

Las obras marítimas en Portugal

El muelle de entrada en la ciudad de Funchal

Desde Lisboa¹ continuamos el viaje a la isla Madeira, en el transatlántico inglés "Almeda Star",

(figura 1), que sirve para el atraque de las numerosas embarcaciones menores, principalmente gasolineras, que hacen el servicio a los transatlánticos y buques de porte que anclan en la bahía (fig. 2).

Según se puede ver en la figura 3, la obra se compone, en esencia, de una infraestructura formada por cinco cajones de hormigón armado, de dimensiones crecientes a medida que aumenta la profundidad, cimentados sobre escollera, y de una superestructura de muros de mampostería, con el paramento concertado, estando el interior entre muros relleno de pedraplén hasta la altura del pavimento, que es de hormigón en masa.

Los cuatro primeros cajones son de sección rectangular y tienen las dimensiones siguientes: $9,70 \times 17,50 \times 6,00$ m; $12,95 \times 17,50 \times 7,50$; $19,05 \times 17,50 \times 8,00$ m, y $19,15 \times 17,50 \times 9,00$ m. El quinto corresponde al morro, y es de forma especial; en planta, su mayor dimensión en sentido transversal es de 23,50 m. y en sentido longitudinal, 20 m; la altura es de 9,50 m.

Todo el servicio se realiza, en esta parte nueva, por cuatro amplias escaleras. La antigua tenía dos escaleras, que eran absolutamente insuficientes para el tráfico intenso que existe.

Fig. 1. El muelle, el día de la inauguración

habiendo desembarcado en Funchal, capital de la isla. Cuando llegamos, acababan de terminar las obras



Fig. 2. Vista general de Funchal. El sitio donde se ha construido la obra está señalado con una +. (La fotografía está tomada antes de la construcción.)

de prolongación del muelle de entrada en la ciudad

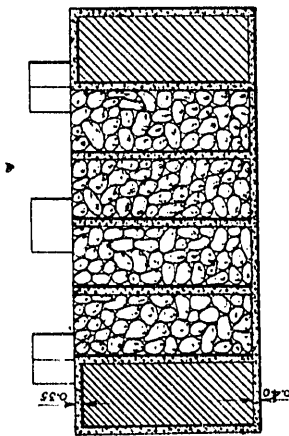
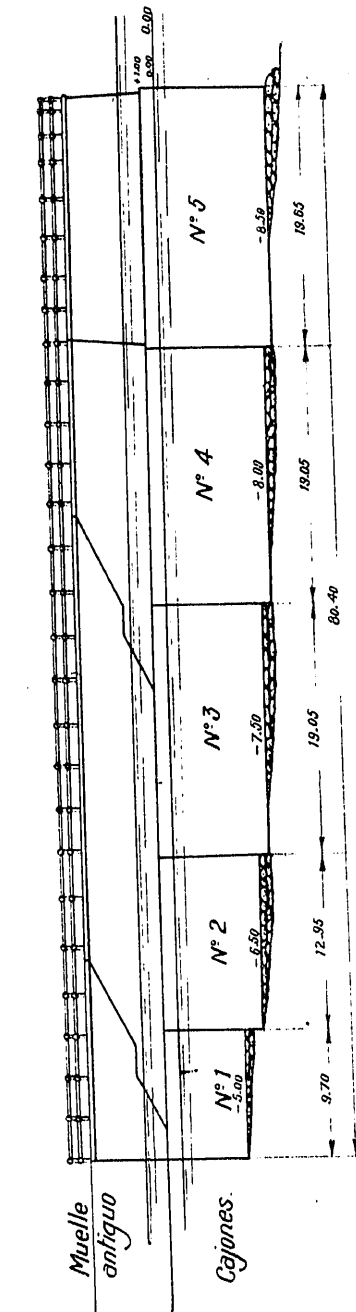
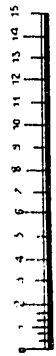
Las células interiores de los cajones, una vez fondeados, se rellenaron con cantos rodados, y las exteriores con hormigón pobre, según se puede apreciar

¹ Véase la REVISTA del 1.º de enero último, página 5.

