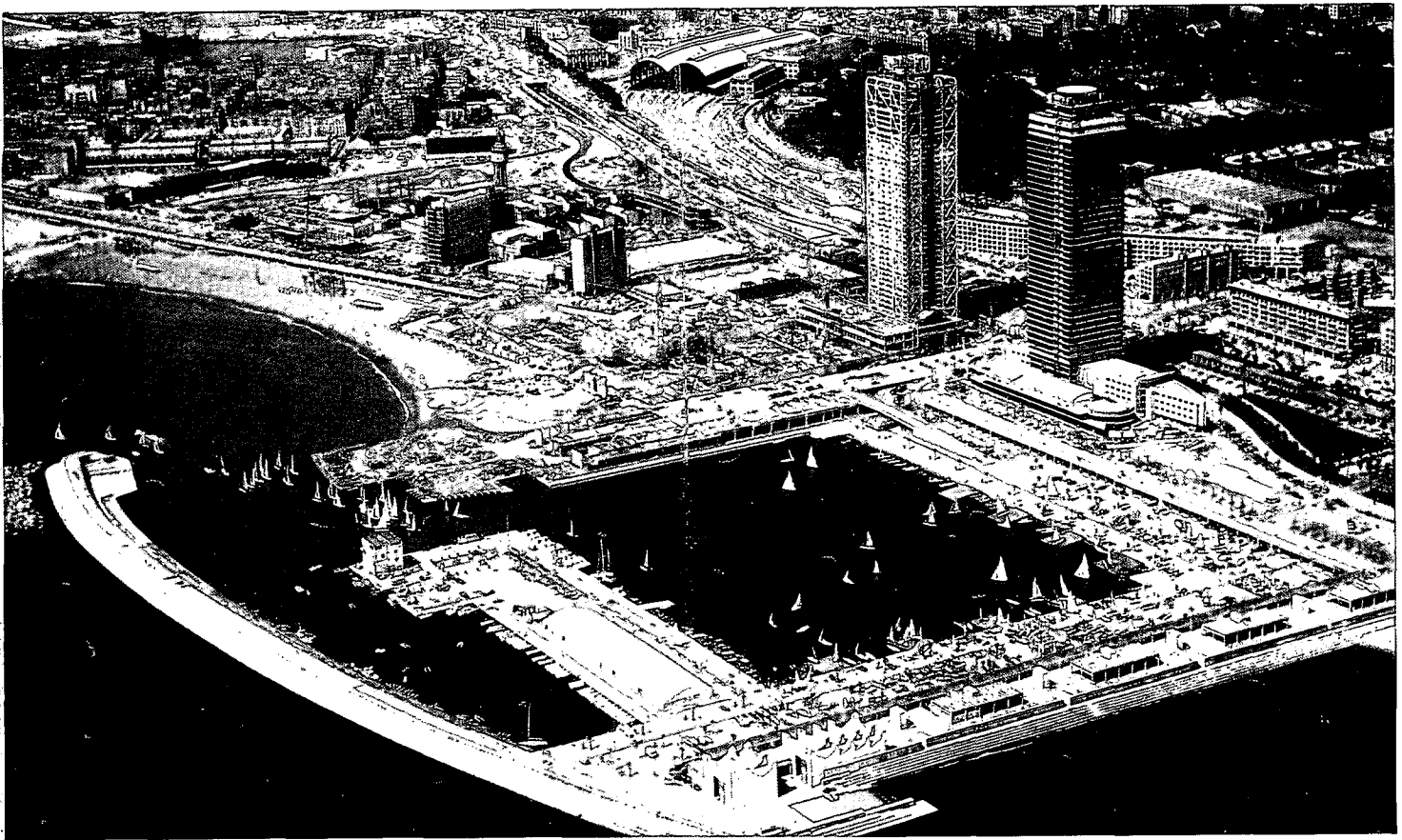




EL PUERTO OLIMPICO

Por Juan R. de Clascà Marin y Alfonso Vidaor Amezttoy. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

El proyecto del Puerto Olímpico nace del espíritu largamente manifestado por la ciudad de Barcelona para abrirse al mar, reflejado en los diferentes planes de ordenación redactados para tal fin, y finalmente plasmados en 1986 en un Convenio de Colaboración entre el MOPU y el Ayuntamiento de la ciudad, para la recuperación de la fachada marítima de Levante.

