

# CONSTRUCCIÓN DE UNA GRADA PARA BUQUES DE 24 000 TONELADAS DE DESPLAZAMIENTO

Por JUAN ANGULO, Ingeniero de Caminos.

*Se describen en el presente artículo las bases principales del cálculo y el sistema constructivo adoptado en la ejecución de una grada para construcción de buques, que actualmente se construye en los astilleros de Unión Naval de Levante, S. A., en Valencia.*

La necesidad, cada día más notoria, de unidades navales construídas de acuerdo con las modernas reglas de la arquitectura naval, obliga a los astilleros a disponer de los elementos necesarios para su construcción, sobresaliendo entre éstos, por su empleo obligado, las gradas de resistencia y dimensiones apropiadas a la necesidad sentida.

Entre las construcciones análogas en que como proyectista o constructor he intervenido, destaca, por su importancia e inmediata realización, la Grada IV de los Astilleros de "La Unión Naval de Levante, S. A.", en el puerto de Valencia, la que, por su sencillez, rapidez de construcción y economía en su presupuesto, al compararlo con el de otras gradas de dimensiones análogas, creo es de interés sea conocida por todos aquellos compañeros interesados en las construcciones navales.

Actualmente, "La Unión Naval de Levante, S. A." dispone, en sus Astilleros de Valencia, de tres gradas; una, de 142,95 × 23,40 m.; otra, de 128 × 20,40 m., y la tercera, de 117 × 20,20 m., que le permiten construir barcos y demás artefactos navales, con un desplazamiento máximo de 18 000 toneladas.

Para ampliar su potencia constructiva, llegando a construcciones de 24 000 toneladas, se ve precisada a la construcción de la Grada IV, a la que se fijó, de acuerdo con aquéllas, las dimensiones siguientes:

Longitud de la grada.....	180,00 m.
Pendiente de la grada.....	5,5 %
Ancho en la parte superior.....	25,00 m.
Idem íd. inferior.....	28,20 m.
Longitud de la antegrada.....	54,00 m.
Pendiente de la antegrada.....	6 %
Ancho .....	8,00 m.
Calado en la punta .....	3,00 m.

En su estudio se ha aprovechado la experiencia lograda en las gradas existentes, y la idea genial de su proyectista, el malogrado Ingeniero de Caminos D. Justo Gonzalo (q. e. p. d.), el que, buscando la

economía, aparejada con la seguridad de la obra, consideró para el cálculo los elementos de mayor resistencia, como son las losas de picaderos e imadas, como flotantes en la arena encerrada en un recipiente estanco, sin posibilidad alguna de fuga; todo lo cual ha sido ya descrito en esta REVISTA, con la facilidad de pluma que le es característica, por nuestro compañero D. Salvador Canals, Ingeniero director de estas obras, en el número correspondiente al mes de mayo de 1943.

En aquel artículo, aparte de la descripción de este original sistema constructivo, se hablaba de la posibilidad de recurrir a un ensayo en modelo reducido, antes de decidir la construcción de la grada de que vamos a ocuparnos, en vista del problema que allí se exponía; pero posteriormente se informó nuestro citado compañero de que se habían construído gradas en la misma posición relativa que las de Valencia en varios Astilleros alemanes (Bremerhaven, Hamburgo, etc.), sin que se hubiesen observado trastornos por la ola producida por la botadura, y en vista de ello se decidió la construcción de la obra que vamos a describir.

Al proyectar la nueva grada hubo que acoplarse a la realidad, y así como las ya construídas lo fueron sobre una playa de arena, lograda artificialmente, en nuestro caso, no disponiendo los Astilleros de "La Unión Naval de Levante, S. A.", de espacio suficiente en su perímetro para hacer lo mismo, ha tenido que ser proyectada dentro de las aguas del puerto, formando un saliente prolongado, que si bien tiene la ventaja de poder ser aprovechado como muelle de armamento, de longitud aproximada a la de la grada, ha de ser lo suficiente robusto para resistir el efecto de las olas que formen en su lanzamiento los barcos construídos en la grada colindante.

En la figura 2.<sup>a</sup> puede verse la planta de la grada, que esquemáticamente está formada por un recinto cerrado de tablestacas, que impiden la salida de las arenas del relleno, sobre el que descansa la grada propiamente dicha, que descompusimos para

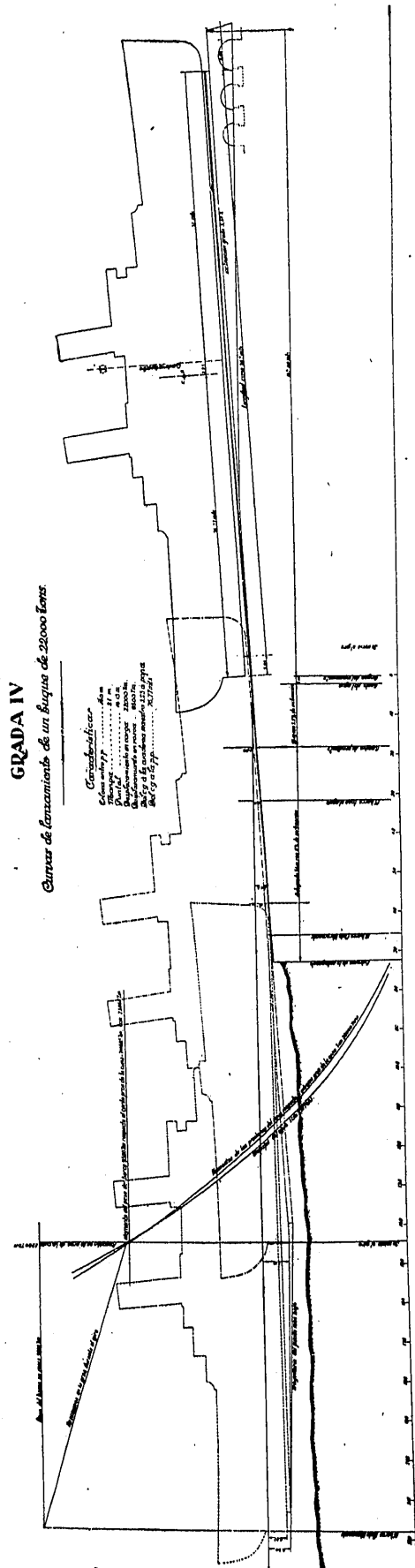


Figura 1.

