

Puerto de Montevideo

MUROS DE MUELLE PROYECTADOS PARA LA DARSENA FLUVIAL Y MUELLE DE ESCALA

POR EL ING.^o F. IGLESIAS HIJES

La dársena fluvial, actualmente en construcción, destinada al servicio de las embarcaciones fluviales, comprende un desarrollo total de muelles de 826.00 metros, de los cuales corresponden 383 mts. al Muelle Maciel, ya existente; los 443.00 mts. restantes que forman los límites sur y oeste de esa dársena, han sido ejecutados de acuerdo con el tipo proyectado especialmente para esa obra, que se describe a continuación.

En vista de los inconvenientes observados en los muros discontinuos de las dársenas I y II de este puerto, donde se producen fugas de arena por las juntas de los tablaestacados, que exigen reparaciones delicadas por medio de buzos, se adoptó para la dársena fluvial un tipo de muelle a paramento continuo, que eliminase dicho peligro.

Como el muelle proyectado debía construirse sin ningún terraplén de acceso en más de 250.00 mts. de longitud, por insuficiencia de los recursos asignados por la ley para esa obra, limitando los servicios inmediatos de ese trozo a la defensa de la dársena y al atraque de remolcadores y otras embarcaciones no destinadas al transporte de mercaderías, se consideró necesario darle un ancho no menor de 6.00 mts. que permitiera el tránsito de los peatones sobre el mismo.

El muelle está formado por una serie de pilares de hormigón, revestido de mampostería, de 15.50 mts. de largo por 6.00 mts. de ancho, dispuestos a una distancia de 2.00 mts., que queda ocupada por dos filas de bloques de junta.

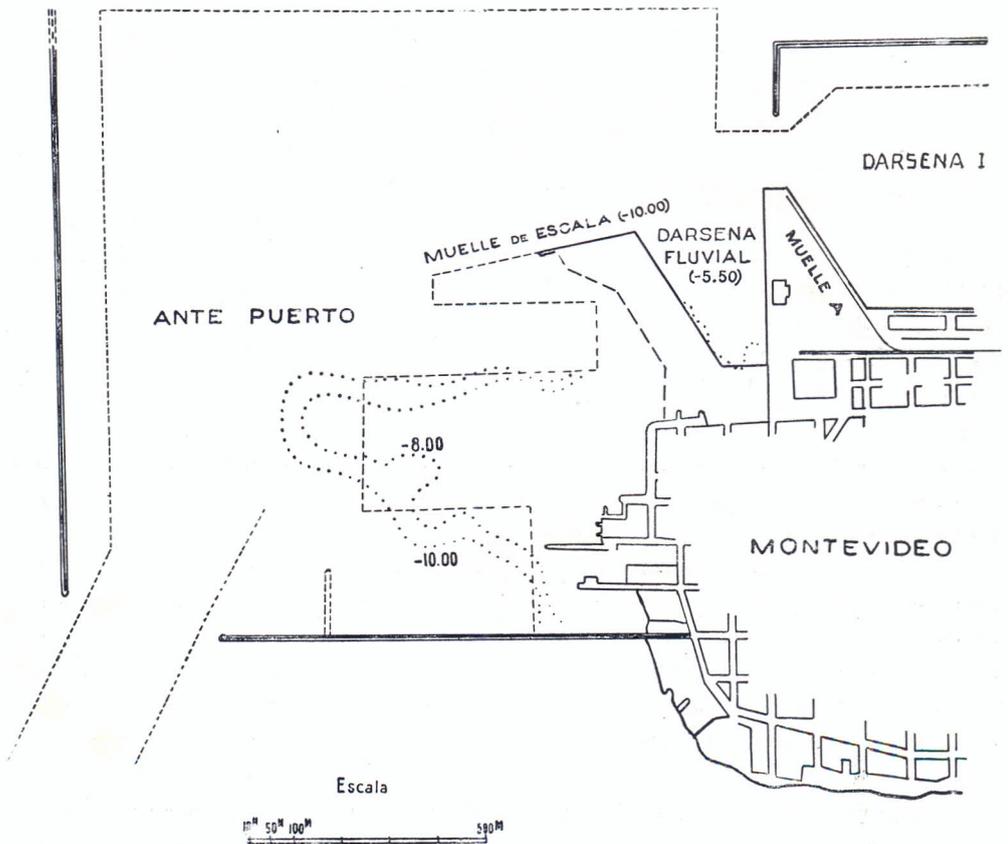
Estando fundados dichos pilares a 6.00 mts. bajo el cero del puerto, lo que hacía exajerado el ancho adoptado, para la estabilidad de los pilares, se consideró necesario ejecutarlos con tres grandes celdas huecas, que se rellenan simplemente de arena, a fin de conseguir una economía en el costo del hormigón que compensara el ancho obligado de la obra.

