

# Notas sobre el clavado de tablestacas en el puerto de San Antonio

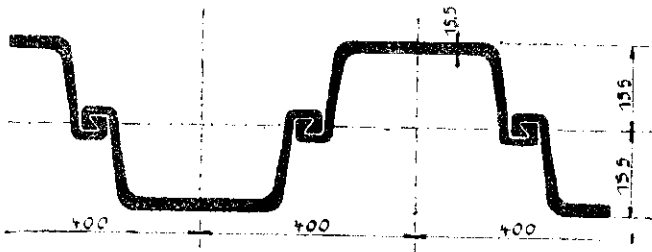
**E**L constante aumento del tráfico marítimo en el Puerto de San Antonio, impuso la construcción de un nuevo malecón de atraque para barcos de gran tonelaje.

Al efecto, la Dirección de Obras Marítimas elaboró un proyecto que consultaba la habilitación, en la «Poza

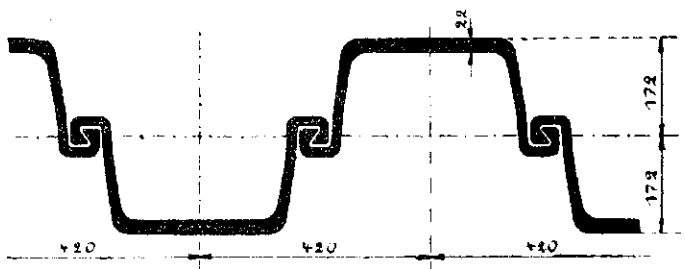
grande» del Puerto, adyacente al espigón que separa ambas dársenas, de un malecón de tablestacas de acero con 366 m. de largo y 10 de calado.

Las tablestacas usadas son del tipo «Larssen» N.º 4 y 5, con las características siguientes:

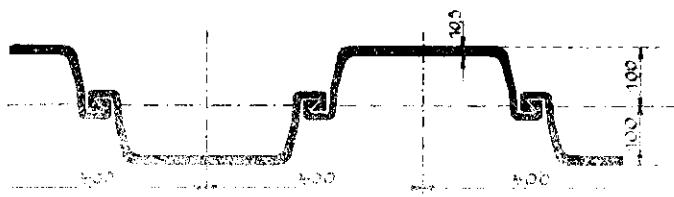
(Lámina 1)



Perfil 4.—Peso de 1 m lineal de tablestaca.....	aprox. 75 kgs.
Peso de 1 m <sup>2</sup> de tablestacado.....	* 187 *
Momento resistente de 1 m corrido de tablestacado....	* 2037 cm <sup>3</sup>



Perfil 5.—Peso de 1 m lineal de tablestaca.....	aprox. 100 kgs.
Peso de 1 m <sup>2</sup> de tablestacado.....	> 238 >
Momento resistente de 1 m corrido de tablestacado....	> 2962 cm <sup>3</sup>



Perfil 2.—Peso de 1 m lineal de tablestaca.....	aprox. 40 kgs.
Peso de 1 m <sup>2</sup> de tablestacado.....	> 122 >
Momento resistente de 1 m corrido de tablestacado....	> 849 cm <sup>3</sup>

A 17 metros hacia la costa va un segundo tablestacado paralelo al primero, de 2,80 m. de alto, ligados ambos entre sí por tirantes de 82,55 mm. de diámetro, a 1,64 m. de distancia. provistos de tensores.

El primer tablestacado construído con las tablestacas 4 y 5, va clavado a martinete en el fondo del mar, más o menos hasta 7 metros de profundidad, y el segundo, con tablestacas N.º 2, va enterrado en la arena de relleno.

El cajón así atirantado se relleno por el lado interior del tablestacado de atraque, y apoyándose en él con piedras de 200 a 300 ks. de peso hasta la altura de aguas medias, teniendo el prisma trapezoidal 2 m. de ancho arriba y como base, la dimensión resultante del talud

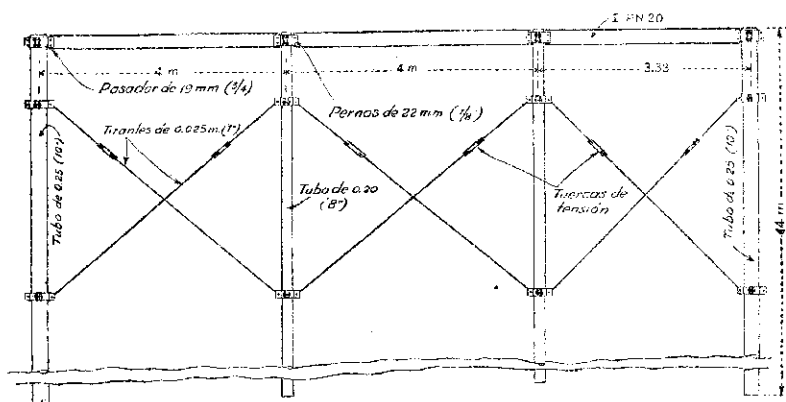
natural del pedraplen en las distintas honduras.