Originariamente, y según el Plan de Ordenación de la Costa de Levante de Barcelona de 1978, redactado por el Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos Alberto Vilalta, existía la previsión de una base náutica en la prolongación del Paseo de Carlos I, frente a la zona de ubicación de la futura Villa Olímpica.

Con fecha de 17 de diciembre de 1986 se aprobó definitivamente el Plan Especial de Ordenación Urbana de la Fachada al mar de Barcelona en el Sector de Carlos I y la Avenida Icària, contem-

El proyecto del Puerto Olímpico nace del espíritu largamente manifestado por la ciudad de Barcelona para abrirse al mar.

plando la ubicación de una dársena en el borde marítimo de la ciudad.

En base a los requerimientos olímpicos para que dicha base pudiese ser la sede de las competiciones de vela durante los Juegos Olímpicos de Barcelona 1992, el diseño original como fondeadero estacional tuvo que ser modificado. El resultado es el nuevo puerto olímpico, que satisface las necesidades dispuestas por la I.Y.R.U. (International Yacht Racing Union) y el C.O.O.B.'92 para las competiciones olímpicas, y que permitirá su transformación en puerto deportivo tras la celebración de los juegos.

El proyecto de toda infraestructura importante, como en este caso el Puerto Olímpico de Barcelona, exige un ajustado análisis tanto de su comportamiento funcional frente a los agentes agresores (en este caso el mar), como de las posibilidades de inserción urbana de un volumen infraestructural semejante en el entorno, respetando las condiciones de uso de elementos adyacentes

como el paseo marítimo, edificaciones, parques, y no estableciendo sus elementos de defensa una barrera funcional y/o visual que impida la correcta integración del paisaje marítimo en el urbano.

El puerto así diseñado, enlaza perfectamente con el nuevo entorno urbano en el que se sitúa. La prolongación del Paseo marítimo a lo largo de toda la costa del término municipal de Barcelona (4.5 Km.), y la actuación urbanística de prolongación de la trama del Plan Cerdà (a través del desarrollo del Plan Especial aprobado para el sector) confieren al puerto olímpico un carácter de punto de interés singular para el ciudadano. La accesibilidad al mismo gracias a su situación en el entramado urbano permitirá a la ciudad beneficiarse de los espacios y servicios lúdicos de nueva creación.

