

# Una obra de altura





Vista general del Laboratorio de Experimentación Marítima.

**Con la remodelación del Laboratorio de Experimentación del Centro de Estudios de Puertos y Costas, se han reparado los daños producidos en la gran cubierta de la nave, que colapsó parcialmente debido a la borrasca Filomena.**

- Texto: Julia Sola Landero
- Fotos: CEDEX

**Sucedió el 9** de enero de 2021, entre las 14:00 y las 15:00 horas, cuando, tras más de 48 horas nevando sin tregua sobre la ciudad de Madrid, se produjo el colapso parcial de la cubierta del Laboratorio de Experimentación Marítima del Centro de Estudios de Puertos y Costas (CEPYC), situado en el distrito de Usera de la capital, y perteneciente al Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).

Entre el 6 y el 11 de enero de aquel año, la borrasca Filomena produjo una de las nevadas más potentes caídas sobre Madrid, lo que provocó daños estructurales en numerosas edificaciones, sobre todo en grandes naves industriales

y agrícolas con amplias cubiertas, que no soportaron una nevada que, en la ciudad de Madrid, sufrió valores superiores a los que se registraron en puertos de montaña con mucha mayor altitud.

El peso de la gruesa capa de nieve afectó en particular al Laboratorio del CEPYC: una nave de 8280 metros cuadrados y una altura de 8 metros. Construido en 1980, el laboratorio ocupa una superficie sin apoyos intermedios, lo que permite disponer de un gran espacio diáfano gracias a la gran estructura metálica de la cubierta, realizada mediante dos grandes vigas de celosía tipo Warren, esto es, una estructura metálica compuesta por una serie de triángulos equilá-

teros invertidos alternativamente a lo largo de la cubierta. Ese tipo de estructuras, patentado por el ingeniero británico James Warren en 1848 y muy utilizado para cubrir hangares de aviación, permite el reparto de fuerzas a través de esos triángulos dispuestos en forma de enrejado, de manera que las cargas que soporta la estructura se distribuyen en diferentes direcciones.

Tras el colapso de la cubierta originado por la gran nevada, la estructura presentaba una elevada inestabilidad y un notable riesgo de empeoramiento de la situación, lo que llevó a una primera actuación de emergencia en la que se realizaron, como primera medida, trabajos de aseguramiento para evitar

Vista exterior de los daños producidos en la cubierta durante la nevada.





posibles daños mayores, sobre todo hacia el exterior del edificio. Durante este periodo inicial hubo que clausurar las instalaciones temporalmente hasta conseguir las condiciones necesarias de seguridad. Posteriormente, se desmontó secuencialmente la estructura colapsada para poder reconstruir la cubierta y recuperar las valiosas instalaciones afectadas por el hundimiento parcial de ésta. Salvo en el ámbito de los modelos físicos, mediante el teletrabajo, el CEDEX ha conseguido mantener el desarrollo de la actividad en el resto de las áreas del CEPYC. Las obras de reconstrucción han durado dos años y medio y han tenido un coste de más de 12 millones de euros.

Tras los trabajos, el secretario de Estado de Transportes y Movilidad Sostenible y presidente del CEDEX, José Antonio Santano, visitó el pasado mes de febrero, junto con el secretario de Estado de Medio Ambiente, y vicepresidente del CEDEX, Hugo Morán, la remodelación del laboratorio y, además, pudieron conocer el modelo físico tridimensional de la ampliación norte del Puerto de Valencia con el que se está estudiando el comportamiento bajo el oleaje de los buques atracados en la nueva terminal, con el fin de optimizar su operatividad.

### Un laboratorio puntero

El laboratorio, especializado en puertos, costas, navegación y

mar, se ocupa de la realización de estudios e investigaciones relativas al diseño y explotación de la zona marítima de los puertos, y de la estabilidad y funcionalidad de las estructuras marinas portuarias y costeras. Su particular cubierta, que vuela sobre la enorme nave, es la que hace posible que en el interior del laboratorio se hayan podido construir múltiples instalaciones permanentes para ensayos mediante modelos físicos a escala reducida. Así, se levanta un tanque de oleaje multidireccional, que permite la reproducción de los fenómenos relacionados con la propagación del oleaje y su interacción con las estructuras marítimas; un canal de oleaje y

Vista de los trabajos de reparación de la cubierta.





