

El Canal de Aguas Tranquilas es una enorme «piscina» donde se llevan a cabo distintos ensayos con modelos de los buques a escala.

# UN MAR en miniatura

## El Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo lleva casi 90 años a la vanguardia de la investigación en el sector marítimo

**A**más de 350 kilómetros del mar más cercano, en el noroeste de Madrid, se encuentra uno de los centros de ensayos más punteros del mundo en el ámbito del diseño naval. Se trata del Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo (CEHIPAR), centro público de investigación y desarrollo tecnológico adscrito al Ministerio de Defensa donde se ensayan los aspectos hidrodinámicos que precisan los proyectos de construcción naval militar, mercante, pesquera y deportiva.

El CEHIPAR ha ido creciendo y adaptándose a las demandas de la industria náutica desde su fundación, en 1928. Una experiencia de casi 90 años, en los que ha contribuido al imparable

desarrollo de la hidrodinámica con más de 25.000 ensayos realizados. El centro se integró en 2014 en el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) y, desde entonces, es el núcleo de la Subdirección General de Sistemas Navales de dicho organismo.



El diseño de los modelos de los buques está totalmente informatizado y se realiza con programas de *software* propios.

En su origen, el canal pertenecía a la Dirección de Construcciones Navales de la Armada. Para su edificación, la Corona cedió una parcela del Patrimonio Real de El Pardo. Era el periodo de entreguerras, y las marinas del mundo comenzaron a hacer sus investigaciones

para dotar a sus buques con motores diésel sustitutos de las máquinas alternativas a vapor. Dicha innovación motivó la construcción de canales de ensayos con los que determinar la potencia necesaria para aumentar la velocidad en los buques de guerra.

### INSTALACIONES

En el mundo existe una limitada variedad de centros equipados con canales como el CEHIPAR. Sus instalaciones —desde el Canal de Aguas Tranquilas, pasando por el Túnel de Cavitación,

## El centro ha contribuido al desarrollo de la hidrodinámica con más de 25.000 ensayos realizados

hasta llegar al Laboratorio de Dinámica del Buque, más conocido como el Canal de Olas— ofrecen la capacidad de ensayar proyectos a medida a todos los niveles: numérico, experimental, propulsor, de olas y de potencia.

En el Canal de Aguas Tranquilas es donde se llevan a cabo los ensayos de resistencia al avance, de autopropulsión o de líneas de corriente, entre otros. Se utiliza un modelo del buque a escala lo suficientemente grande para determinar la potencia que debe tener el barco para alcanzar la velocidad deseada. Con ese barco y su diseño de hélice correspondiente, en el Canal de Olas, una vez verificada la velocidad, se comprueba que el barco flota con las condiciones de seguridad y de movimientos exigidas por el cliente. Por último, en el Túnel de Cavitación se verifica que la hélice propulsora no «cavite», es decir, que no produzca burbujas de vapor cuando la hélice gira a altas revoluciones y que son perjudiciales para su funcionamiento.

El Canal de Aguas Tranquilas es una enorme «piscina» de 320 metros de longitud, 12,5 de anchura y 6,5 de profundidad. Originalmente, su longitud era de solo 190 metros, pero en el año 1956 se amplió para que resultara más eficiente, al disponer de más carrera para la adquisición de datos. Desde su origen, el agua del canal nunca se ha cambiado, solo se compensan las pequeñas filtraciones y evaporaciones; se depura y reutiliza sin ningún tipo de aditivo, ya que permanece relativamente fría y sin apenas luz, por lo que no genera ningún tipo de microorganismo ni alga.

La adquisición y análisis de datos se realiza de forma automática con tecnología digital, mediante programas desarrollados específicamente para esta función. Son mediciones con un alto grado de fiabilidad y permiten determinar con gran exactitud el valor de la resistencia al avance de un buque y estudiar soluciones sobre la influencia de las formas del casco en el funcionamiento de su propulsor.

En segundo lugar, el Canal de Olas fue inaugurado en 1992 y dispone de moderna tecnología de generación de oleaje e instrumentación para ensayos de los movimientos de buques, plataformas *off-shore* y artefactos flotantes en olas y viento. Cuenta con 150 metros de longitud, 30 de anchura y cinco de profundidad. En uno de los extremos hay una playa de absorción del oleaje, y en el otro extremo tiene un generador de olas del tipo «multiflap», que se acciona hidráulicamente, y producen, con el movimiento, un tren de

la generación de cavitación, el riesgo de erosión, las fluctuaciones de presión y la producción de ruidos. Los ensayos pueden realizarse con el propulsor en flujo libre, o bien simulando la estela del buque con mallas o introduciendo una réplica del modelo.

Las instalaciones del centro se completan con los talleres, donde se construyen los modelos a escala que se utilizan en los experimentos. El diseño se realiza con programas de *software* propios y para su transformación a lenguaje máquina se utilizan estándares



En los talleres del centro se construyen los modelos a escala de las embarcaciones que luego se introducen en los canales para realizar los experimentos.

agua que recorre el tanque hasta llegar a «la playa», formada por una capa de virutas de acero inoxidable de 50 cm de espesor, encargada de absorber la energía de la ola y evitar que se refleje. Jugando con la amplitud individual de las paletas, se forman pequeñas olas que, compuestas, generan un mar de olas irregular, similar a la realidad en los océanos.