A continuación del enrocado y hasta la costa, viene un relleno de arena que en parte se acarreo por ferrocarril desde las dunas vecinas al Puerto, y en parte por la draga, encargada de darle al fondo de la bahía, en la zona vecina al malecón, la profundidad requerida.

El relleno, al presionar las tablestacas, permitía regular la tensión de los tirantes y rectificar la línea del atracadero.

Finalmente, el tablestacado se remató con un muro de concreto de coronamiento de 0.60 m. de espesor y 1.50 metros de altura.

El trabajo fué contratado con el ingeniero don Roberto Torretti, a base del sistema llamado *cost plus*, con un presu-



(Lámina 2)

Alzado lateral del andamio.

puesto global de 2,5 millones, incluyendo materiales y proporcionando el Puerto todos los elementos de trabajo.

\* \* \*

El primer problema que hubo que afrontar fué la habilitación de un andamio seguro para trabajar en pleno mar, a 40 o 60 metros de la costa, en honduras de agua de 6 a 8 metros, andamio capaz de resistir el peso de una grúa ambulante, que debía levantar el martinete de 4, 5 toneladas con que se hincaban las tablestacas, y que debía montarse y desmontarse sucesivamente a medida del avance del trabajo.

Como el lecho del mar en esta zona es formado por una capa de arena de espesor variable, comprendida entre 0.80 y 1.50 m. de profundidad, siguiendo a continuación arcilla dura, el Contratista resolvió el problema utilizando tubos de 0.20 y 0.25 m. de diámetro y 12 y 15 metros de longitud, que le servían de pies derechos y que se hincaban con lanza de agua a una presión de 7 atmósferas.

Estos tubos iban colocados a 4 m. de distancia unos de otros, amarradas sus cabezas con vigas doble T, (perfil normal 20) y arriostrados con tirantes de tensión. (Véase figura anexa).

Encima de esta estructura se colocaron vigas de madera de 6" X 6" y un entablado de 2".

Para armar el andamio se partió del cabezo terminal que estaba inmediato a la costa, suspendiendo verticalmente en la ubicación deseada los tubos y haciéndolos descansar en el fondo del mar por medio de una grúa de los antiguos atracaderos del Puerto, se les aplicó un chorro de agua en presión por medio de una manguera que se introdujo en el interior del tubo hasta llegar al fondo. El chorro removía la arena y el tubo descendía en 2 o 3 minutos por su propio peso, hasta alcanzar la arcilla dura, apretándose sólidamente con la arena que lo rodeaba (Lámina 3).

Para deshacer el andamio y levantar los tubos era menester el auxilio de una cigüeña poderosa, montada en una lancha.

El avance diario era como mínimun

de un tramo de 4 m. de largo por 12 m de ancho.

Una vez apretadas las tuercas de tensión, el andamio presentaba una firmeza extraordinaria y permitía el avance de la grúa y el clavado de las tablestacas en condiciones perfectamente seguras.

Para efectuar el clavado de las tablestacas era necesario utilizar una grúa liviana al par que potente, en atención a la naturaleza del andamio, ya que sólo el martinete que tenía que levantar desde la lancha, y colocar encima de la tablestaca lista para ser clavada, pesaba 4.5 T.

Como el Puerto no dispusiera más que de grúas a vapor muy pesadas y relativamente poco potentes en relación a su peso propio, el Contratista se vió obligado a fabricar en sus talleres una grúa eléctrica, con una pluma de 12 m. montada sobre un amplio chasis con ruedas, a fin de repartir la carga sobre una gran superficie, grúa que resolvió satisfactoriamente el problema (Lámina 4).

Las tablestacas se cargaban en lanchas desde el Molo del Puerto, y se remolcaban hasta la orilla del andamio, en que puestas al alcance de la grúa, eran izadas y colocadas verticalmente en la línea que determinaba una guía sólidamente afianzada al andamio y formada por dos maderos de pino de 0.20 X 0.20 m., distante de 0.33 m. entre sí.