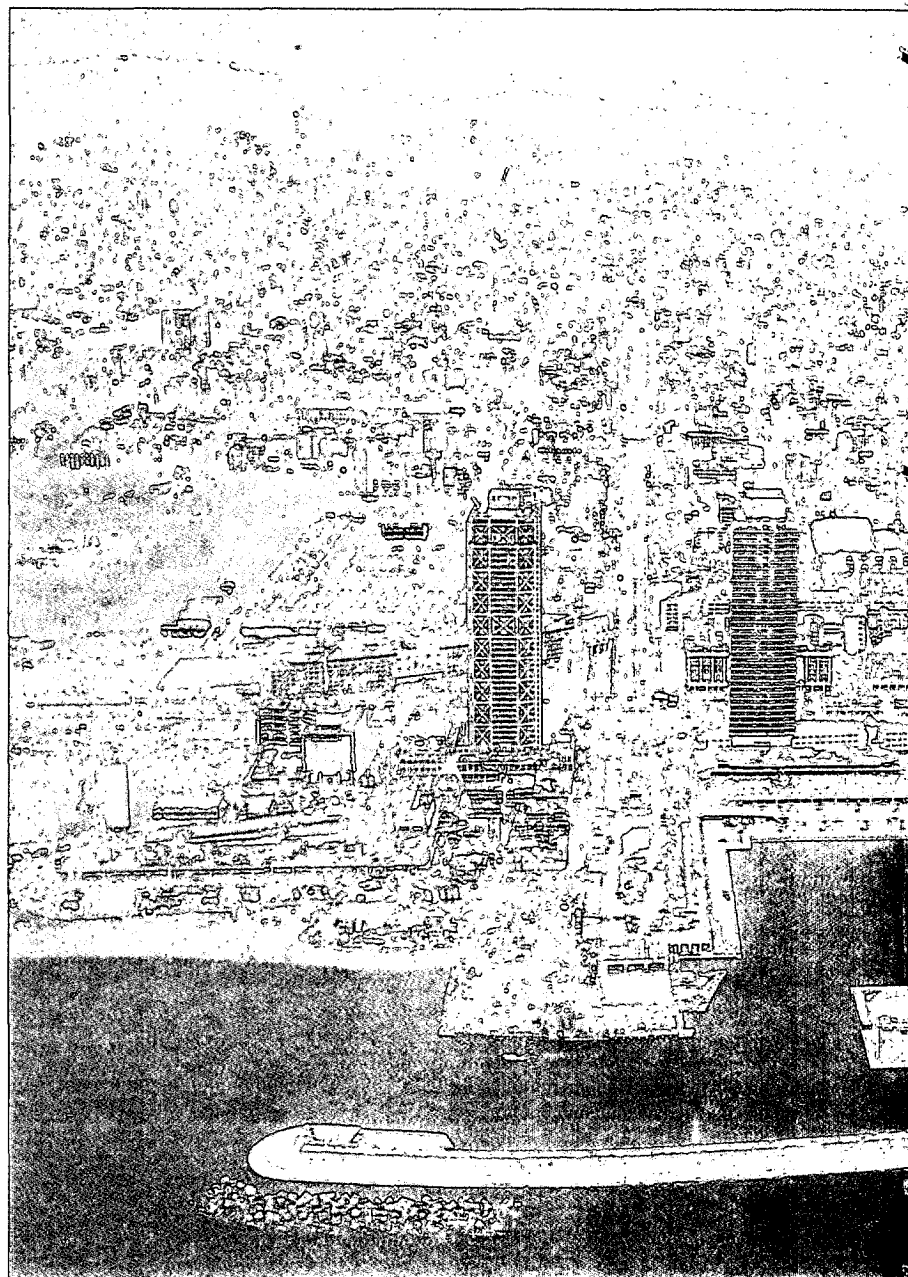
A estos condicionantes deben añadirse las dificultades de diseño de un puerto en esta ubicación y frente a un clima marítimo duro. En base a estos puntos de partida el equipo de ingeniería autor y director del proyecto ha concebido una infraestructura insertable en el contexto urbano que la envuelve, inhabitual para puertos deportivos, empleando para ello soluciones de ingeniería innovadoras que permiten a este puerto cumplir con la funcionalidad y respeto por el entorno que se le exige. Este resultado es el esfuerzo de un gran número de empresas consultoras públicas y privadas, plasmado en los correspondientes estudios específicos, y especialmente fruto de la estrecha colaboración con un buen equipo de arquitectura, el producto de la cual no es consecuencia de la decoración arquitectónica de un diseño de ingeniería, ni el simple cálculo de un diseño arquitectónico.

El resultado de este esfuerzo interdisciplinar se ha visto recompensado con la reciente obtención del Premio FAD 1992, en el apartado de espacios urbanos.

La superficie concesionada en tierra del Puerto Olímpico es de 10 hectáreas, de las cuales mas de seis corresponden a terrazas y paseos públicos para peatones. La superficie de agua abrigada superior a 8 hectáreas (82,553 m²), con un número autorizado de amarres de 739, con esloras de hasta 35 metros para embarcaciones deportivas, ya que el calado de la dársena exterior es como mínimo de 6m. Igualmente se construye un puerto seco para embarcaciones con esloras inferiores a 8m., de 363 plazas de capacidad. Dicho puerto, situado en la prolongación del Paseo de Carlos I, tiene acceso directo a la parte Sur del dique en que se sitúa, no interfiriendo en el tráfico interior del puerto.

