

EL DIQUE DE CARENA EN TALCAHUANO

Para dejar constancia en nuestros ANALES de uno de los trabajos de mas largo aliento que se han llevado a cabo en Chile i en vista de que ninguno de los ingenieros que han tenido injerencia directa en la construccion del dique de carena de Talcahuano toma la pluma para describirlo, nos vamos a permitir recopilar los apuntes que hemos tomado durante las visitas que a dicha obra tuvimos que practicar como ayudantes del ingeniero consultor del Gobierno, don Camilo J. de Cordemoy.

Para facilitar las comparaciones, hemos reducido todas las cotas al mismo plano que han elejido las grandes naciones de Europa, cuyas costas están bañadas por mares con mareas, esto es, al de bajamar extraordinaria, que en Talcahuano está a 1,25 m. mas abajo que el plano elejido como $\pm 0,00$ durante la construccion del dique (la mas baja de las pleamares de aguas muertas).

Situacion.—Talcahuano, estacion término del ferrocarril central i el granero donde se reune gran parte de la produccion de cereales de Chile para su esportacion, es el puerto que se ha elejido para construir el primer dique seco de carena en nuestras costas. Está situado en la proximidad de Concepcion ciudad populosa i de recursos, i en el fondo de una amplia bahía abrigada (fig. 1), que presenta facilidades para ser defendida, mediante algunos fuertes, contra un ataque a viva fuerza

emprendido por una escuadra enemiga. Dicha bahía tiene la peculiaridad de ofrecer dos bocas separadas por una isla de considerable altura, tras de la cual podría mantenerse una escuadra en acecho para salir en el momento propicio por la boca mas conveniente. Un bloqueo que pretendiera establecer una armada que no contara con el número de naves suficientes para subdividirse en dos secciones de fuerza por lo ménos igual a la de la escuadra bloqueada, seria, pues, prácticamente nulo.

Tales son, en pocas palabras, las ventajas comerciales i militares que han influido en la eleccion de Talcahuano como el puerto mas adecuado para la construccion de un dique seco de carena.

Se ha situado el dique seco sobre el banco de Marinao, que se ha unido a la península de Tumbes por medio de un tajamar de 600 m. de longitud por 7 m. de ancho, en su parte superior, cuyo arranque está a 2 kilómetros próximamente al norte de la ciudad de Talcahuano.

Descripcion i dimensiones jenerales.—Compónese en realidad el carenero de dos cuencos de diversas dimensiones, colocados el uno a continuacion del otro. Se designan comunmente con los nombres de fosa grande i fosa chica.

El eje del conjunto de la otra está orientado mas ménos segun el meridiano magnético, i la entrada, que mira al sur, conduce primeramente a la fosa grande, cuyo largo total es de 130^m. Las dimensiones de la entrada son: ancho en la parte superior = 36,76^m; ancho en la parte inferior = 21,50, i profundidad en el centro = 8,00^m (fig. 2, corte C D).

Mas al norte se halla la fosa chica, cuyos muros de cuenco se unen a los dos de la fosa grande por medio de un codo (fig. 2, Plano). Cierra el extremo norte un hemicíclo que dista 70^m del tajamar. La longitud total de la fosa chica es de 70^m i las dimensiones de su entrada son: ancho en la parte superior = 20,76^m; ancho en la parte inferior, 15,50 i profundidad en el centro = 7,11^m (corte A B).

El zampeado tiene 3,20^m de espesor en la fosa grande i 2,50 en la fosa chica.

Está rodeado el carenero por sus costados norte i oriente por un terraplen cuya superficie está a la cota +3,55^m, que tambien es la del coronamiento del tajamar.

La longitud total de la obra puede dividirse por medio de barcos-compuertas, en secciones de largo vario para dar cabida a barcos de cinco longitudes máximas diferentes. Con este objeto, además de las dos recatas de la entrada, quedistan 5,80^m una de otra, se ha construido otras dos recatas que distan de la mas interna de las anteriores, 99,80^m i 119,80^m respectivamente. Estas dimensiones estan contadas de centro a centro de las recatas i para obtener los largos realmente utilizables hai que deducir de ellas los espacios ocupados por los barcos compuertas i por el pozo para timones.