El clavado de tablestacas se operaba con un martinete a vapor automático de doble acción, marca McKiernan-Terry, de 4,5 T. de peso, al que se enviaba vapor a 90 lbs., desde un caldero instalado en una lancha, como se ve en figura 4 anexa. El martinete se asentaba sobre una cabeza especial de acero que se adaptaba a la forma de la tablestaca y que llevaba en su plano de contacto un colchón de madera de luma de 0.20 m. de espesor.

Montado el martinete sobre esta

cabeza, el clavado se producía en condiciones normales con rapidez: al cabo de 3 o 4 minutos se hincaban las tablestacas alrededor de 7 m. en la arcilla dura del mar.

Pero en algunas ocasiones ocurría que la tablestaca encontraba en su camino algún obstáculo, como barras de hierro, rocas, etc. que la reviraba o impedía realizar su clavado normal, desplomándola en un sentido u otro.

En cada uno de estos casos hubo que arbitrar medios para arreglar el tablestacado en forma de mantener la alineación respectiva.

El avance diario era de 10 a 15 tablestacas, según el estado del mar, esto es 4 a 6 metros de longitud de tablestacado.

Después de clavado cierto número de tablestacas, se procedía a la colocación de las vigas armadas longitudinales que atiesaban el tablestacado y en que tomaban colocación los tirantes (Lámina 5).

Una vez clavadas las tablestacas y contratablestacas y colocados los tirantes, se cargaba con arena el mamparo del lado hacia tierra, a fin de traer a una línea perfecta al tablestacado, accionando los tensores.

Conseguida la alineación requerida, se rellenaba todo el recinto encerrado por las tablestacas y la costa, con la arena y arcilla extraídas de la bahía por una draga de succión, (véase figura anexa), y que vaciaba a razón de 500 m<sup>3</sup>. más o menos por viaje (Láminas 6 y 7).

\* \* \*

Es digna de interés la forma de contrato seguido en este trabajo que, como lo mencionamos anteriormente, se denomina «cost plus».

En este caso el contratista se comprometió a efectuar el trabajo por un presupuesto global convenido con el Fisco.

Este contempla una remuneración fija para el contratista, a saber: 10% del total. Si la ejecución de las obras arroja economías, éstas se dividen por mitad entre las partes. Si inversamente, el costo ha resultado superior al presupuesto, el contratista pierde su honorario hasta el 50%.

El Fisco en este caso aportó todo su material: dragas, locomotoras, wagones, grúas, remolcadores, etc., abaratando con este aporte el costo general de la obra.

El Fisco controla todos los gastos, durante el trabajo, incluso las planillas de jornales, y como tiene a mano la cifra de las cantidades de obra ejecutadas, está en condiciones de fijar a cada momento los costos unitarios.

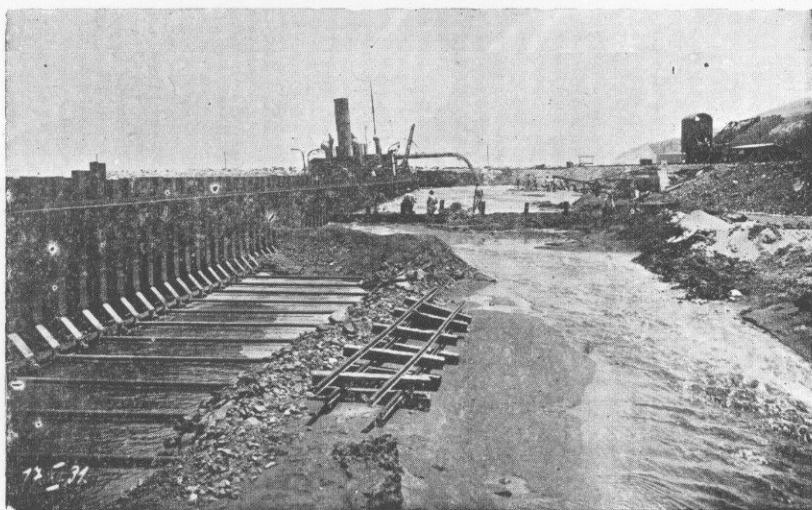
El sistema tiene en sí un fondo de ecuanimidad incomparablemente superior al del sistema llamado por sumaalzada. Al paso que en este último el contratista puede quebrar, víctima a veces de malos estudios efectuados por las oficinas técnicas, y el Fisco quedarse al fin, propietario de una obra costosa por una suma irrisoria, con detrimento de la moral;

en el sistema «*cost plus*», el contratista perdería en el mismo caso la mitad de su honorario y dejaría de percibir las utilidades derivadas de las economías que hubiera podido realizar.