El resultado obtenido con el tipo proyectado, que se indica en las figu-

ras, puede apreciarse examinando las características siguientes que permiten compararlo con las obras corrientes:

Altura total del muro de muelle	mts.	10.00
Ancho de la base	»	7.10
Relación de la base a la altura		0.71
Cubo total de mampostería por metro.	m. ³	30.357
Espesor medio equivalente.	mts.	3.04

En la parte desprovista de terraplén de acceso el muro de muelle debía



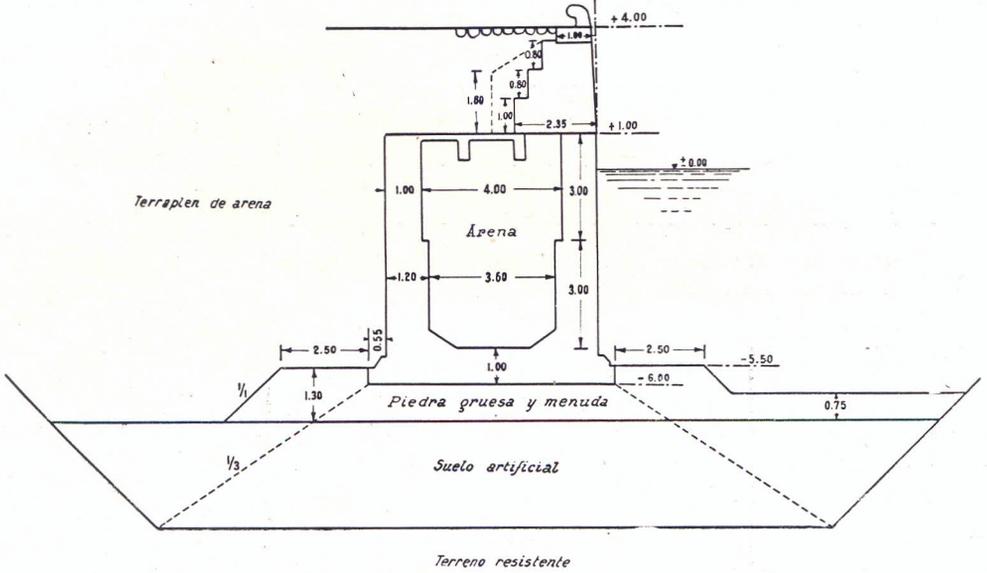
tener un paramento provisorio, sobre los pilares, formado de bloques de hormigón dispuestos paralelamente al muro de coronamiento, que serían retirados cuando se completara el terraplén.

Las celdas de los pilares están tapadas con dinteles de cemento armado que transmiten la carga sobre las paredes laterales de los pilares a fin de contribuir a su estabilidad sin esfuerzos de tracción en los muros.

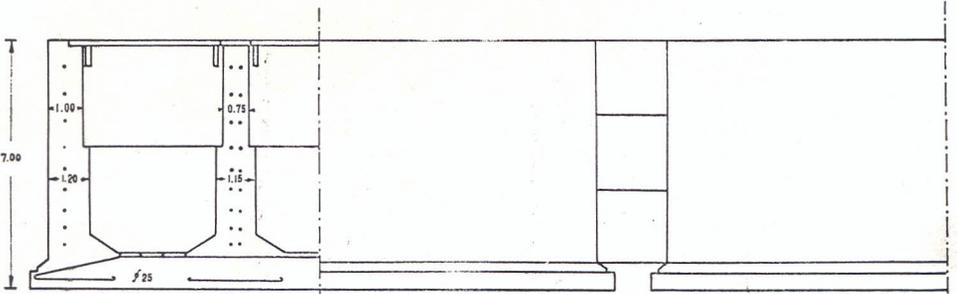
La construcción de estos pilares fué proyectada de acuerdo con un pro-