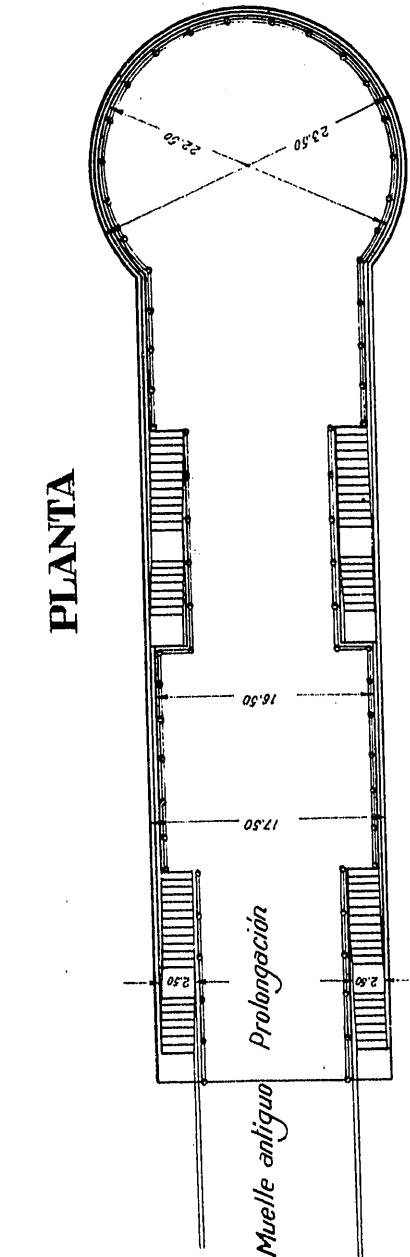
PROLONGACION DEL MUELLE DE ENTRADA DE FUNCHAL

DETALLE DE UN CAJON

ALZADO



PLANTA



PLANTA

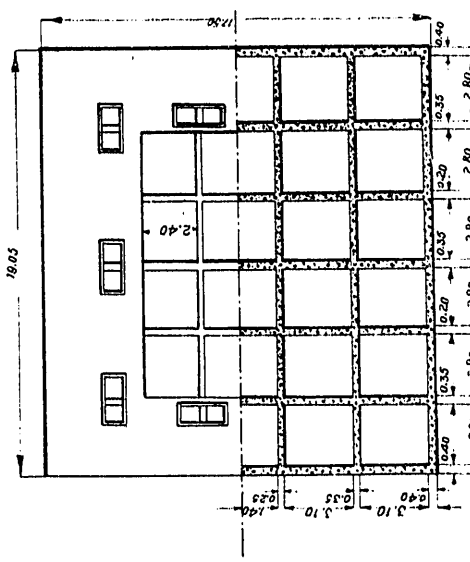


Fig. 3.

en la sección transversal. El techo no cubre toda la planta, sino solamente las células exteriores, y sobre él se dispusieron varias chimeneas de hormigón, de sección rectangular. Sin embargo, para dificultar la entrada de agua en el interior, por la acción del oleaje, colocaron entre una y otra chimenea fuertes tableros, que se pueden apreciar en las fotografías.

La obra se adjudicó por concurso, al que concurrieron cuatro Casas extranjeras, siendo adjudicataria la Compañía holandesa Nederlandsche Maatschappij Voor Havenwerken, en la cantidad de 198 102 escudos oro.

El tiempo invertido en la construcción fué de unos dos años, si bien la mayor parte de los trabajos se ejecutaron en un año.

Los cajones se construyeron completos en las proximidades de la cantera, que está situada a unas 2 millas del muelle.

La piedra que se empleó para hormigones fué basalto, y la arena se obtuvo por trituración.

La dosificación que prescribía el Pliego de Condiciones para el hormigón armado de los cajones era: 350 kg de cemento por 400 litros de arena y 800 de gravilla; pero luego, en vista de la composición granulométrica que resultaba de las trituradoras, estas cantidades se variaron a 600 litros de arena y 600 de gravilla, con lo que se obtuvo el máximo de compacidad.