Vice versa, si gracias al talento del contratista, o a errores en los estudios, la obra resulta costando un valor muy inferior al presupuesto oficial, el sistema por sumaalzada no provee nada a favor del fisco, en tanto que el *cost plus* le cede la mitad de las economías realizadas, con lo que nuevamente la obra resulta ejecutada a un precio más equitativo.

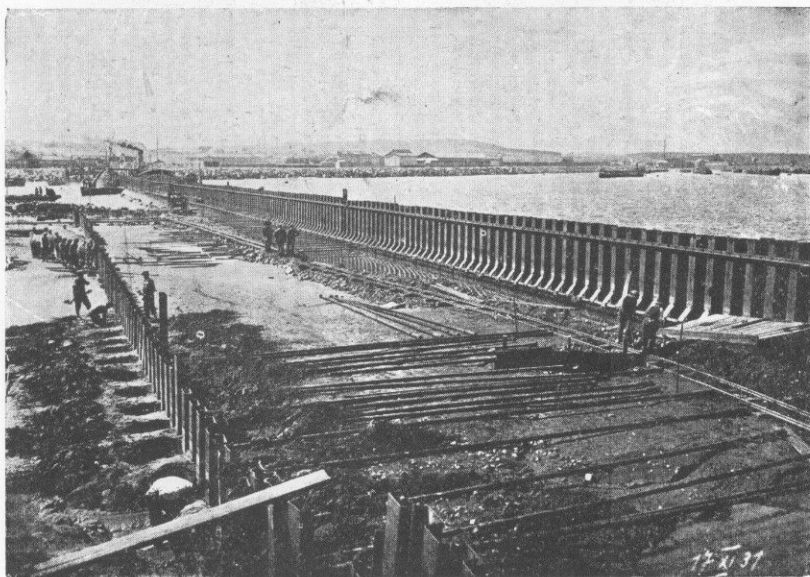
Otro aspecto muy interesante es el aporte de maquinarias y elementos de trabajo por parte del Fisco, o de la empresa contratante, que representa una gran economía en los gastos de primera instalación.

Creemos que por estas razones, este sistema «*cost plus*» está, llamado a un gran porvenir entre nosotros, máxime en empresas como la de los FF. CC. del Estado, o en los puertos, que por la índole de sus actividades, disponen de valiosos elementos de trabajo.



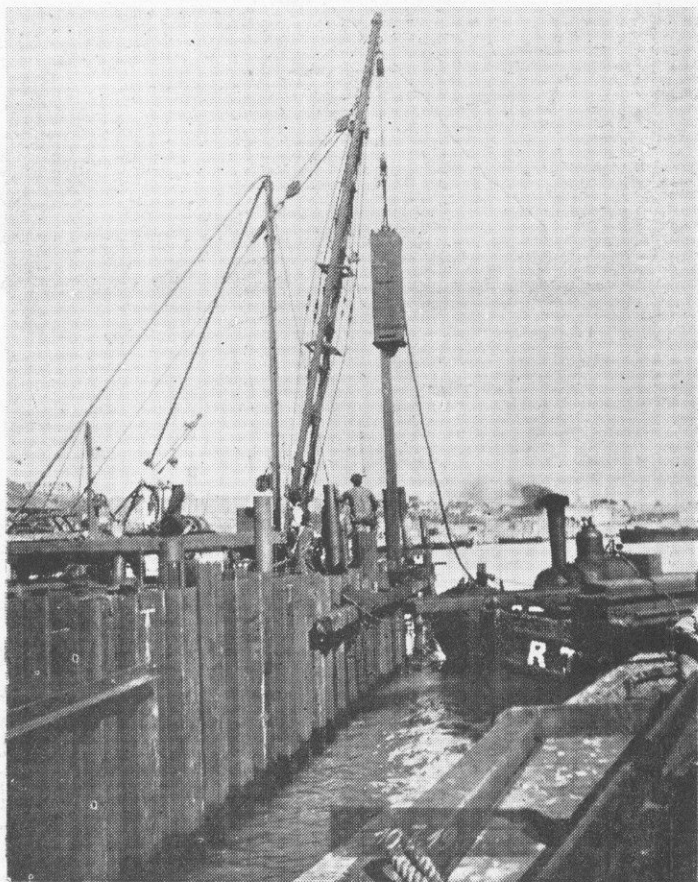
(Lámina 7)