el cálculo en los elementos constructivos siguientes:

Muros guías de la grada.

Muros sostenimiento de la grada propiamente dicha.

Losa de picaderos e imadas.

Elementos auxiliares.

Como datos para el cálculo, se partió de la presión máxima admisible sobre el relleno, fijada en 1 Kg./cm.<sup>2</sup> y de la curva de las máximas reacciones producidas durante la construcción y lanzamiento del buque de mayores dimensiones.

Por los técnicos de "La Unión Naval de Levante, S. A.", se dedujo esta curva que reproducimos en la figura 1.<sup>a</sup>.

Para su obtención se fijaron las características siguientes al buque máximo tomado como tipo:

Eslora entre p. p. ....	160,00 m.
Manga fuera de miembros.....	21,00 m.
Puntal de construcción.....	16,15 m.
Peso en el momento de la botadura.....	9500 Tn.
Calado a proa en rosca.....	2,63 m.
Idem a popa en ídem.....	4,87 m.
Longitud de la cuna.....	147,00 m.
Pendiente de las imadas.....	6 %
Idem de la quilla.....	5,5 %

La anchura de las imadas y anguilas, la necesaria para conseguir una presión sobre el sebo de 2 Kg. por centímetro cuadrado.

Todo movimiento de arfada queda desechado, por resultar siempre el momento de los empujes muy superior al momento de arfada; igualmente el "saludo" queda anulado porque, siendo el calado a proa, en rosca de 2,63 m., este calado lo alcanza el buque antes de que la proa de la cuna abandone el terreno de la antegrada.

La presión máxima se presenta al iniciarse la tercera fase; esto es, al comienzo del giro, llegando a alcanzar un valor total de 2280 toneladas. Se admite que esta presión se reparte en una zona de 9 m. de longitud.

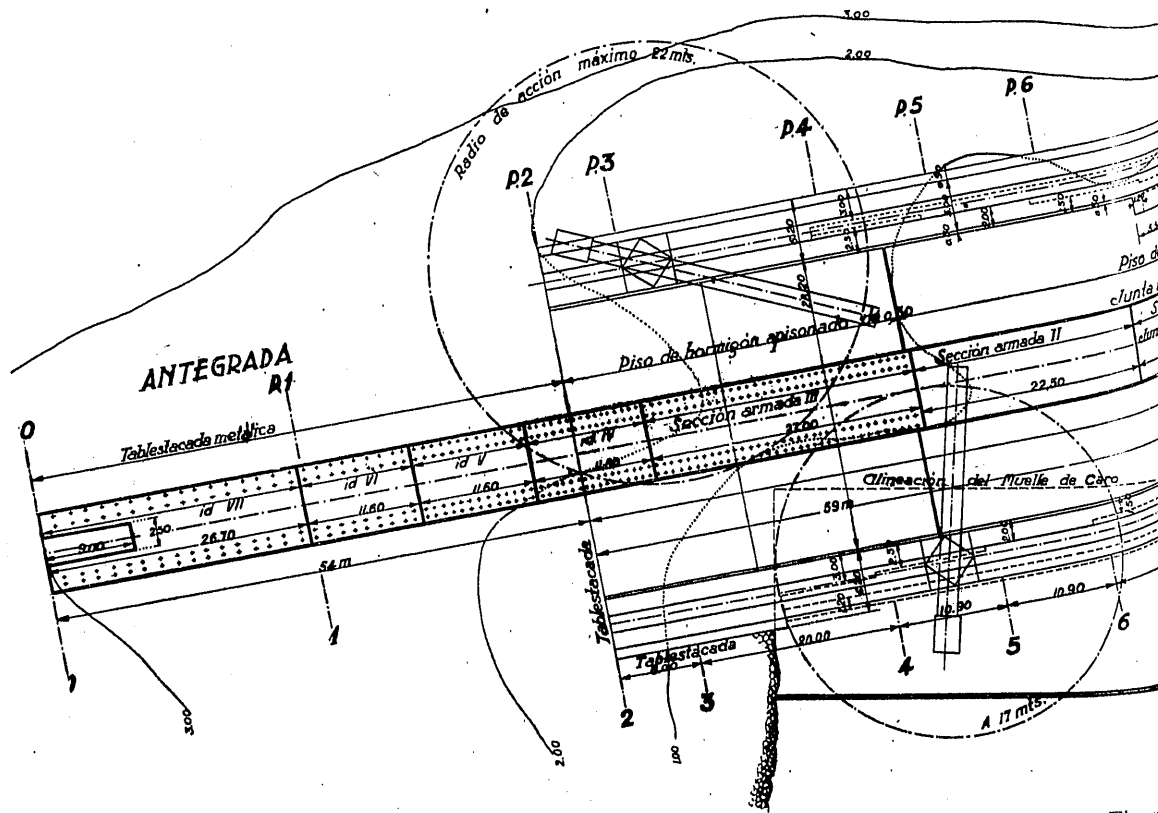
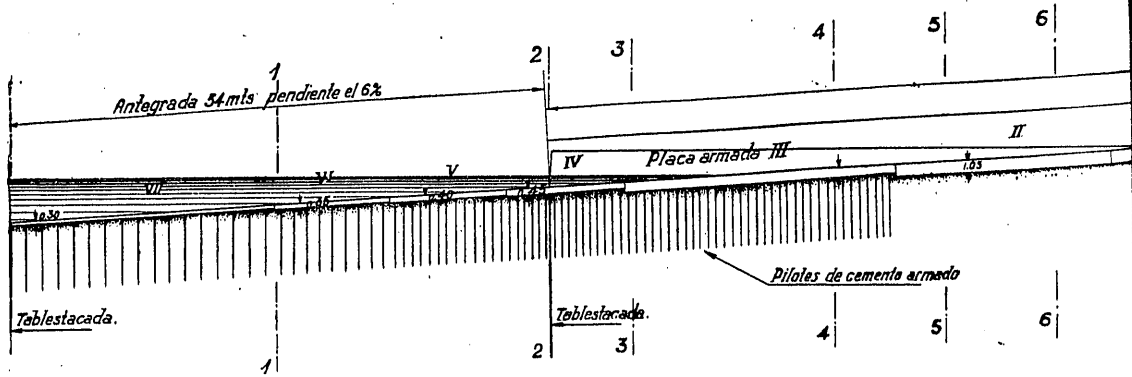
La carga de 2280 toneladas, dividida por 9 m., es la que aparece en el gráfico. Como garantía, ya que otros buques pueden verificar el giro antes o después de lo previsto, se admite esta misma carga en una zona de 27 m. de longitud.