# Laboratorio de Calidad del Medio Marino

En una época de crisis climática en la que el mundo se plantea un cambio en el tratamiento del medioambiente y en la que la contaminación marina es uno de los grandes desafíos de la humanidad, debido a los vertidos industriales y a la proliferación de plástico que amenaza la salud de los océanos, se hace más necesaria que nunca la existencia del laboratorio del CEPYC, altamente especializado en los aspectos singulares del entorno marino, y que cuenta con un conjunto de instrumentos de última generación para el análisis y la evaluación de aguas, sedimentos marinos y muestras biológicas.

El laboratorio cuenta con cuatro dependencias: sala general, laboratorio de espectroscopia, laboratorio de cromatografía y laboratorio de microbiología y ecotoxicidad. En la sala general se realizan la recepción, conservación y fraccionamiento de muestras; los tratamientos previos de las mismas (seca-do, homogeneización, triturado, digestión y extracción por microondas, etc.); el proceso de muestras para determinación de microplásticos; las medidas generales de conductividad, densidad, granulometrías, turbidez, etc. Y en los laboratorios se analizan a través de las distintas herramientas de alta especialización muestras de microplásticos, identificación de polímeros, pruebas de fluorescencia atómica para analizar la concentración química de una muestra, análisis de la cantidad de compuestos orgánicos presentes en el agua, o la contaminación microbiológica etc., toda una serie de estudios que después tendrán las consiguientes aplicaciones:

- Desarrollo de normativa ambiental y metodologías analíticas.
- Seguimientos ambientales de actuaciones en el litoral.
- Contaminación por microplásticos.
- Calidad de arenas para regeneración de playas.
- Caracterización de materiales de dragado.
- Investigación y diseño de vertidos de estaciones desaladoras.
- Contaminación por hidrocarburos. Investigación del origen de vertidos incontrolados.
- Ensayos para la homologación de productos de la lucha contra la contaminación por hidrocarburos en el mar.

viento a gran escala (1:8 - 1:30) diseñado para analizar fenómenos de interacción oleaje-estructura que permiten mejorar el diseño de estructuras marítimas, en lo relativo a su seguridad estructural y funcionalidad; otros dos tanques de oleaje; y tres canales. La gran superficie de la nave permite, además, la existencia de puentes grúa de 1500 kg para el transporte de materiales y equipos, y la existencia de un conjunto de pasarelas elevadas para la observación cenital de los modelos y la captación de imágenes desde puntos elevados. Las instalaciones fijas ocupan el perímetro de la nave, de forma que queda disponible un espacio central de 4000 metros cuadrados de superficie para la construcción de modelos 3D de uso temporal.

Además de todas estas instalaciones singulares y de alta capacidad tecnológica, en las dependencias anejas la actividad del laboratorio está soportada por

Tanque de oleaje multidireccional.





Puente principal del Simulador de Maniobra de Buques.

los talleres de apoyo de mecánica, carpintería, fabricación de piezas, electrónica e instrumentación. Y para que funcione de una manera sostenible, las instalaciones están abastecidas por una red de agua suministrada mediante dos depósitos propios de 1000 metros cúbicos cada uno, que se reutilizan en los sucesivos ensayos. Todo un sistema sostenible que permite realizar los trabajos de investigación relacionados con el diseño y explotación de puertos, el comportamiento de los buques y la seguridad marítima, la protección de las costas, el diseño de proyectos para la recuperación de playas, o el estudio de vertidos al mar y de dispositivos para la captación de energías renovables marinas.