Los amarres estarán dotados de tomas de agua, electricidad, teléfono y televisión. Igualmente, las estructuras cubiertas están dotadas de dichos servicios y de una red de saneamiento para los servicios a situar en ellos. Las redes de servicios se sitúan en una canalización continua paralela a los muelles, diseñada de modo que permita el registro continuo de las conducciones.

El Dique Norte alberga el Centro Municipal de Vela Barcelona, para dar soporte a las actividades del Area de Deportes del Ayuntamiento de Barcelona, Real Federación Española de Vela y Federación Catalana de Vela para la práctica de la vela ligera y de cruceros en el Puerto Olímpico.



El resultado de todo el esfuerzo realizado ha sido la obtención del premio F.A.D. 1992, en el apartado de espacios urbanos.

Se trata de un complejo con una superficie construida de 2.732 metros cuadrados, dotados de vestuarios, aulas, almacenes, talleres de reparación, gimnasio y oficinas de administración. Las superficies de muelles a su disposición son de 5.518 metros cuadrados, 140 metros de muelles y 28 amarres en agua, además de dos rampas fijas independientes de acceso al agua, protegidas en cada caso de los vientos dominantes.

La zona de reparación está compuesta por un varadero (area de carenaje y reparaciones) con armarios de servicios independientes, dotado de grúa, travel-lift de 60 toneladas, y rampa de varada y lanzamiento de embarcaciones.

El puerto está dotado también de aparcamientos para vehículos (en superficie y cubiertos), edificio administrativo para la Dirección, Organismos oficiales, Comandancia de Marina y Aduana.



Vista del Puerto Olímpico, desde el mar con la ciudad al fondo.

El Puerto Olímpico, que probablemente quedará como una de las infraestructuras emblemáticas de la Vila Olímpica, y que tiene vocación de constituirse en uno de los motores de animación de la nueva fachada marítima de Barcelona, responde por tanto a unas exigencias de diseño probablemente poco habituales o poco empleadas hasta ahora en este tipo de obras, obteniéndose una buena integración en el entorno gracias al esfuerzo interdisciplinar de los equipos que la han proyectado y la están llevando a cabo.

LA SOLUCIÓN TÉCNICA

El análisis detallado del clima de oleaje característico de la zona de ubicación de la obra se realizó a partir de diversos bancos de datos:

■ Por una parte las observaciones llevadas a cabo por barcos en ruta, durante el período 1961-1981, correspondientes al programa de observaciones de clima marítimo establecido por la Organización Meteorológica Mundial.

■ Por otra parte, los registros de oleaje de la boya situada en el Delta del Llobregat en el período 1984-1987, facilitados por la Direcció General de Ports i Costes de la Generalitat de Catalunya.

A partir de dichos datos se obtuvo el ajuste por sectores del clima extremal de oleaje. El período de retorno seleccionado para diseño es de 1.950 años, resultante de la aplicación de la teoría del riesgo. Las alturas de ola significantes en profundidades indefinidas para estas condiciones se encuentran entre 10.60 y 7.50 metros, para los sectores ENE y ESE respectivamente. Para dichas condiciones, las alturas de ola resultantes a pie de obra están limitadas por el fondo, siendo la altura máxima de diseño de 10.50 metros.

El análisis conjunto de altura de ola y período proporcionó períodos significantes de 15 segundos para las condiciones extremas. En base a los mismos se efectuó la propagación del oleaje hasta pie de obra.

Partiendo de una solución inicial tradicional (dique rebasable en talúd, con cota de coronación reducida) para una marina de uso estacional, se pasó a la necesidad de abrigar por completo todo el espejo de agua. Los ingenieros expertos en temas portuarios produjeron a partir del detallado análisis de las condiciones de clima marítimo un amplio abanico de soluciones, cuyo análisis, efectuado por consultores y laboratorios especializados, condujo a la selección de un dique mixto, formado un sistema de diques sumergidos exentos y un dique de abrigo a base de cajones flotantes, como respuesta técnica al problema.