Sistema empleado en la ejecucion de los trabajos.—Los trabajos se iniciaron por los preliminares siguientes: 1) habilitacion de canteras, 2) construccion de una vía férrea, de 1^m de trocha, desde San Vicente por una parte i desde la cantera de Ramirez por otra, hasta el arranque del proyectado tajamar; 3) colocacion de estanques i cañerías de agua; 4) instalacion de una maestranza i de habitaciones para los obreros; 5) fabricacion de bloques artificiales de 25 toneladas de peso e instalacion de muelles i guias para su embarque; 6) formacion de un tajamar de enrocados desde Punta Amarilla hasta el banco de Marinao i sobre éste un terraplen de 117^m por 50^m para colocar el galpon protector de las máquinas compresoras de aire, de los dinamos, del molino de mortero, de las oficinas i de los depósitos de materiales; 7) formacion, al sur del terraplen, de un recinto rectangular de abrigo de 117^m por 238^m con los bloques artificiales; 8) construccion de una grada para armar en ella por una parte las gabarras de 35^m de eslora por 6,50^m de manga, que debian sostener los cajones con aire comprimido, i por otra una grúa flotante capaz de levantar hasta 50 tonela-

das; 9) finalmente, una vez listas estas instalaciones indispensables, se procedió a dragar la capa superficial del terreno en el emplazamiento del futuro dique seco.

Para trabajar bajo el nivel del mar, con aire comprimido, se disponía de dos cajones de palastro de 21^m de largo por 6,50^m de ancho i 3,20^m de alto, cada uno de los cuales contenía en su parte inferior una cámara de trabajo de 2^m de alto.

Cada cajon está colgado de una plataforma (fig. 3) mediante 20 cadenas compuestas por largos eslabones de fierro de 0,05^m de diámetro. La plataforma es a su turno sostenida por armaduras de madera que ligan inflexiblemente entre sí dos gabarras de 280 toneladas cada una. Las cadenas terminan por su parte superior en 20 tornillos de acero de 0,075 de diámetro minimum, que atraviesan la plataforma i sirven para graduar, por medio de tuercas molinetes, su tension, de modo que soporten por partes iguales el peso del cajon i de su lastre. (El cajon vacío pesa 150 toneladas).

De cada cajon suben a la superficie del mar, tres conductos provistos con los medios ordinarios para escluser el aire. Uno de ellos servía para el tránsito de las personas, otro para la extraccion de los desmontes e introduccion de los mampostes i el tercero para bajar el mortero.

Tambien se disponía para trabajar bajo el nivel del mar, de un cajon mas pequeño o campana de buzo que se suspendía por medio de la grúa flotante de 50 toneladas.

Con tales elementos se principiaron los trabajos del carenero, a partir del hemiciclo. Colocado el cajon en el lugar conveniente, por medio de puntos de referencia exteriores, se les descendía hasta tocar el fondo del mar. Entónces se atacaba la roca donde apoyaban las cuchillas del cajon con explosivos, formándose así una zanja en todo el contorno, quedando en seco la parte central, cuyo desmonte se hacía usando la picota i la cuña. La escavacion se continuaba así hasta llegar por lo jeneral a la cota ÷ 10,60 m.

La roca es una arenisca azul muy resistente, surcada por algunos filones más blandos de color amarillo. Embebidos se encuentran algunos fósiles, principalmente amonitas.

Una vez alcanzado el terreno apto para las fundaciones, cambiaba de aspecto la actividad en el cajón: a la extracción de desmontes se sustituía la introducción de los materiales necesarios para la ejecución de la albañilería.

En un principio se formaban bloques aislados cuyas dimensiones eran más o menos de 19^m de largo por 4^m de ancho y 1.50^m de alto. Como el espesor que tiene el muro de cuenco en su fundación es de 8^m, era menester construir 2 bloques, uno al costado del otro, para obtener ese ancho, y a causa de la cuchilla del cajón, quedaba entre bloque y bloque una solución de continuidad de 0,60^m de ancho, que después se rellenaba con hormigón colocado bajo agua, tomando las precauciones posibles para que llegase a formar una sola masa con la mampostería de los bloques adláteres.

Posteriormente el ingeniero jefe de la Empresa constructora, sustituyó a este procedimiento defectuoso, otro (cuya descripción publicó en estos ANALES), que permite construir grandes macizos de albañilería continua, usando, sin embargo, cajones pequeños. (Véase t. V, p. 121).

Así se ejecutó con *mampostería* el esqueleto *a b c d e f g h* (fig. 4) de los muros de cuenco en todo el derredor del carenero, hasta un nivel en que la marea permitió trabajar al aire libre. Se exceptúa una pequeña porción en el muro poniente de la fosa grande, donde, a causa de haberse ido a pique la grúa flotante de 50 tons. sin dejar espacio para la maniobra de los cajones, fué necesario construir con *hormigón* tres trozos que suman por todo 31,50 m. de largo con una profundidad de 1,60 m. bajo el agua.

Cuando ya el esqueleto de los muros estuvo fuera del agua, se procedió a cerrar una primera sección del dique seco por medio de un muro transversal provisorio situado a los 112 metros

del hemiciclo. El carenero debia servirse, pues, de ataguía a sí mismo.