Los medios auxiliares empleados en la construcción fueron:

Una central eléctrica, constituida por un motor Diesel "Deutz", de 60 CV, que accionaba un alternador trifásico de 220/380 voltios a 50 periodos.

Un compresor acoplado directamente a un motor eléctrico de 35 CV para la explotación de la cantera.

Un taller de trituración mecánica, con 3 trituradoras de mandíbula, accionadas por motores eléctricos; un molino y un clasificador.

Una hormigonera "Gauke-Gockel", de 6/8 m³ de rendimiento horario, accionada por motor eléctrico de 12 CV, que servía también para elevar el hormigón en cangilones, hasta la parte superior de una torre de 20 m de altura, desde donde se vertía por gravedad. El rendimiento de hormigón colocado en obra fué de 30 m³ diarios.

La grada —capaz para un cajón— tenía unas dimensiones de 40 m de longitud por 25 m de ancho, con pendiente de 20 por 100, terminando, por la parte superior, en una meseta de 20 X 25 m. Las deslizaderas eran carriles de hierro empotrados en durmientes de hormigón, correspondiendo uno a cada tabique.

La botadura se proyectó de la siguiente manera:

Los cajones se construyeron la mitad sobre la meseta superior y la otra mitad sobre la grada, por intermedio de unos caballetes (figuras 4 a 7), quedando el fondo horizontal, y las paredes, verticales.

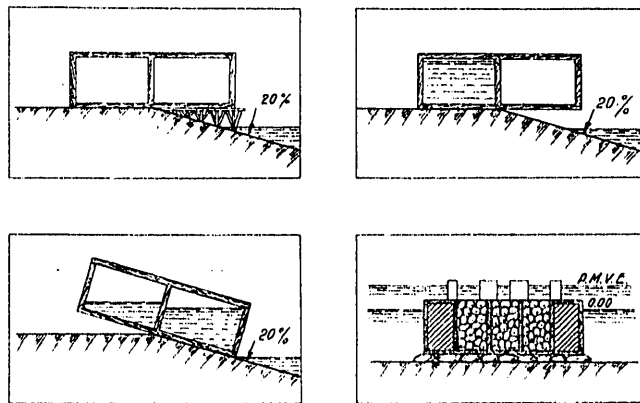
Terminada la construcción, algunas de las células posteriores se rellenaron con agua en toda su altura, hasta poder equilibrar el peso de la anterior, que quedó en voladizo después de retirar los caballetes.

Luego, por medio de válvulas se pusieron en comunicación las células anteriores y las posteriores, hasta que la diferencia de nivel obligó al cajón a girar

y caer sobre el plano inclinado, convenientemente engrasado, sobre el que deslizó al mar.

Como en el momento de girar el cajón los esfuerzos de la arista inferior eran considerables, del orden de 54 kg/cm², fué necesario reforzar el tabique medio transversal, aumentando su espesor. Los costados y el fondo también se reforzaron con armaduras para tener en cuenta los esfuerzos originados por el lanzamiento. Asimismo en los tabiques correspondientes también se tuvo en cuenta, al hacer su cálculo, las presiones debidas al agua cuando una célula estaba llena y las inmediatas vacías. En el fondo se supuso, además, que la compresión producida en el momento de giro se repartía uniformemente, sobre todo el ancho del cajón, en una zona de 6 cm.

De esta manera se lanzaron los dos primeros cajones; pero luego se modificó el sistema, lastrando la parte posterior, únicamente con sacos de arena, y haciendo el giro con el auxilio de 6 gatos, que los



Figs. 4, 5, 6 y 7. Esquema del lanzamiento de los dos primeros cajones

elevaban por la parte posterior. La presión máxima en el plano de rotación fué de 40 kg/cm².

Este último procedimiento (ambos sistemas se emplearon por primera vez en esta obra), nos parece mejor que el primero, y creemos que es una solución bastante buena y segura para efectuar lanzamientos. Además, se presta bien para construir cajones en sitios poco abrigados, como sucedió en este caso, ya que la base puede quedar a más altura sobre el mar y, por lo tanto, más lejos de la acción del oleaje que con el sistema corrientemente empleado.