La optimización de dicha solución se llevó a cabo mediante ensayos en modelo reducido de la estructura marítima, que tenían como objetivos principales: comprobar la estabilidad del dique sumergido, la estabilidad del dique vertical, el eventual rebase, las condiciones de navegación en la bocana y la agitación interior de la dársena.

La disposición de este sistema, tan poco habitual dentro del clasicismo portuario, permite cumplir la voluntad de diseño de no superar en las cotas de coronación de los diques la altura de la visual desde el paseo marítimo y los parques próximos en el entorno, permitiendo la continuidad de la línea de horizonte a todo lo largo de los diques de protección.

Técnicamente se añaden otras ventajas: reduce los volúmenes de escollera necesarios en comparación con las soluciones clásicas, permite ejecutar las unidades de dique sumergido y dique de abrigo conjuntamente, y reduce el plazo de ejecución de la infraestructura portuaria. El Laboratorio de Puertos "Ramón Iribarren", del Centro de Estudios de Puertos y Costas (CEDEX), analizó la estabilidad del conjunto dique vertical-espigones sumergidos mediante ensayos en canal bidimensional con oleaje irregular, obteniéndose la configuración óptima actualmente en construcción.

**Los laboratorios
hidráulicos de
mayor prestigio, a
nivel mundial han
colaborado en la
realización de los
ensayos requeridos.**

Paralelamente la sociedad OCEANIDE, en su Laboratorio de La Seyne Sur Mer, Francia, efectuó un análisis de sensibilidad de las formas del espaldón con ensayos de canal bidimensional con oleaje regular, destinado a obtener el perfil óptimo del mismo.

La agitación interior se ha estudiado en dos fases. Se realizaron tres modelos numéricos de la dársena del puerto, en una primera fase, que condujeron a una solución técnica especial para el muelle del dique de abrigo que permite reducir el coeficiente de reflexión del mismo en un 50%.

En segunda fase, y una vez definida la solución constructiva, el Laboratorio de Puertos "Ramón Iribarren" realizó los ensayos tridimensionales de agitación en modelo reducido, que permiten optimizar los detalles de la solución final.

Para un mejor conocimiento de las condiciones de servicio del sistema de abrigo diseñado, se efectuó una consulta entre los laboratorios hidráulicos de mayor prestigio a nivel mundial para la realización de un ensayo tridimensional a gran escala para la comprobación del comportamiento funcional de la estructura de abrigo. Se seleccionó al Waterloopk Laboratoria de Delft Hydraulics, Holanda, en base a su dilatada experiencia en la materia. Los ensayos realizados a escala 1/35 permitieron comprobar el funcionamiento del sistema mixto diques sumergidos-dique de abrigo, los esfuerzos reales sobre la pared vertical del di-

que, los rebases, la estabilidad de los diques sumergidos y la estabilidad de la cimentación frente a la socavación. Asimismo se optimizó la protección del morro del dique de abrigo y las condiciones de navegabilidad de la bocana.

La nueva disposición estructural del morro del dique de abrigo suponía una variación respecto a la situación original de propagación de la energía del oleaje hacia la playa situada al Sur (playa de Somorrostro). Para analizar las posibles modificaciones en cuanto a la estabilidad de la misma, la empresa DORIS ENGINEERING, con la coordinación del Ingeniero de Caminos Jose Luis Monsó, diseño y ejecutó estudios en modelo a escala:

— el análisis del problema hidrodinámico en el Laboratorio de Puertos "Ramón Iribarren" CEDEX

— el análisis del transporte de sedimento en el Laboratoire National d'Hydraulique (EDF-Chatou).

Los diques sumergidos exentos están constituidos por un núcleo de escollera de peso medio 1.500 Kg, y un doble manto exterior de escollera de 8.500 Kg. El ancho en coronación es de 18 metros, y su cota de -2.50 m. Los taludes son 2/1 en el lado mar y 1.5/1 en el lado tierra. Su ejecución se realiza mediante tres gánguiles autopulsados de vertido por fondo.