Se agotó entónces completamente el agua así estancada con las bombas correspondientes a la fosa chica, ya instaladas con este objeto, i se procedió a hacer la escavacion *m n p q* (fig. 4) del núcleo central de arenisca, la construccion del zampeado i el revestimiento de piedra canteada de los muros de cuenco, trabajando al aire libre con notabilísima economía.

Siguiendo el mismo sistema, se continuó hasta la entrada del dique seco, donde se construyó un segundo muro trasversal provisorio que cerró el área total, permitiendo su agotamiento con las mismas bombas de la fosa chica. Para ésto fué necesario abrir un túnel de comunicacion en la base del primer muro trasversal provisorio.

Materiales empleados i proporciones de los morteros.—La piedra empleada en la mampostería del dique seco se estrajo de las canteras del Arenal, cerca de San Rosendo, que están a 95 kilómetros de distancia, mas o ménos, por ferrocarril. La mayor parte de los sillares que forman el revestimiento interno del carenero, se han estraido de la cantera de Gomero; distancia=71 kilómetros. Ambas canteras suministran granito compacto.

Para los morteros se usó en un principio arena negra tomada en la bahía de San Vicente; mas como es de grano mui fino i se temía la descomposicion del hierro titánico que contiene, se ordenó reemplazarla por arena blanca cuarzosa de Punta Parra, cuyo grano es grueso i anguloso.

El cemento empleado en toda la obra es de la marca Nielson-Ruppel: este fué el que dió mejores resultados en los ensayos comparativos por traccion que se ejecutaron.

El análisis químico demostró que entre los cementos que se encuentran en nuestro comercio, era el mejor fabricado i conservado, a pesar de la fuerte proporcion de ácido sulfúrico i de arena que contiene, i de que la pérdida por el fuego es considerable.

La proporción entre los elementos constitutivos del mortero fué, al iniciarse los trabajos, de 500 kilogramos de cemento por metro cúbico de arena. Esta proporción se elevó mas tarde a 600 kilogramos de cemento por metro cúbico de arena.

Barcos-compuertas.— Está provisto el carenero de tres barcos-compuertas: uno de pequeñas dimensiones, para cerrar la fosa chica, i dos mas grandes que pueden colocarse indistintamente en cualquiera de las tres recatas de la fosa grande.

Bombas.— El procedimiento empleado en la construcción de los muros de cuenco impidió construir en el interior de ellos el acueducto colector necesario para reunir en un solo pozo las aguas de las diversas secciones en que puede dividirse el carenero por medio de los barcos-compuertas. Fué, menester, pues, construir dos casas de máquinas para abrigar las bombas (fig. 2, plano). Cada casa contiene dos calderos que suministran el vapor a los motores que accionan directamente las bombas centrífugas.

Accesorios diversos.— Los picaderos son de fierro i están colocados de metro en metro, segun el eje de la obra.

Distribuídos convenientemente se hallan los cabrestantes, norayes i puntales necesarios para la maniobra de entrada, salida i estadía de las naves en el dique seco.

Canal de acceso.— Para que los buques puedan entrar al carenero se ha escavado un canal sobre el banco de Marinao, cuyo fondo está a la misma cota que la solera de la entrada, esto es $\div 8,00$ (fig. 1).

En su apertura se emplearon los mismos cajones con aire comprimido que se usaron en la construcción de los muros de cuenco. Para darles mas movilidad, se instaló sobre las gabarras que los sostienen, las máquinas compresoras de aire.

Para señalar la situación de este canal i guiar los buques miéntras lo recorren, se ha construido a ámbos lados valizas o pirámides formadas por bloques artificiales.

Darsenita para los barcos-compuertas.— Como el ancho del

canal de acceso no permite estacionar en él los barcos-compuertas mientras pasa una nave, ha sido menester construir, despues de entregada la obra por el contratista, una darsenita al lado oriental de la boca del carenero, protegida por muros formados con bloques artificiales superpuestos i escavada hasta la cota $\div 8,00$.

Rebaje de la fosa grande.—Con posterioridad se ha efectuado tambien el rebaje en una estension de $63,30^m$ de los escalones del zampeado de la fosa grande que afectaban la forma jeneral de un arco invertido bastante pronunciado; forma que no era propia para recibir los buques modernos, que tienen sus fondos casi planos.

Costo—Segun la contaduría de la Direccion Jeneral de Obras Públicas, el dique de carena de Talcahuano ha costado un poco mas de un millon cincuenta mil libras esterlinas.

DOMINGO CASANOVA O.