DARSENA FLUVIAL

PERFIL TIPO

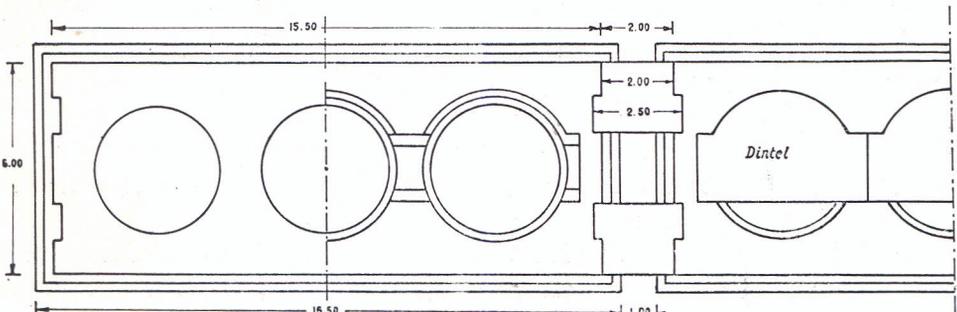


DETALLES DE LOS PILARES



SECCION LONGITUDINAL

ALZADO



CORTE HORIZONTAL

PLANTA

cedimiento que no tenemos conocimiento que se haya empleado antes en ninguna otra obra.

La empresa constructora Tosi y Cordano, contratista de estos trabajos, que de acuerdo con el pliego de condiciones tenía la facultad de utilizar alguno de los procedimientos ya conocidos, si los consideraba preferibles, decidió adoptar el sistema previsto en el proyecto, haciendo el cajón ataguía a doble pared, flotante, para poder prescindir de los servicios de grúa en las diversas maniobras del mismo.

La construcción del pilar se inicia dentro de un cajón ataguía que está compuesto de dos partes independientes: el fondo o balsa, formado por un sistema de vigas que soporta un piso de madera calafateado; y el cajón metálico, flotante, que descansa sobre la balsa por intermedio de una primer junta estanca, formada simplemente de varias hojas de fieltro alquitranado clavadas al reborde de madera de la balsa. El cajón metálico y el fondo están unidos por la sub - presión del agua que hace flotar el conjunto; además hay unas barras exteriores que tienen por objeto unir esas dos partes independientemente de la presión del agua y unas guías de hierro que aseguran su perfecta coincidencia cuando deben ser unidas.

El fondo del pilar, que está reforzado con algunas armaduras de acero para poder soportar las flexiones que se indican más adelante, se ejecuta sobre dicha balsa estableciendo contacto con el ángulo interior del fondo del cajón metálico, donde se forma la segunda junta estanca echando mortero de portland entre la mampostería del pilar y un cintón de madera, engrasado, de paramento inclinado fijado al borde interior del cajón, como se indica en el detalle correspondiente.

Se continua la construcción del pilar mientras lo permite la profundidad de agua disponible, debiendo dejarse entrar agua en los compartimentos del cajón metálico a medida que avanza el trabajo de tal modo que en todo momento cargue una parte de su peso sobre la balsa, por intermedio de la primera junta estanca, a fin de asegurar el buen funcionamiento de esta.

Cuando se considera necesario proceder al desprendimiento de la balsa, pero nunca antes de cinco días de terminado el fondo de hormigón del pilar, se dejan libres las barras exteriores y se hace entrar agua por una válvula especial al interior de la balsa. Como el fondo de mampostería del pilar se ha ejecutado sobre una capa de gravilla, de unos diez centímetros de espesor, cubierta con hojas de papel fuerte para evitar que se le adhiera el mortero de las juntas, el agua penetra fácilmente entre el fondo del pilar y la balsa, provocando inmediatamente el desprendimiento de esta, bajo la acción de su peso, que se regula desde el cajón flotante por medio de aparejos, hasta depositarla sobre un fondo de arena preparado al efecto.