Después de botados y remolcados los cajones hasta el emplazamiento definitivo, se fondearon con lastre de agua, siguiendo el mismo procedimiento que en el Musel. Una vez fondeados, la coronación quedó en la cota (+ 1).

Las obras se empezaron a construir con cemento holandés, marca "Encl", que también fué empleado en las esclusas de IJmuiden, en la esclusa de Kolhorn, de Holanda, y en el puerto de Antofagasta (Chile). Durante la construcción se promulgó el Decreto número 20 918, de 20 de febrero de 1932, aprobando el Pliego especial de Condiciones para el suministro de los cementos expuestos a la acción del agua del mar¹, y como la fabricación nacional se amoldó a

¹ Las características principales de estos cementos se detallan en la nota de la pág. 6 de la Revista, fecha 1.º enero 1934, correspondiente a un artículo sobre las obras de Lisboa.



Fig. 9. Botadura de un cajón

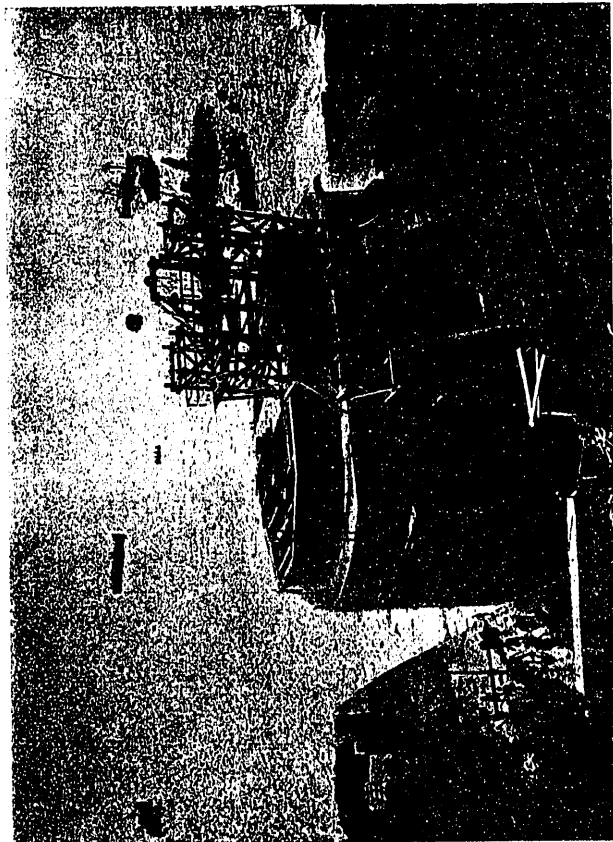


Fig. 11. El cajón del morro en el momento de iniciarse la botadura



Fig. 8. Cajón próximo a ser botado



Fig. 10. Construcción del fonido de cajón en el momento

estas condiciones, la contrata empleó desde entonces cemento "Secil", de Setubal.

Las fotografías (figuras 8 a 11) permiten apreciar y aclarar el sistema empleado en la construcción de los cajones.

El muelle se ejecutó con gran esmero, y está ya prestando un intenso servicio, porque en Funchal es frecuente que se reúnan en un mismo día cuatro o seis transatlánticos, cuyos pasajeros suelen bajar, du-

rante mas horas, a conocer las bellezas de Madeira.

Para terminar, reiteramos nuestro agradecimiento al Sr. Guimarães, autor del proyecto, distinguido ingeniero director de la Junta autónoma de las obras del puerto, que fué antes subdirector de Leixões, y también al competente encargado de la contrata, señor Fernandes Gouveia, por las atenciones de que nos hicieron objeto durante nuestra estancia en aquella maravillosa isla.

César CONTI
Ingeniero de Caminos

El hormigón de cemento en carreteras

II

Cuando se trata de firmes de hormigón es indispensable considerar dos técnicas o sistemas: la de los Estados Unidos de América y la que se utiliza en Europa, y observaremos que las distintas modalidades que en ellas se acusan no son ocasionadas porque difieran esencialmente las apreciaciones de orden técnico de una y otra, sino que son impuestas por las circunstancias, disponibilidades económicas, estilos y procedimientos generales de construcción en uno y otros países.