Fijados los datos de proyecto, a continuación hacemos una rápida descripción de los distintos elementos en que descompusimos la obra para su estudio, exponiendo tan sólo las consideraciones tenidas presente para su cálculo, sin detenernos en la justificación de éstos que, por lo sencillos, no presentan complicación alguna digna de ser detallada.

Como antes se dice, los muros guías que limitan la grada han de ser aprovechados como muelle de armamento, por el que circularán grúas "Cantilever" de

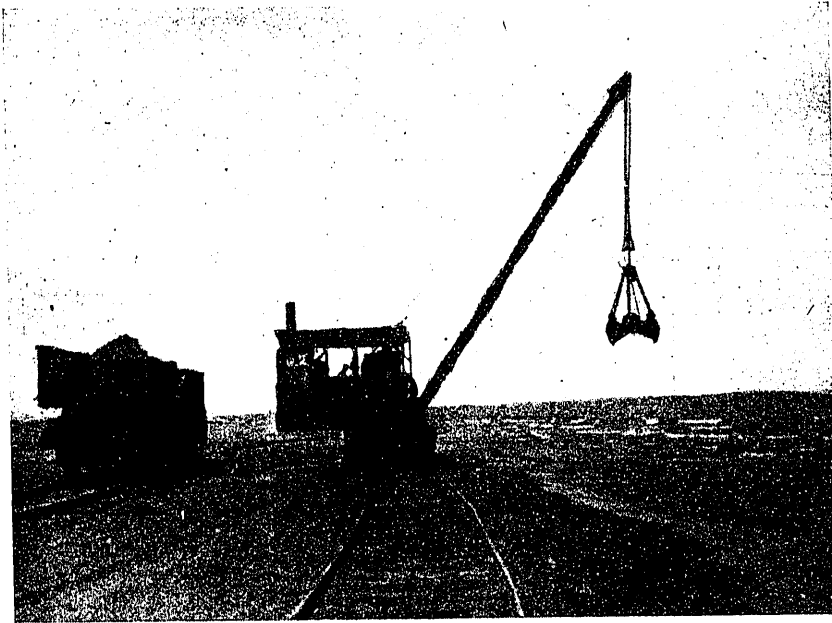


SECCION LONGITUDINAL



Figura





Extracción de la arena para el relleno.

Admitiéndose los de talud y densidad, los fijados en proyectos estudiados con anterioridad en este puerto.

Determinados los prismas de máximo empuje, de densidades equivalentes de sección triangular el de las tierras, y de sección rectangular el de la sobrecarga, con altura de 5 m.; determinada la ley de variación de los momentos flectores y aplicando el teorema de Castigliano, se dedujo que la reacción en el tirante de  $V = 4\ 125$  Tn. por metro lineal, siendo los momentos flectorales máximos absolutos positivos  $M = 6\ 486$  Tn./m., y negativos,  $M = -9\ 225$  Tn. por metro, adoptándose como perfil de la tablestaca el Larsen II, con un momento resistente de  $1\ 100$  cm.<sup>3</sup>.

La longitud útil de la hinca quedó fijada de modo que el momento de empotramiento quedase contrarrestado por la resistencia del fondo contra la parte hincada, y tomando un margen de garantía próximo al 30 por 100 sobre los resultados de cálculo, quedó fijada en 2,50 m.