El pilar queda unido entonces al cajón metálico por la segunda junta estanca, flotando el conjunto gracias a la sub - presión del agua. Se continua su construcción por capas horizontales, lastrando el cajón de modo que acompañe siempre el aumento de calado que origina el avance de la obra. En esa forma el peso del pilar es sensiblemente igual a la sub - presión del agua, lo que

reduce los esfuerzos de flexión del fondo a la parte correspondiente a cada celda hueca que ha sido armada ya al efecto. A fin de evitar un desprendimiento inoportuno del pilar por insuficiencia del lastre de agua introducido en el cajón, debido a cualquier olvido de esa maniobra, existen varias barras interiores que unen el fondo del pilar al borde superior del cajón, que evita ese peligro.

Una vez terminado el pilar se lleva a remolque dentro del cajón metálico hasta la fundación de escollera que debe recibirlo, donde es fondeado introduciendo agua en su interior para aumentar su calado. En el caso de existir algún error de alineación del pilar basta extraer cierta cantidad de agua para que, volviendo a flotar, se pueda efectuar la corrección correspondiente.

El retiro del cajón metálico se efectúa desprendiendo las barras de unión y desagotando el agua de tal modo que queden parcialmente llenos los compartimentos de un extremo. En esa forma el extremo opuesto sobresale del agua lo necesario para pasar por encima del pilar mientras es remolcado fuera del lugar, lo que se hace aprovechando la marea alta.

Se vuelve a lastrar uniformemente el cajón flotante y se lleva sobre el emplazamiento de la balsa, aumentando su calado hasta que descansa sobre esta, lo que es facilitado por las guías metálicas existentes en la balsa que aseguran la coincidencia de ambos elementos. Se fijan las barras de unión externas y se desagota el interior del conjunto, quedando nuevamente este en condiciones de iniciar otro pilar.

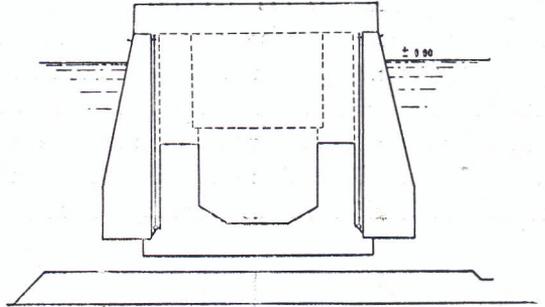
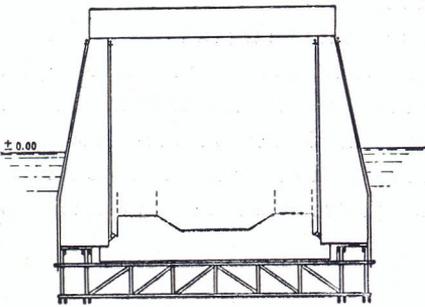
Todas las operaciones indicadas se realizan con toda facilidad como lo demuestra el hecho de haberse ejecutado 22 pilares de este tipo en la dársena fluvial sin el menor contratiempo, llegando a construirse cada uno en veinte días de trabajo.

Antes de terminarse las obras contratadas de esta dársena el Consejo N. de Administración resolvió que se completasen los terraplenes de acceso en toda la longitud de la nueva obra, lo que justificó el estudio de la cabeza de este muelle de modo que forme parte del trazado de un muelle de gran profundidad, proyectado al efecto, destinado al atraque rápido de los grandes vapores de pasajeros que hacen escala en este puerto, cuya necesidad se había previsto anteriormente por otros técnicos. De este modo, ampliando en unos 100.00 mts. el ancho normal que se habría dado a esa cabeza de muelle, con lo que se llegaba a algo más de 200.00 mts., se puede aprovechar de inmediato para un puesto de atraque de los vapores mencionados.