En los Estados Unidos es, como ya hemos dicho, donde más ampliamente se utiliza el hormigón de cemento en carreteras, y es posible que en esto haya influido su producción enorme de cemento, con la obligada consecuencia de facilitar su consumo; la manera de ser americana, propensa a construir de nuevo y con carácter definitivo, ya que los hormigonados les permiten hacer rápidamente, sin disponer de fundaciones antiguas, como las de las carreteras de Europa, nuevos caminos de condiciones modernas; la facilidad de construir estos pavimentos casi exclusivamente con medios mecánicos, reduciendo al mínimo la mano de obra, tan costosa en ese país, y, por último, la clase de tráfico, en su mayor parte sobre llantas de gomas, y que hace sea condición esencial de los pavimentos tener superficie unida y no ser deslizantes, cualidades que reúnen los firmes de hormigón. Cualquiera que sean los motivos y razones habidos para el uso de este pavimento, la atención prestada a todos los problemas con él relacionados ha llevado la técnica de su construcción a un grado de perfección muy grande.

Las primeras carreteras de hormigón construidas metódicamente en este país lo fueron hace unos 25 años, y desde esa época aumentó progresivamente su construcción, adquiriendo su mayor desarrollo hace unos diez años, existiendo actualmente más de 81 000 kilómetros con este firme, y representando el consumo anual de cemento en obras de carreteras más del 35 por 100 de la producción total. De estos primeros hormigonados se conservan todavía muchos en servicio, que tienen en general numerosas grietas, rellenadas con betún, pero que resisten bastante bien el tráfico; a algunos se les utilizó como fundación para firmes bituminosos, y a otros se les superpuso un

nuevo revestimiento de hormigón. La opinión actual de los ingenieros americanos es que con los modernos procedimientos, los firmes de hormigón que se construyen han de ser de mayor resistencia y duración y desaparecerán en ellos la mayor parte de las grietas y fisuras de los antiguos. En estos primeros firmes de hormigón empleaban secciones de espesor constante o con mayor espesor en el centro, y el revestimiento se hacía en una sola capa, y a veces en dos; las dosificaciones eran en volumen, y se empleaban corrientemente las de 1 volumen de cemento, 1 1/2 de arena y 3 de piedra, o las de 1, 2, 3 1/2 y 1, 2, 4. Se hacían juntas transversales, y las longitudinales se usaban solamente en firmes de más de 5 m de ancho; la confección del hormigón y su puesta en obra era por procedimientos mecánicos.

La técnica actual modifica estas características y métodos usados, y en primer lugar hay que señalar la importancia cada día mayor que los americanos conceden a las investigaciones científicas y experimentales sobre la composición y medios de puesta en obra de todos los materiales que emplean en las carreteras, disponiendo de un gran número de Centros, cuyas investigaciones se orientan hacia las aplicaciones prácticas, entre los que debe citarse el Bureau of Public Roads, que centraliza todos los asuntos de carreteras de Norteamérica, con sus dos grupos de laboratorios: el de Washington y el de Arlington; en éstos y en los que con gran profusión existen en todos los Estados se estudian las dosificaciones, secciones convenientes y demás características que han de tener los hormigones, y de estos estudios y ensayos se deducen las condiciones que son después exigidas en las obras.

Las nuevas construcciones obedecen corrientemente a las normas siguientes:

Preparación de la base.—En los Estados Unidos apenas existe el tipo de carretera con firme de macadam ordinario, y allí los revestimientos en ellas usados o son de los que consideran provisionales, revestimientos de arena arcillosa o tierra vegetal, o son de carácter definitivo, como los de hormigón; éstos se establecen en su mayor parte sobre terrenos vírgenes, preparando adecuadamente el terreno de modo que la plataforma que ha de recibir el firme sea en su superficie perfectamente homogénea y sancaada, haciéndose la explanación con medios mecánicos e igualándola con rastrillos especiales, y para que sea regular el espesor del hormigón emplean máquinas

¹ Véase el número anterior, página 81.