El dique de abrigo está constituido por 23 cajones flotantes de hormigón dispuestos longitudinalmente. Las dimensiones de los mismos son de 8.38 metros de ancho, 21.94 metros de largo y

IngeMEGA

LA GESTION PROFESIONAL PARA INGENIEROS DE CAMINOS

Solucionar sus declaraciones sólo le costará 15.000 ptas.* !!!

Control de clientes, acreedores, constructores, cuentas bancarias y proyectos.

Imputación de ingresos y gastos a los distintos proyectos con extractos. Control de pendientes de pago y pendientes de cobro.

Listados de Libros de Ingresos, Gastos, IVA soportado, IVA repercutido, Bienes de Inversión, Suplidos.

Listado de clientes y acreedores de más de 500.000 pesetas. Retenciones soportadas y efectuadas.

Declaración trimestral con obtención de los datos para los impresos 110, 130 y 300.

Mantenimiento de cartas con posibilidad de mailing a clientes.

Completo manual explicativo con todos los listados.

Hot-Line telefónico, consultas técnicas.

* Oferta válida hasta el 31 de diciembre. Precio posterior 25.000 ptas.

CUPON DE COMPRA

Deseo adquirir el programa informático IngeMEGA por un importe de 17.250 pesetas (IVA incluido)

Nombre _____ Empresa _____ CIF/DNI _____

Dirección _____ CP _____ Población _____ Provincia _____

Teléfono _____ Fax _____

Formato del diskette ☐ 3 1/2 ☐ 5 1/4 FIRMA: _____

Forma de Pago: ☐ Contra Reembolso ☐ Adjunto cheque

☐ Tarjeta VISA nº _____ / _____ / _____ Fecha Caducidad _____ / _____ / _____

Enviar a MEGAMIPS, S.L. C/Burriana, 14 46005 Valencia Tel. (96) 374 22 22 FAX (96) 395 48 86

PUERTO OLIMPICO

Ficha Técnica

Promotor/Concesionario: Villa Olímpica, S. A. Concesión otorgada por el Consell Executiu de la Generalitat por acuerdos de las sesiones de 2 y 3 de abril, y 20 de junio de 1990.

Administración concedente: Dirección General de Puertos y Costas, M.O.P.T/ Direcció General de Ports i Costes de la Generalitat de Catalunya.

Director de Proyecto: Juan R. de Clascà, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Autores: Juan R. de Clascà, Miguel A. Andújar, Alfonso Vidaor, Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Martorell, Bohigas, Mackay, Puigdomènech, Arquitectos.

Consultores: Coordinación: Francesc Gual, Arquitecto/Ferran Villalbí, Ingeniero Industrial J. A. TORROJA OFICINA TECNICA, S. A. PROCAMP, S. A. INYPSA INY-PESA Laboratorio de Puertos CEEPYC-CEDEX DELFT HYDRAULICS LABORATORY Laboratoire National d'Hydraulique, EDF-Chatou PRINCIPIA R+D OCEANIDE DORIS ENGINEERING TCSA UPC, Departament de Ports.

Director de las obras: Juan R. de Clascà, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Director adjunto de las obras: Alfonso Vidaor, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Constructores: FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S. A. / CAMUNSA.

Comercialización/Explotación: PORT OLIMPIC DE BARCELONA, S. A.

DATOS TECNICOS

Presupuesto Global: 8.926 Mptas.

Plazos de ejecución:
— obra olímpica: 24 meses
— adaptación post-olímpica: 12 meses

Superficie de Agua destinada a amarres: 28.542 m²

Canales de acceso: 48.844 m²

Número de amarres: 742

Amarres de uso público tarifado: 186

Obras de abrigo y amarre: 1.525 metros

Total superficie de Agua Abrigada: 77.493²

• Escuela Municipal de Vela: 3.775 m²

• Areas técnicas: 5.687 m²

• Edificio de recepción y capitanía: 489 m²

• Puerto seco (360 embarcaciones): 8.795 m²

• Locales comerciales y restaurantes: 13.033 m²

• Pañoles: 968 m²

■ Aparcamientos: (834 plazas)