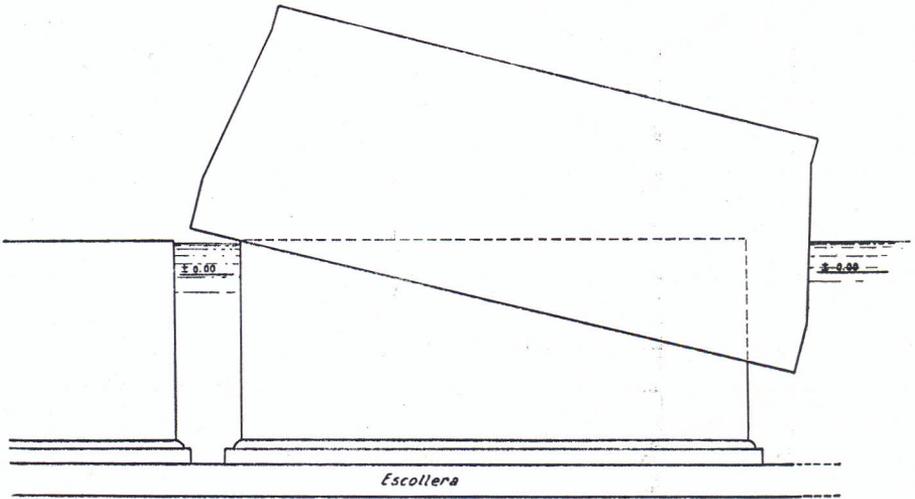
Habiendo conveniencia en aprovechar los elementos utilizados para la construcción de los pilares de la dársena fluvial, fondeados a —6.00 mts., a fin de que no resultase exajerado el costo de un número reducido de pilares fondeados a —10.50 mts., destinados a la ampliación de esa obra, se ha proyectado un tipo especial de pilar y un procedimiento de construcción no empleados hasta ahora en ninguna otra obra semejante, que ha permitido obtener el resultado deseado.

DARSENA FLUVIAL

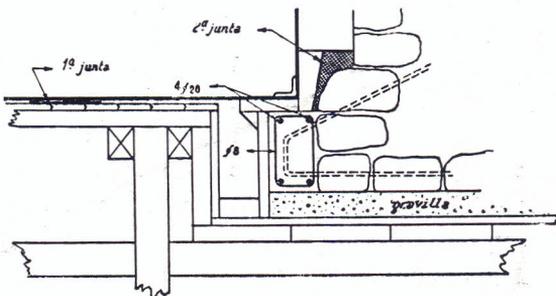
PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION



RETIRO DEL CAJON FLOTANTE

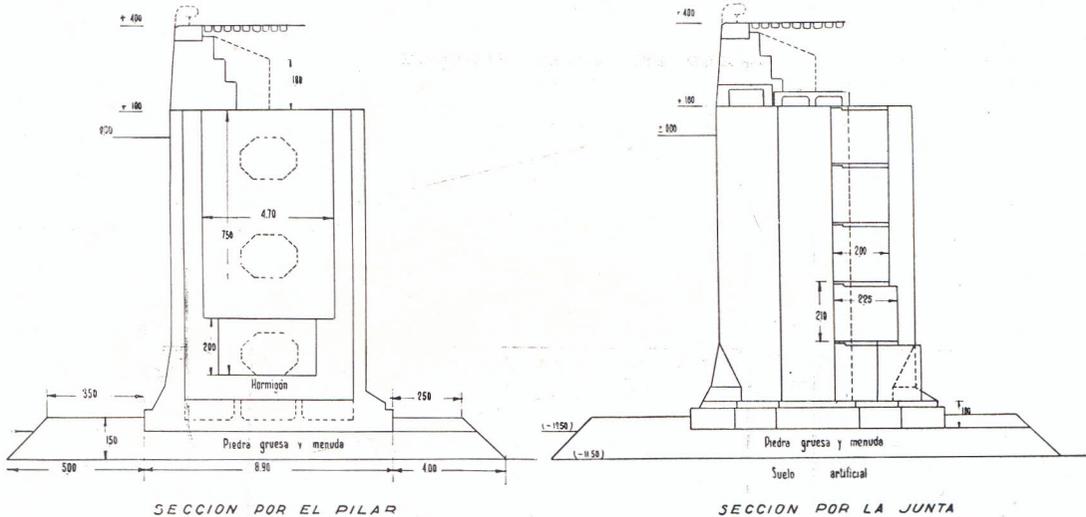


DETALLE



El muelle de escala, a que se hace referencia, está formado por pilares de cemento armado revestido de mampostería, de 15.20 mts. de largo por 6.90 mts. de ancho, teniendo en su parte inferior un doble patín que eleva ese ancho a 8.90 mts.; los pilares están dispuestos a una distancia de 1.80 mts. que es ocupada por los bloques de junta situados del lado del terraplén, que contribuyen con su peso a la estabilidad del conjunto, cargando sobre los patines interiores. Exigiendo el procedimiento de construcción que dichos pilares puedan flotar por sí solos antes de ser fondeados, se les ha provisto de tres grandes celdas huecas que reducen el espesor total de las paredes hasta 0.45 m. La forma de esas celdas ha sido estudiada de modo que no existan esfuerzos de flexión en las paredes laterales, las que resisten las enormes pre-

MUELLE DE ESCALA



Dibaja *[Signature]*

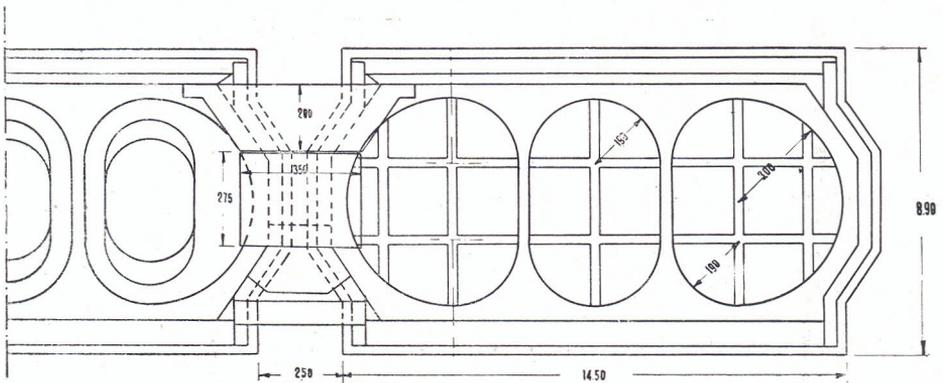
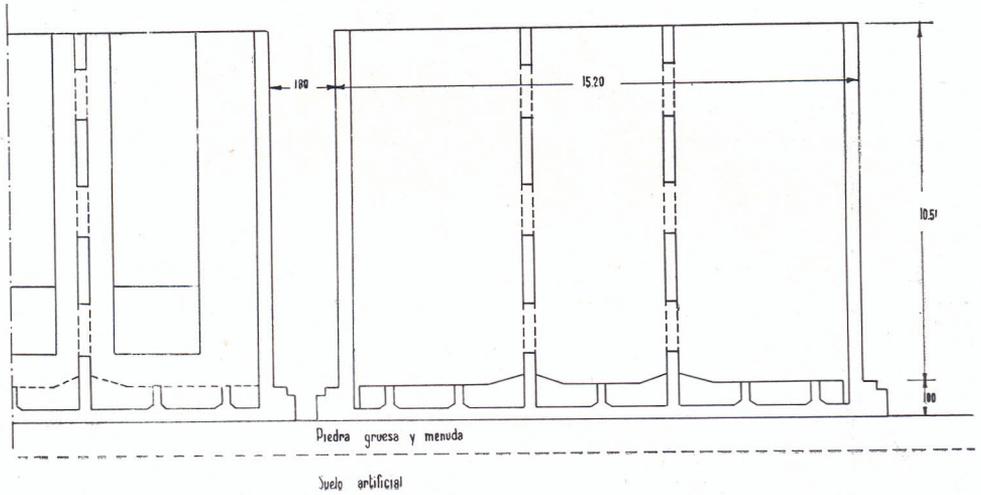
siones que deben soportar, que alcanzan a 10.000 Kgs. por metro cuadrado, trabajando el hormigón solamente a la compresión, lo que reduce considerablemente las armaduras del mismo.