### Un centro estratégico

La importancia de la recuperación de las instalaciones del laboratorio es de primera magnitud, dado que el CEPYC lleva a cabo activi-

dades con un alto valor técnico, científico, industrial y también estratégico, sobre todo para un país, como España, rodeado de miles de kilómetros de costa pero con poca plataforma continental y pocos estuarios para abrigo natural de nuestros puertos, por lo que resulta imprescindible la construcción de obras de protección exteriores en aguas relativamente profundas. Nacido en 1951 como Laboratorio de Puertos de la Escuela de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos, el CEPYC pasó a formar parte del CEDEX cuando en 1957 se creó este organismo. En 1986 adquirió su denominación actual.

Sus líneas de actividad son diversas: planificación y gestión de infraestructuras y servicios portuarios, verificar la sostenibilidad ambiental de la actividad portuaria, y las estructuras marinas; y todo lo relativo a ingeniería e impactos ambientales y gestión de zonas

costeras y del mar. En todos estos ámbitos proporciona trabajos de soporte técnico-científico a las principales instituciones públicas españolas y europeas, incluyendo, por ejemplo, el Plan Nacional de Protección de la Ribera del Mar contra la Contaminación, y actuaciones de regeneración o protección de nuestras costas. Además, el CEPYC está preparado para realizar estudios y proponer soluciones a los problemas derivados de los nuevos usos del mar, entre ellos, la desalación o la explotación de recursos energéticos renovables, utilizando para ello la energía de oleaje o la eólica marina.

Otra de las instalaciones singulares con las que cuenta el CEPYC es el Simulador de Maniobra de Buques. Se trata de un simulador interactivo de tiempo real que permite estudiar con alto grado de realismo las operaciones, dado que el sistema de simulación de maniobra reproduce el puente de un barco,



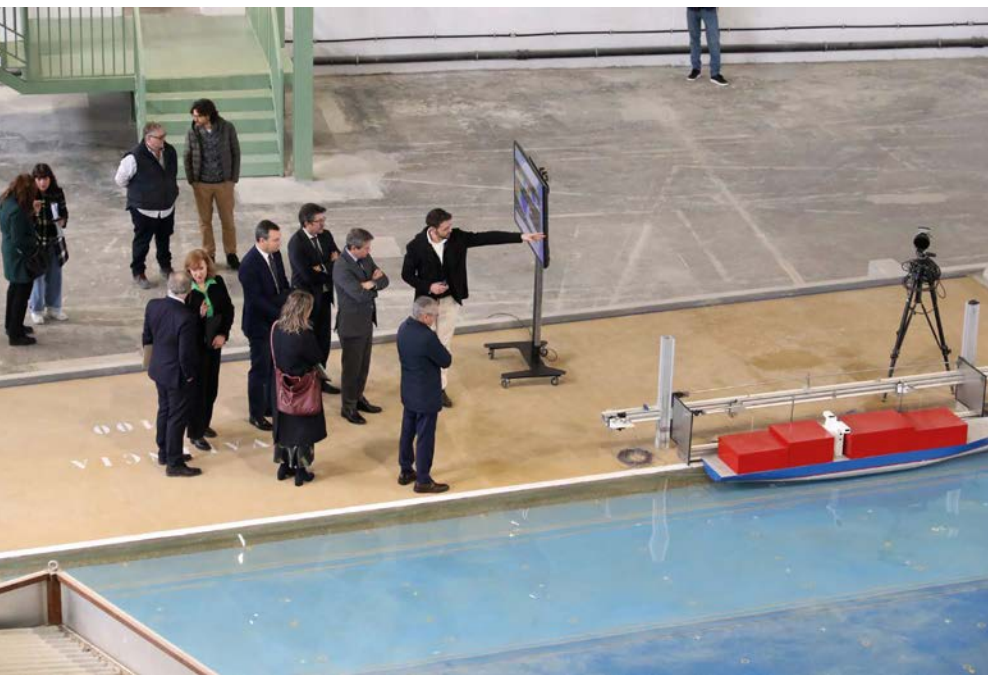
## Características técnicas del laboratorio del CEPYC

Las instalaciones del laboratorio responden a la más alta tecnología y a la mayor cualificación exigida a la ingeniería hidráulica. La nave cuenta con unas dimensiones de 115 x 71 x 8 metros.