— Cubiertos: 9.860 m²

— En superficie: 6.722 m²

■ Terrazas y Paseos: 66.691 m²

■ Viales: 10.097 m²

Total Superficie de tierra: 93.711 m²

Mediciones básicas Infraestructura:

■ Escolleras

— 560.000 Tn en diques sumergidos

— 248.777 Tn en cimentación de muelles y cajones flotantes

■ Hormigones

— 124.803 m³ de hormigón tipo H-200

— 1.492 bloques de 25 Tn de peso para protección del morro y la bocana

■ Dragados

— 50.000 m³ de dragado

■ Aceros

— 481.500 kg de acero AEH-400

■ Rellenos

— 347.925 m²

Mediciones básicas Superestructura:

■ Hormigones

— 183.074 m³ de hormigón tipo H-200

■ Encofrados

— 103.342 m³ de dragado

■ Aceros

— 5.534.244 kg de acero AEH-500

10.65 metros de altura. Su peso es de 1.400 toneladas, pasando a 4.000 toneladas una vez se ha ejecutado su relleno. Este se realiza con hormigón para las siete cántaras lado mar y material granular seleccionado para las trece cántaras restantes. Todas las unidades han sido fabricadas en las instalaciones del Puerto de Barcelona, y transportados mediante remolcador al lugar de ubicación. El tiempo de transporte de cada unidad es de tres horas, realizándose la maniobra de posicionamiento y fondeo en cinco horas.

La cimentación de los cajones requiere las siguientes operaciones: dragado de 2m. del fondo marino, vertido de escollera de 1.000 Kg (1.80 m de espesor) mediante gánguiles autopropulsados, colocación mediante buzos de escollera de 250 Kg. y ejecución de pre-enrase y enrase definitivo con grava. El pie de la misma se protege de la socavación con dos bloques de hormigón de 25 Ton. de peso y altura reducida, para cubrir la mayor superficie posible. Su colocación se ejecuta con gruas de 100 Toneladas.

Sobre el cajón se dispone un espaldón de hormigón en escalinata, cuya forma escalonada corresponde a la optimización de los esfuerzos y rebases. La cota de coronación del mismo es a +7.35 m. La parte exterior esta compuesta por impostas de hormigón armado, que permiten obtener una alineación curva continua independiente de las alineaciones reales de los cajones colocados. Estas unidades se prefabrican en el parque situado en la zona abrigada de la propia obra y se colocan mediante grúa.

El morro del dique de abrigo se protege mediante una solución tradicional de dique en talud con dos capas de bloques de hormigón de 25 Toneladas en su manto exterior, capa filtro de escollera de 2.000 Kg. y núcleo de escollera sin clasificar. El ancho de coronación es de 20 metros y el talud exterior 2/1. El cierre perimetral se realiza con un muelle de hormigón, ejecutado "in situ" con encofrado flotante, sobre una banqueta de escollera de 500 Kg. de peso.

El ancho total del dique de abrigo es de 26.38 metros. En el mismo se sitúan unas estructuras cubiertas que cumplen un triple objetivo: su cobertura permite prolongar el Paseo Marítimo por el Dique de abrigo, durante el período olímpico se emplearán como almacén de material, y después de los Juegos, como parte de la transformación del Puerto Olímpico en Puerto Deportivo, contendrán pañoles de almacenamiento de material para embarcaciones.

Los muelles se ejecutan con dos encofrados flotantes: uno de 3.25 m. de ancho, modulable hasta 5 m. de altura, y otro, para el muelle del dique de abrigo, de 5m. de ancho y 5.50m. de altura. Este último incorpora un sistema de atenuación de oleaje para eliminar la reflexión característica de los muelles verticales. Los ritmos de ejecución alcanzan las dos puestas de 9m cada tres días para el primero, y dos puestas de 9m. cada cinco días para el segundo. La cimentación de los mismos se realiza sobre escollera de 250 Kg. enrasada mediante buzos. El acabado superior de los muelles se realiza con elementos prefabricados en los que se incorporan las traviesas de madera de ferrocarril como pavimento.■