La construcción de estos pilares se inicia como los de la dársena fluvial, en el mismo cajón ataguía, que solo fué ensanchado con ese objeto; al llegar el calado del cajón a unos cinco metros se desprende la balsa-fondo, continuando el conjunto estanco gracias a la segunda junta ya detallada. Cuando el cajón metálico llega cerca de su calado máximo debido al avance de la construcción, se efectúa el desprendimiento del cajón alargando las barras interiores de unión y retirando el lastre de agua, con lo cual recupera el cajón un calado menor, quedando el pilar flotando gracias a su poco peso con un calado de algo más de siete metros, todo lo cual se indica en la figura

esquemática respectiva; se vuelven a poner en tensión las barras de unión alargadas y se colocan unos tacos de madera que mantienen la separación entre el pilar y el cajón, que continúan nuevamente solidarios mientras se ter-

MUELLE DE ESCALA

SECCION LONGITUDINAL



PLANTA DE LOS PILARES

mina el pilar, procediéndose después al fondeamiento de este como en el caso anterior; después del desprendimiento el cajón actúa como taller flotante contribuyendo, también, a una mayor flotabilidad del pilar por medio de las

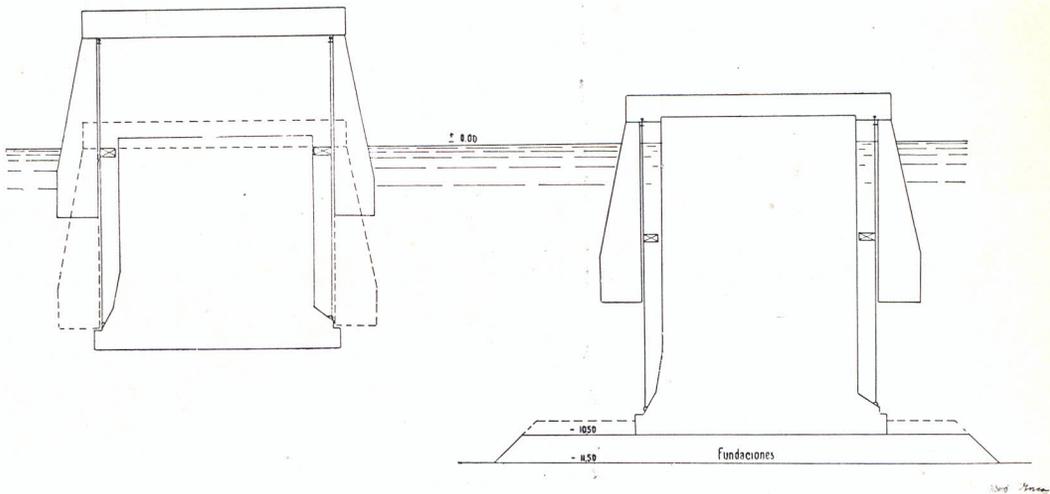
barras de unión, lo que evita la inmersión del material demasiado inmediata al fraguado.

Una vez fondeado el pilar se rellena parcialmente de hormigón para dar más resistencia a sus paredes y el resto con arena para contribuir a su estabilidad, procediéndose a la recarga con 400 toneladas para asentar su fundación y demás trabajos complementarios del muro de muelle.

Por el procedimiento indicado se pueden ejecutar muelles de gran profundidad con un cajón ataguía de calado y costo reducido.

MUELLE DE ESCALA

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION



Las características del muelle de escala, que permiten compararlo con otras obras existentes, son las siguientes:

Altura total del muro de muelle	mts.	14.50
Ancho de la base	»	8.90
Relación de la base a la altura.		0.615
Cubo total de mampostería por metro	m. ³	61.858
Espesor medio equivalente	mts.	4.27

La ejecución de este tipo de muelle se efectúa sin ninguna dificultad,

habiéndose construido ya 14 pilares en las obras mencionadas, sin el menor contratiempo.

En cuanto al costo de este muro de muelle incluida la escollera de fundación, postes Bollard y escaleras de salvamento correspondientes, asciende a \$ 2.245.00 por metro lineal, a lo que debe agregarse el costo del dragado y suelo artificial, que depende de la profundidad del terreno resistente. Se puede estimar, aproximadamente, en \$ 2.650.00 por metro lineal el costo total de todos los trabajos correspondientes a este tipo de obra, lo que solo excede en 26 % al costo de los muros de muelle de las dársenas I y II que tienen el inconveniente de no ser continuos en su infra - estructura y fueron ejecutados hace veinte años, cuando la mano de obra y los materiales valían considerablemente menos que ahora.