Las instalaciones fijas que alberga:

- Tanque de oleaje multidireccional de 34 x 32 x 2 m, con un calado máximo de 1,40 m
- Canal de oleaje y viento de gran escala, 90 x 3,60 x 6 m
- Tanques de oleaje de 45 x 6,50 x 2 m y 35 x 6,50 x 1,30
- Canal de 36 x 3 x 1,50 m
- Canal de oleaje de 51 x 1 x 1,50 m
- Canal de oleaje y corrientes de 20 x 1,20 x 0,80 m
- Espacio central de 4000 m<sup>2</sup> para ensayos 3D

Visita de José Antonio Santano, secretario de Estado de Transportes y Movilidad Sostenible y presidente del CEDEX; y de Hugo Morán, secretario de Estado de Medio Ambiente, y vicepresidente del CEDEX.



incluyendo medios de información, control y comunicación habituales, entre los que destaca la simulación de la visión exterior animada y del radar. El simulador se aplica al diseño portuario (canales de acceso, bocanas, dársenas o cambios de uso de terminales); a la explota-

ción portuaria (condiciones límites de entrada y salida, empleo de remolcadores o análisis de riesgo); maniobras *offshore*; y entrenamiento náutico (maniobras de acceso y salida de puerto, situaciones de emergencia o maniobra con nuevos buques).



La excelencia en el grado de especialización en su campo, ha hecho que el CEPYC sea un referente en el campo de la ingeniería portuaria y costera en España. Basta saber que desde los años 90 del siglo pasado se han construido más de 34 kilómetros de diques en aguas profundas para abrigo de nuestros puertos, que han alcanzado 40-50 metros de profundidad con profundidades, en algunos casos, de hasta 40-50 metros. La gran mayoría de estas obras han sido objeto de estudio en el Laboratorio de Experimentación Marítima mediante la realización de ensayos en modelo físico a escala reducida, la optimiza-





Vista general del CEPYC con la cubierta totalmente finalizada.

ción de su diseño y la verificación de su seguridad y funcionalidad.

Además de los ensayos en laboratorio, el CEPYC realiza estudios sobre la seguridad de la navegación, la monitorización de la costa y el medio marino, los efectos y el seguimiento de proyectos y actividades que afectan al medioambiente, las estrategias de protección de la costa y el estudio de actuaciones de defensa y restauración del litoral frente a erosiones e inundaciones. Sus funciones pasan por realizar actividades de obtención, investigación, experimentación y gestión de datos relativos a recursos y fenómenos naturales; definir,

diseñar, optimizar, evaluar y certificar las características de los materiales, elementos, técnicas, métodos y sistemas, así como fomentar su normalización; y proponer, estudiar y elaborar, directamente, o en colaboración, reglamentaciones, normas y en general cualquier clase de especificaciones técnicas.

Hoy día es un referente para las instituciones públicas y privadas, nacionales y extranjeras, que tengan que ver con los campos de su competencia. Así, mantiene relación con instituciones similares en Europa, América y Asia, y participa en diversas redes de institutos de ingeniería hidráulica

marítima, como la “Red de Institutos Nacionales Iberoamericanos de Investigación e Ingeniería Hidráulica”, de la que forman parte 17 institutos de 14 naciones, y ha realizado trabajos en diferentes países latinoamericanos en materias relacionadas con la medida del oleaje, el desarrollo de nuevos puertos o el estudio de los riesgos en la navegación en diferentes puertos, entre otras colaboraciones fuera de España. El CEPYC participa también en asociaciones internacionales de ingeniería hidráulica, como la IAHR con Secretaría Mundial en el CEDEX y más de 5000 miembros en todo el mundo. ■