El recinto del futuro malecón recibiendo el relleno de arena que le lanza la draga Kinderdijk desde el exterior



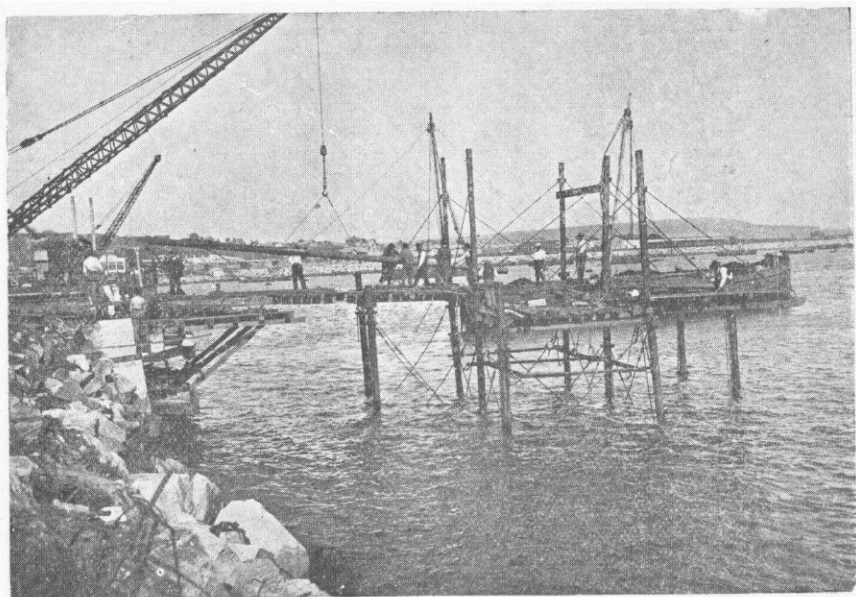
(Lámina 5)

Vista general de los tablestacados al tiempo de colocar los tirantes



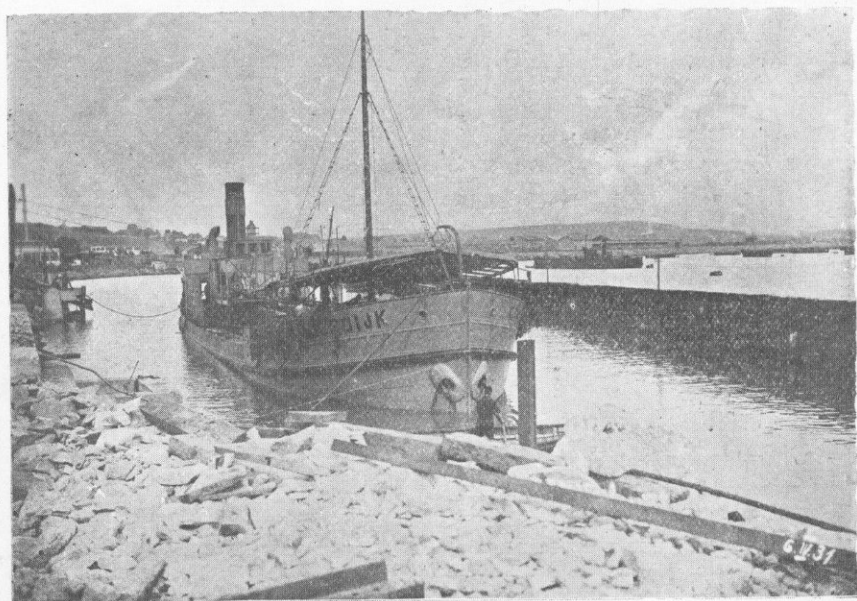
(Lámina 4)

Crúa construida en la Fundición Torretti.—El martinete en el momento de clavar una tablestaca. Se ve el caldero de una locomotora desde donde se le envía el vapor a 90 libras de presión



(Lámina 3)

Comenzando a construir el andamio con tubos Manesmann hincados con lanza de agua



(Lámina 6)

La draga de succión «Kinderdijk» vaciando su depósito dentro del recinto de tablestacas