Conocida la reacción en la zona de los tirantes, se situaron éstos cada 2 m., proyectándose a base de redondo, de 34 mm. de  $\phi$ ; su longitud viene fijada por su anclaje, en un macizo o viga de amarre situada a una distancia tal del tables-

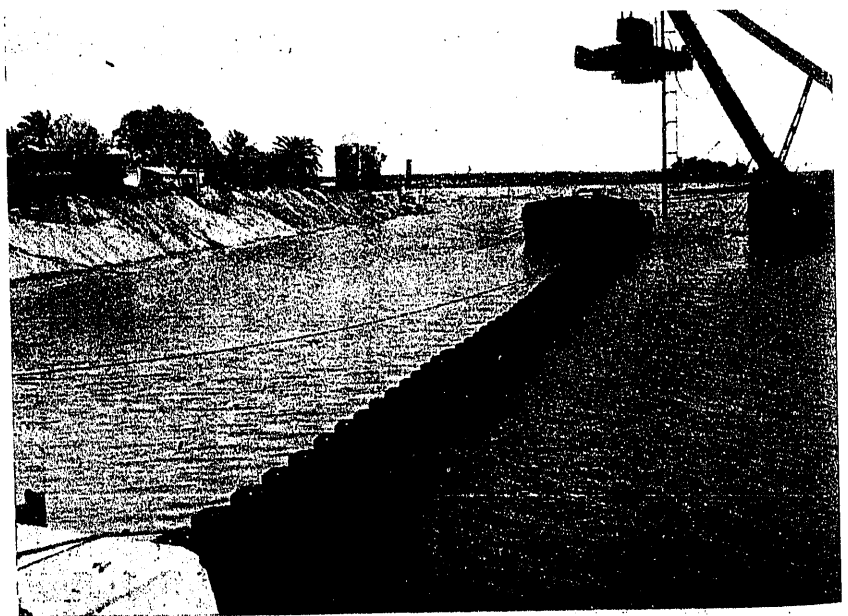
tacado que, por las dimensiones dadas, haga que la resistencia que le oponga el terreno sea superior al esfuerzo a que se haya sometido el tirante.

Como consecuencia de la separación entre tirantes y del esfuerzo, las vigas de fijación, refuerzo de la tablestaca, se proyectan formadas por dobles U de  $150 \times 70$  mm. y tornillos de fijación de 21 mm. de  $\phi$  cada 0,80 m.

Los tirantes van provistos de los respectivos tensores y placas de articulación.

Las dimensiones del macizo de anclaje se calculan de modo que la presión transmitida al terreno sea de  $0,5$  Kg./cm.<sup>2</sup>, y la sección capaz de resistir al momento supuesta la viga apoyada, salvando una luz igual a la separación entre tirantes y sometido a una carga de 4,5 toneladas por metro, igual a la determinada en el cálculo del tablestacado como reacción en los tirantes.

Elegimos la sección rectangular con ancho en la base de 60 cm., por lo que su altura quedó fijada en 90 cm., la que resiste por sí sola, sin armar, el momento flector, pero para prevenir tensiones provenientes de asentos y dar mejor repartición a los esfuerzos de tracción de los tirantes, la armamos simétricamente con 7 redondos de 10 mm. de diámetro.

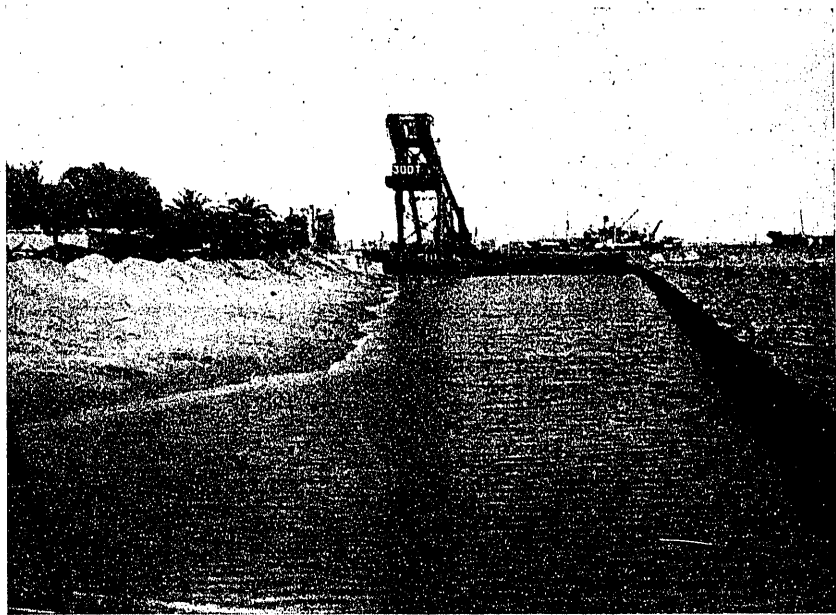


Vista del tablestacado y relleno de arena.

El cálculo de los muros guías, aprovechados como muelles de armamento, se hizo partiendo de la hipótesis más desfavorable, lo que da más tendencia al vuelco, o sea la que produzca mayor empuje.

El muro resiste, por su parte interior, el empuje del relleno o del agua, dirigido de dentro a fuera, y por su parte exterior, el debido a los esfuerzos estáticos y dinámicos del agua del mar, dirigido en sentido opuesto, aparte de las cargas verticales propias de la construcción.

Los mayores esfuerzos debidos al agua son los producidos por la ola que tiene su origen en el lanzamiento de un buque de la grada contigua, y aunque para disminuir los efectos de ésta el muelle se ha orientado oblicuamente al eje de la grada I, en el cálculo supusimos que las olas inciden normalmente al mismo. Para apreciar la magnitud de la ola formada, tuvimos presente que el fondo del puerto, una vez dragado, no presenta, en las inmediaciones de la obra, escolleras ni resaltes que puedan alterar su movimiento, y que la botadura de un buque produce una serie de olas, la primera, de mayor magnitud, seguida de otras de menor importancia, que recuerda en algo el fenómeno de las tres olas, muy frecuente durante los temporales, consistente en que en ciertos momentos se



Vista general del recinto.

observa, periódicamente, un aumento en la altura y violencia de las olas, debido a la intransferencia de la ola primitiva con las olas secundarias o armónicas.

