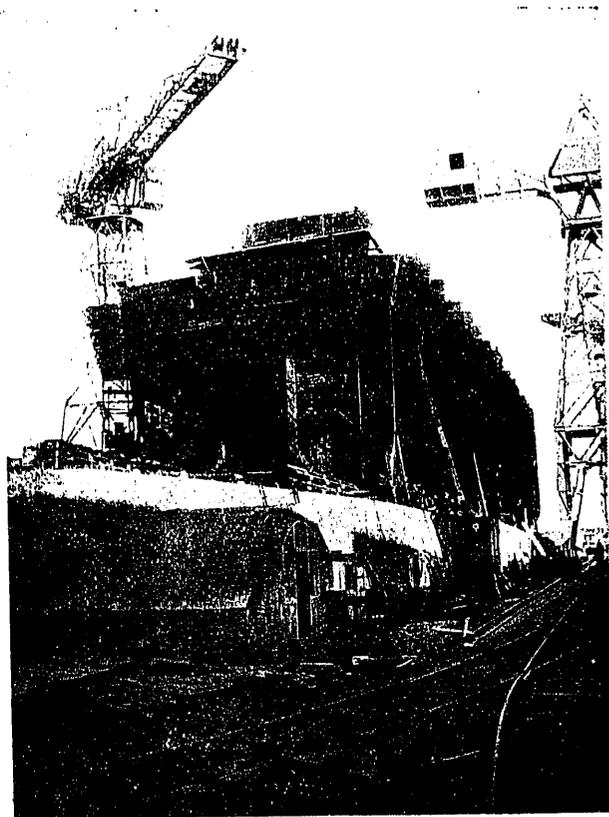


Vista de la grada I.

cer *a priori* la realidad de un fenómeno cualquiera; pero se prestan mucho al engaño y al error. La reducción y el problema de determinar su cuantía, o escalas, puede falsear monstruosamente la realidad, y si no se tiene una gran preparación para esa clase de estudios, puede llegarse a conclusiones absurdas; de ahí que la Unión Naval de Levante, que sabe dar a los problemas técnicos la importancia que tienen, decidiera hacer la experiencia con las mayores garantías, asesorándose de los organismos o entidades que están capacitados para conocer estos problemas: el Tanque de Experimentación, por lo que se refiere a la técnica naval, y la Escuela de Caminos, en su rama de Puertos. Estas entidades, o las personas que en las mismas representan las respectivas especialidades — el Sr. Acevedo, del Tanque de Experimentación, que tan interesantes ensayos hizo en aquel Centro de nuestra Marina, y el Sr. Iribarren, profesor de Puertos de nuestra Escuela, cuyos notables estudios sobre olas son conocidos de muchos de nuestros compañeros —, sentarán las bases sobre las que haya de hacerse el ensayo, o los estudios que ofrezcan la garantía precisa de que la nueva construcción no produzca trastornos en la botadura de barcos sobre las gradas que están actualmente en servicio.

En principio, se piensa lógicamente que, inclinando la grada en planta, en la forma aproximada que se indica en el plano con línea de puntos, ha de aminorarse mucho el fenómeno que hemos descrito. Acaso esto y una escollera tendida a lo largo del pequeño dique que habría de formar la nueva construcción, hagan insignificante, y tal vez despreciable, el reflejo de la ola producida por la botadura; pero, en todo caso, el problema tiene la suficiente importancia para que se estudie detenidamente.

Antes de terminar, queremos hacer constar que habría un medio radical de suprimir el efecto o fenómeno que nos ocupa, pero sería a costa de cambiar totalmente el sistema de construcción de la nueva grada. Es decir, que si ésta se hiciese en claraboya, y dejase libre el paso de las aguas por debajo de su superficie, no habría, naturalmente, esa reflexión de la ola que hemos comentado; pero, sin hacer cálculo alguno, se comprende que el encarecimiento de la obra sería de tal naturaleza, que cabe considerar como prohibitiva la solución. Basta para ello imaginar la importancia de la estructura que habría de proyectarse para sus-



Vista de la proa de una de las gradas.

tentar el peso de un casco de buque en construcción sobre un cierto número de apoyos, por grande que éste fuese; si se hiciera esta comparación de precios, totalmente innecesaria para quien tenga una idea de los costes de las construcciones, se confirmaría, una vez más, el acierto que supone el antiguo proyecto de este tipo de grada, según dijimos más arriba.

Así, pues, se plantea el problema de conocer la importancia de los efectos que la reflexión de la ola de botadura de un barco sobre la grada I produciría sobre ese barco mismo, como consecuencia de la posición de la nueva grada IV, que quedará determinada cuando conozcamos la solución.

Parece lo probable que se recurra para obtenerla al ensayo en modelo reducido, previas las consultas y asesoramientos que hemos indicado, y de todo ello tendremos el gusto de dar cuenta en su día a los lectores de la REVISTA, advirtiendo de antemano que nuestro papel será el de cronista del ensayo en cuestión, cuya preparación será obra de los ilustres técnicos que han de ser consultados, lo mismo que las provechosas enseñanzas que del mismo se obtengan.