En la primera parte del muro, buscando la situación más desfavorable, se ha supuesto no existe empuje alguno del relleno, o sea, se ha asemejado el cálculo al de los diques verticales, y de acuerdo con los estudios de Sanflou, Benezet y Renaud, expuestos con todo detalle en las Memorias presentadas en el XVI Congreso Internacional de Navegación, se ha seguido como procedimiento de cálculo, como más exacto, el expuesto por Sanflou.

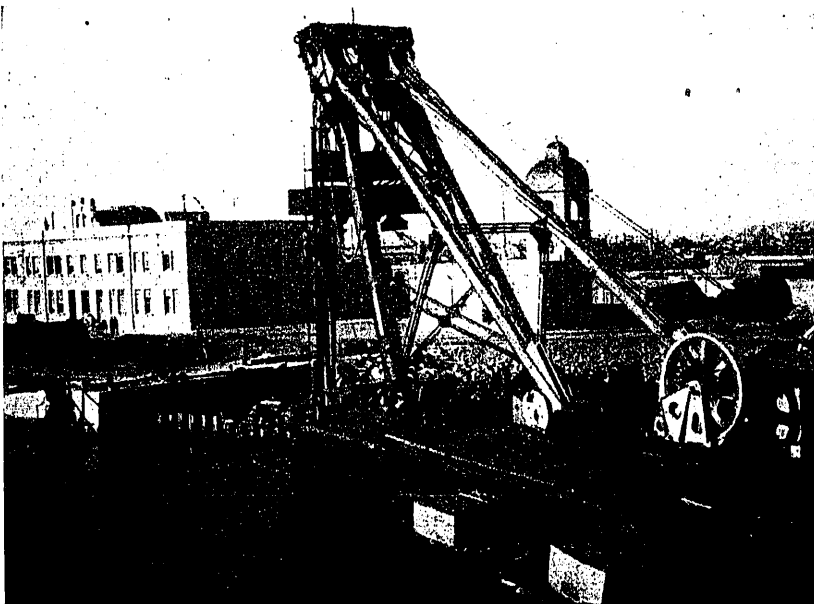
El cálculo de la estabilidad del muro se hace de acuerdo con la teoría hidrodinámica, o sea admitiendo que la ola no produce choque en el muro, por convertirse las trayectorias moleculares, al llegar a un paramento, en rectas verticales.

No nos detenemos en la exposición de este cálculo, que es conocido por artículos ya publicados en esta REVISTA.

Los factores que intervienen en la determinación del gráfico de empuje, son:

La longitud de la onda, de  $2d$ ,  
y su altura, de  $2h$ .

El error en la fijación de la lon-



Cabria de 300 toneladas, dispuesta para la hinca de tablestacas.

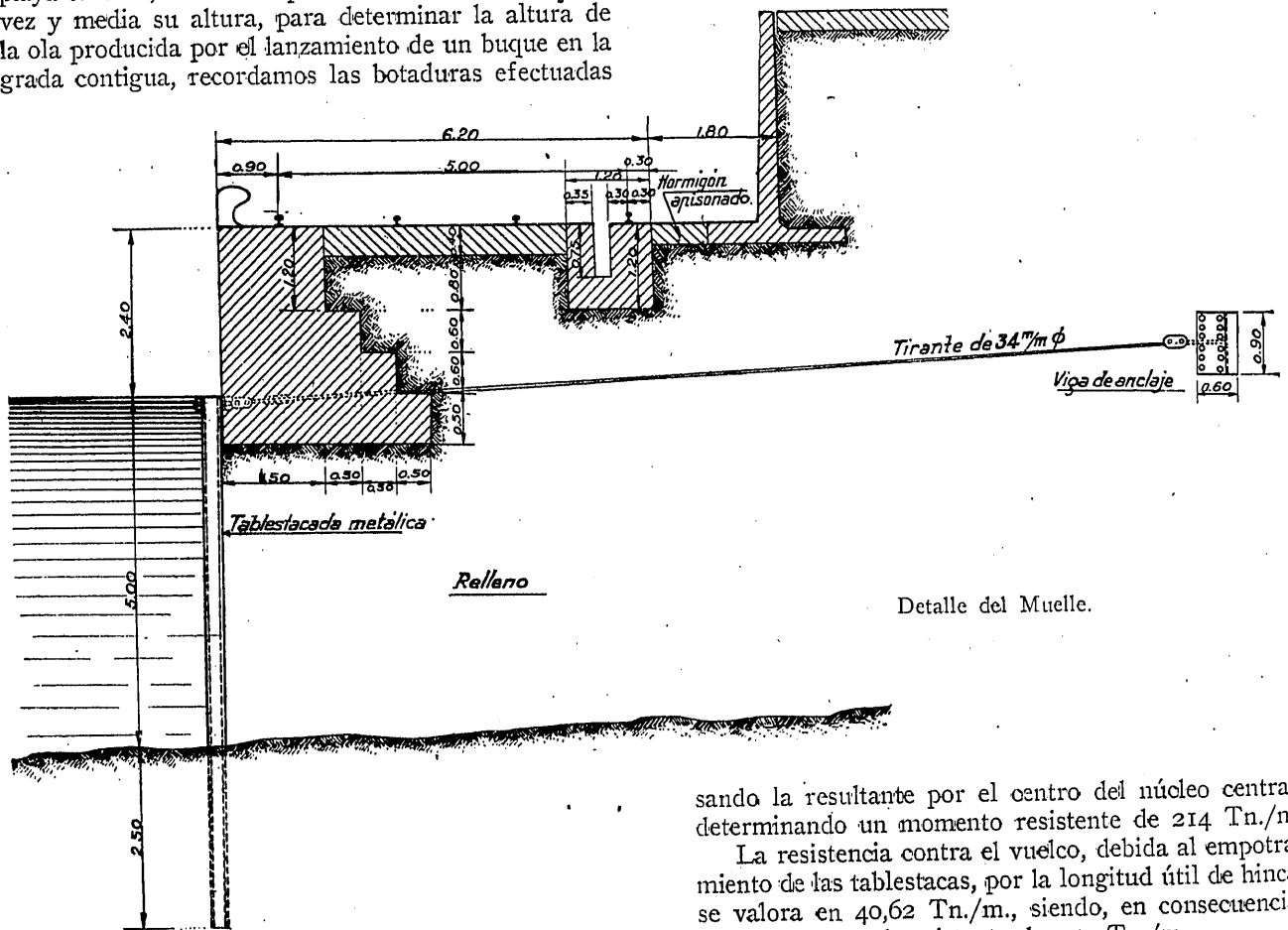
gitud no afecta de modo sensible la veracidad de los resultados del cálculo, ya que un error en su apreciación del 50 por 100 no supone un error mayor en el resultado del 10 por 100.

Por el contrario, los errores en la apreciación de la altura de la ola determina errores de gran importancia, por lo que ésta ha sido fijada con gran amplitud, ante la escasez de datos tomados por observación.

Admitiendo la hipótesis de que la ola rompe en una playa tendida, cuando la profundidad de las aguas es vez y media su altura, para determinar la altura de la ola producida por el lanzamiento de un buque en la grada contigua, recordamos las botaduras efectuadas

no ha de determinar tracciones ni cargas sobre el terreno superiores a las admitidas.

Fijado el ancho del muro en 6,20 m., proyectándose en mamposterías en una altura de 2,90 m.; el peso del murete, aumentado en el del relleno; comprendido entre su base y el fondo del puerto, después de ejecutados los dragados, despreciando el peso de las tablestacas, da un peso total de 69 Tn./m. l., pa-



Detalle del Muelle.

en que las olas formadas han roto, aproximadamente, a unos 25 m. del antiguo Muelle de Caro, o sea, en profundidades algo inferiores a 3 m., lo que hace suponer una altura de ola, en caso máximo, de 2 m.

Si como margen de seguridad, y para tener en cuenta el fenómeno antes citado de las tres olas, aumentamos la altura hallada en un 50 por 100, tendremos para el cálculo, como características de la ola, las siguientes: Longitud,  $2d = 80$  m. Altura,  $2h = 3$  m.

Determinado el gráfico de empujes, el momento máximo solicitante queda valorado en 80,09 Tn./m.

Los esfuerzos resistentes son los debidos a los pesos y al empotramiento de las tablestacas; la resultante total de los esfuerzos solicitantes y resistentes

sando la resultante por el centro del núcleo central, determinando un momento resistente de 214 Tn./m.

La resistencia contra el vuelco, debida al empotramiento de las tablestacas, por la longitud útil de hinca, se valora en 40,62 Tn./m., siendo, en consecuencia, el momento total resistente de 254 Tn./m.

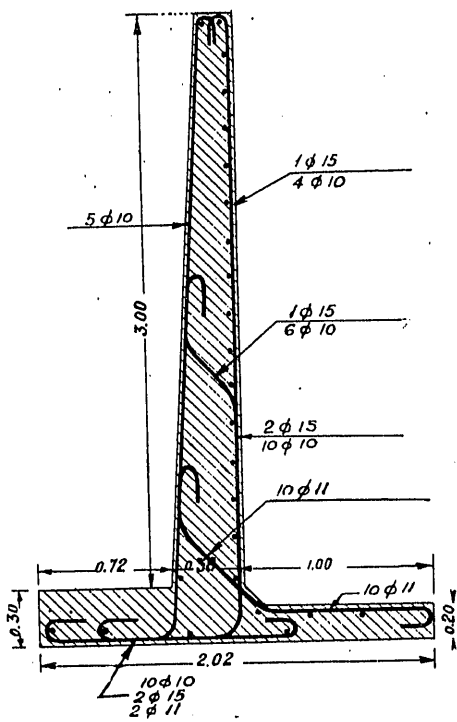
El punto de paso de la resultante de empujes y fuerzas opuestas cae dentro del núcleo central, a 2,52 metros de la arista, determinando sólo compresiones, y aplicando la ley del triángulo, se comprueba que las presiones sobre el terreno son menores que el límite fijado.

El plan de la grada, por su inclinación, queda hasta la cota + 2,40 sobre el nivel del mar, limitada por los muros guías; a partir de la altura de éstos, ha de limitarse lateralmente con muros que descansen sobre el relleno y que denominamos muros de sostenimiento de la grada.

Se proyectan de hormigón armado, a base de una losa que forma pared, empotrada en otra de cimenta-

ción, buscando muros de poco espesor, teniendo la solución adoptada la ventaja de ocupar poco espacio, dejando libre el terreno contiguo para los montajes. Entre estos muros se proyectó un relleno de arena, en el que flotara la viga de picaderos e imadas.

El cálculo de estos muros no presenta dificultad alguna, estando expuestos con todo detalle en los tratados de hormigón armado. En evitación de rellenos que, por su gran altura, pudieran dar lugar a asientos sensibles, los muros se llevarán hasta alcanzar una altura de 3 m., proyectándose el resto a base de bóvedas de fábrica, sobre las que se extenderá una capa



Sección del muro de sostenimiento.

de arena, buscando continuidad de la construcción. Aparte de la ventaja expuesta, las bóvedas permitirán disponer debajo de la grada de un espacio apreciable para instalación de compresores, centrales eléctricas, etcétera, etc.

La losa de picaderos e imadas constituye el elemento de la grada más esencial, sirviendo de descanso del buque durante su construcción y de apoyo a las imadas durante su lanzamiento.

En el gráfico de presiones que se acompaña, se indican, por separado, las presiones sobre picaderos, o sea cuando se considera el trabajo en grada terminado, y las presiones máximas en las imadas, en las distintas fases del lanzamiento; esto ha servido para dividir la losa en sentido longitudinal en distintas zonas, en las que se admiten, para el cálculo como presiones uniformemente repartidas, las máximas fijadas para picaderos e imadas.

Aunque en la zona de picaderos la carga transmitida por éstos es la debida a un tren de fuerzas aisladas distanciadas entre sí, al igual que lo están los picaderos, al tener éstos un ancho de 0,25 m. y suponerlos emplazados en concordancia de las cuadernas del buque, tendremos que, dado el espesor de la losa y la repartición de presiones a través de ésta, con inclinación de 45°, la carga uniformemente repartida se aproxima grandemente a la realidad, sin introducir errores apreciables en el cálculo.

Admitimos, como antes se dice, como presión máxima resistida por el terreno, la de 1 Kg./cm.<sup>2</sup>. En aquellas zonas en que sea sobrepasada se reforzará con pilotes, calculados éstos en forma tal, que por sí solos sean capaces de resistir la supuesta carga.

Siendo la zona en que la carga sobre las imadas son mayores las coincidentes con la tercera fase de lanzamiento, el cimentar las imadas sobre pilotes da una garantía contra el posible asiento del terreno, que podría traer fatales consecuencias, ya que hay un momento en que el buque lanzado está como varado.

Proyectadas las obras de hormigón armado, las armaduras superior e inferior se calculan independientemente, a base de los máximos momentos flectores positivos y negativos, obtenidos, los primeros, en la hipótesis del buque descansando sobre los picaderos, y los segundos, en las distintas fases de su lanzamiento.

Simplificando el cálculo de la manera expuesta, al considerar la hipótesis del barco construido descansando sobre los picaderos, las cargas que hacemos intervenir son la repartida uniformemente sobre el ancho de picaderos, o sea reacción máxima debida al buque sobre la grada en la zona que se considere, partida por el ancho de picaderos, que fijamos en 1,50 m., y otra igual, uniformemente repartida, en los 8 m. en que se fijó, por razones constructivas, el ancho de la losa, debida a la misma reacción del peso del buque.

Al considerar la hipótesis del barco sobre imadas, el esfuerzo debido a aquél se reparte en partes iguales en cada una de las dos imadas, y las cargas que hacemos intervenir en el cálculo son deducidas en el mismo supuesto que en la hipótesis anterior.

Conocidas las cargas, fácilmente son deducibles todos los datos que permiten calcular espesores y armaduras, comprobándose la carga sobre el terreno, teniendo en cuenta también los pesos propios.

En la zona 3.<sup>a</sup>, la presión sobre el terreno debida a los picaderos cargados, queda dentro de los límites fijados, no sucediendo lo mismo al considerar las imadas cargadas; proyectamos, por ello, la losa descansando sobre pilotes capaces de resistir por sí mismos la carga, deducida por imada, de 127 Tn./m. l., lo que supone una carga de 2 429 Tn. en los 27 m. de losa en que actúa aquélla.

La plataforma que encepta las cabezas de los pilo-

tes, se calcula por ser la hipótesis más desfavorable para picaderos cargados; por ello, supuestos los pilotes coincidentes con las extremidades de las imadas, tomamos como luz de cálculo la de 6 m.

En la zona 4.<sup>a</sup> no existen picaderos, por caer dentro de la antegrada; se sitúan pilotes por los motivos expuestos anteriormente, siendo calculados bajo los mismos supuestos que la zona 3.<sup>a</sup>.

Para el cálculo de la losa que encepa las cabezas de los pilotes se supuso que se trataba de una viga de tres tramos, apoyada sobre cuatro apoyos, los tramos extremos sometidos a una carga uniforme, suma de la carga sobre imadas y del peso propio de la losa, y el tramo central sometido sólo al peso propio de esta última.

En las zonas 5.<sup>a</sup> y 6.<sup>a</sup>, el cálculo es similar a la anterior. En la zona 7.<sup>a</sup>, si bien las cargas transmitidas son inferiores a las prácticas admitidas por el terreno, buscando la continuidad constructiva de la antegrada y garantía contra los asentamientos, se proyecta como las anteriores, a base de pilotaje.

Se ha tenido en cuenta que al construir la grada en seco la losa sufrirá los efectos de subpresión, comprobándose que la armadura superior, calculada en la forma dicha, es suficiente para resistir dicho esfuerzo.

Los pilotes han sido fijados teniendo en cuenta la carga total que tienen que resistir por zona considerada, y en el supuesto que cada pilote resista por sí 36 Tn. Se han proyectado de sección cuadrada, de 0,30 m., con longitud de hincas de 6 m., comprobándose su resistencia de acuerdo con la teoría de M. Benabenq.

De los elementos auxiliares de la grada, tan sólo mencionaremos el larguero de apoyo de vías de las grúas "Cantilever".

Se supuso un peso de la grúa en orden de carga de 70 Tn. La grúa descansa en los carriles por cuatro pares de ruedas, siendo la separación entre ejes de éstas de 1,370 m. y de 5,900 m. de centro a centro del par en un mismo carril. Para efectos del cálculo, consideramos la grúa descansando sobre cada carril, por intermedio de dos apoyos, con separación entre ejes de 5,900 m.

Consideramos al larguero como una verdadera placa de fundición continua, armada con redondos, en forma que tenga una rigidez tal que reparta perfectamente la carga sobre todo el ancho de su base y en una longitud equivalente a la distancia entre dos patas del mismo lado de la grúa.

Supusimos, para situarnos en consideraciones más desfavorables de cálculo, que el peso del pórtico no se reparte uniformemente sobre los cuatro apoyos, haciéndolo sólo sobre dos; al peso de 35 Tn. por apoyo, había que agregar la componente vertical al esfuerzo del viento, que fijamos, por exceso, en 1 Tn., por lo

que la componente vertical correspondiente al apoyo será de 36 Tn.

Fijando el ancho de la placa en 1,20, y teniendo en cuenta la hipótesis de cálculo hecha, la presión sobre el terreno es de 0,50 Kg./cm.<sup>2</sup>, que la soporta perfectamente el relleno.

La reacción del terreno sobre la viga, al soportar ésta el peso de la grúa, determina un momento flector que se obtiene suponiendo a aquélla como semiempotrada por su continuidad, con dos apoyos distanciados igual que los centros de presión.

Como consecuencia del cálculo, la altura de la viga se fija en 0,60 m., siendo su armadura doble disimétrica, a base de 10 redondos de diámetro 25 mm. la superior, y de igual número de redondos, pero de diámetro 17 mm., la inferior.

Para la distribución de esfuerzos transversales se propuso el empleo de estribos de 6 mm. de diámetro, en número de 10 por metro lineal, formando cercos independientes, con vértices en dos barras consecutivas.

Se comprobó que la rigidez de la viga es suficiente para repartir las presiones en la longitud prevista de 5,90 m., y en el sentido del ancho de la misma. En sentido transversal, si se adopta la repartición según líneas de 45°, la presión afecta a todo el ancho de la base, ya que la altura de losa es doble de su ancho.

En sentido longitudinal, el carril tiene una rigidez apreciable y contribuye a la rigidez, por lo que se determinó la longitud de éste en que puede suponerse se extiende su influencia.

Adoptando un tipo de carril con momento resistente de 312 cm.<sup>3</sup>, la longitud a considerar es de 70 m., y supuesto, como antes se dice, el reparto de presiones a través de la losa, la longitud afectada es de 190 m.; como se pretende que la carga aislada de cada pata se reparta en una longitud de 590 cm., al larguero habrá que darle, de acuerdo con los cálculos expuestos por Zafra en su *Mecánica*, un momento resistente de 14 400 cm.<sup>3</sup>.

Al tener la viga 57,4 cm. de canto útil y 1,20 m. de ancho, armada uniformemente con 10 redondos de 17 mm., haciendo caso omiso de la armadura superior, para las cargas de trabajo habituales del hierro y hormigón, la viga resiste un momento de 14,270 m./Kg., sensiblemente el antes calculado.

\* \* \*

Celebrado un concurso entre casas especializadas en obras marítimas, se adjudicó la construcción de las obras antes reseñadas a la Sociedad Ibérica de Construcciones y Obras Públicas, S. A., constructora de la casi totalidad de las obras marítimas del puerto de Valencia; que hizo la propuesta más económica.

El problema principal, propio de los tiempos actuales, fué el acopio de materiales, ya que en la construcción son necesarias 780 toneladas de tablestacas,

unas 300 toneladas de hierros de todas clases y 23 000 m.<sup>3</sup> de arena limpia, aparte de otros materiales en proporción inferior.

Las tablestacas fueron objeto de importación, siendo de admirar el que, procediendo de un país en guerra, su confección fué esmerada en extremo, y su envío, rápido.

Para la obtención de la arena necesaria, no siendo posible el empleo de dragas, pues aparte de que la importancia del cubo no compensaba su empleo, las arenas del fondo del mar en la parte del litoral próximo a Valencia son bastante sucias, con mezcla de fangos y alga, se adoptó la solución de extraerlas de una playa inmediata y de la zona de rompiente, donde la arena es limpia y repuesta por el mar; para ello se utilizan pequeños grapines movidos por grúa de alcance, que descargan la arena en vagones tolvas basculantes, de 10 m.<sup>3</sup> de cabida, haciéndose el transporte por vía férrea que une las canteras de la Junta de Obras con el puerto.

Con este procedimiento se logró una buen rendimiento, haciendo desaparecer el temor de que pudiera prolongarse la duración de la obra por falta de rellenos.

Para la hincas de los 3 300 m. de tablestacas, utilizó la Contrata uno de sus medios flotantes más importantes, su grúa "Hércules", de 300 toneladas de potencia, conceptuada como una de las mayores del mundo, que por estar montada sobre pontona de grandes dimensiones, le da una estabilidad grande, sin que se noten los efectos de las pequeñas marejadillas interiores del puerto, permitiendo la altura de su pluma la instalación del castillete que guía el martinete.

El martinete empleado es un "Demag Unión VR 20", dispuesto para propulsión por vapor o aire comprimido; diámetro del cilindro, 275/340 mm.; carrera, 400 mm., produciendo golpes rápidos, aproximadamente 130 por minuto.

La hincas se realiza por pares de tablestacas, con ayuda de un sombrerete doble; los rendimientos han sido buenos, llegándose a haber hincado 32 tablestacas en una jornada, lo que supone un avance de tablestacado de 15 m. aproximadamente en igual tiempo.

El presupuesto total de la obra, incluido el valor de las tablestacas y el aumento del 17 por 100 de contrata, es de 4 900 000 pesetas en números redondos.