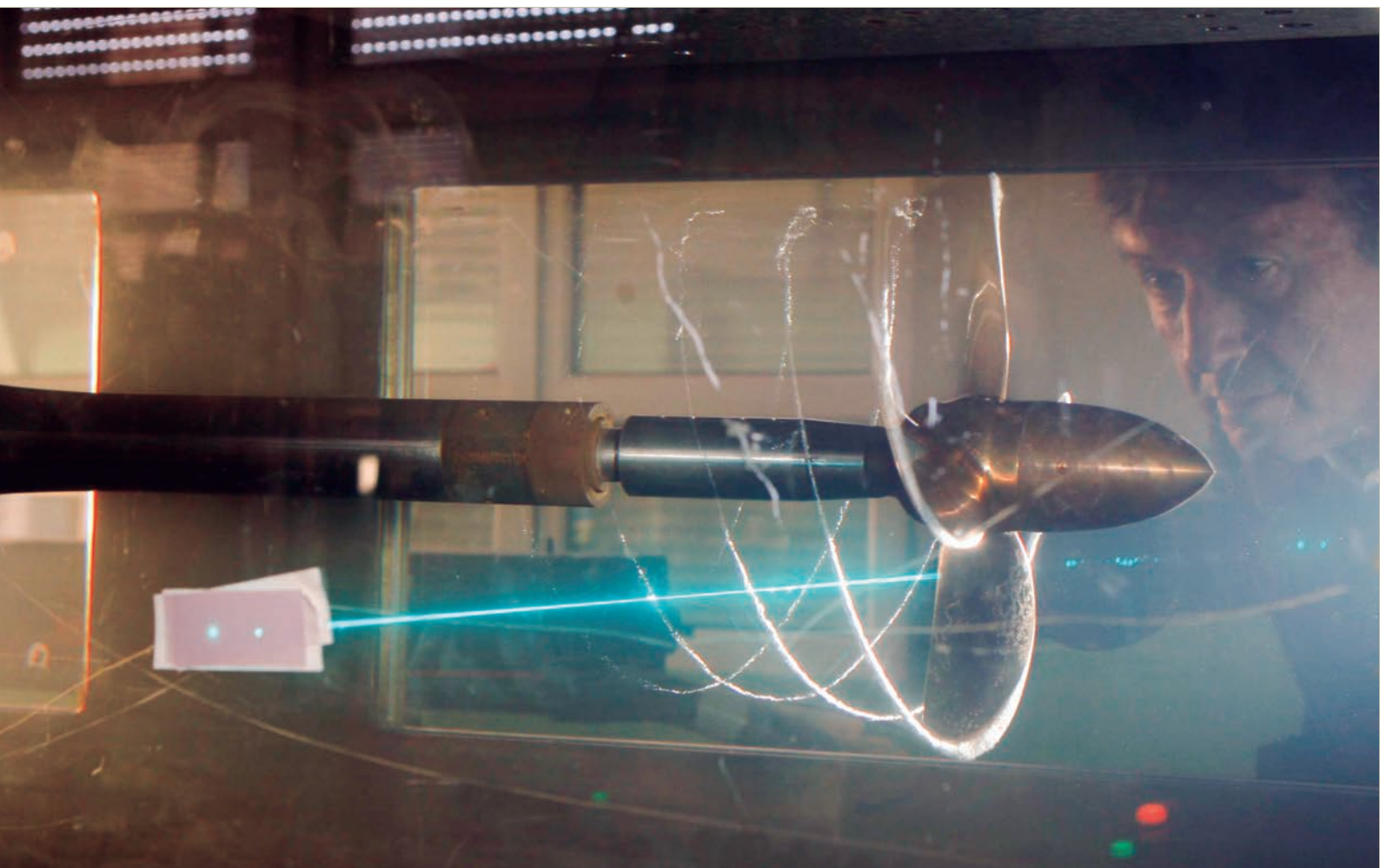
Por último, el Túnel de Cavitación tiene como objetivo optimizar el diseño de hélices comprobando y estudiando

de control numérico industrial. En una nave central se efectúa la preparación y montaje de los modelos tras su paso por los diferentes talleres (mecánico, de carpintería, de hélices y de soldadura). También cuentan con una cabina de pintura y otra para la construcción de modelos de fibra de vidrio.

### PROYECTOS

Tradicionalmente, los proyectos del CEHIPAR estuvieron orientados a buques de la Armada pero, con el paso del





El diseño de las hélices se optimiza en el Túnel de Cavitación, instalación que se utiliza para comprobar y estudiar la generación de cavitación, el riesgo de erosión, las fluctuaciones de presión y la producción de vibraciones y ruidos, entre otros fines.



El piragüista David Cal realizó ensayos en el Canal del Aguas Tranquilas del CEHIPAR para mejorar su entrenamiento antes de acudir a los Juegos Olímpicos.

tiempo, el centro ha ampliado su trabajo al ámbito mercantil y comercial. Actualmente, trabaja en novedosos programas de investigación, como los vehículos no tripulados, drones y anfibios. El canal ha estado ligado a importantes proyectos europeos, como el *Aquo*, que trataba de reducir el ruido de la hélice y del casco que emiten los barcos y que afecta a la fauna marina y su entorno. «El ruido submarino, o firma acústica, es una de las principales preocupaciones relativas a los buques, ya que los hace muy fácilmente detectables», señala el capitán de navío Ingeniero Emilio Fajardo, subdirector de Sistemas Navales del INTA.

El centro también trabaja en proyectos nacionales de I+D+i y comerciales con empresas del sector naval tanto en el ámbito nacional como internacional. «Este año —explica Fajardo— estamos involucrados en el programa de la fragata *F-110* con estudios de optimización del casco, cálculo de potencia y velocidad, comportamiento en la mar, maniobrabilidad, etcétera». En cuanto

CEHIPAR



a los proyectos comerciales, están en marcha algunos relacionados con la energía eólica marina, plataformas *off-shore* y cruceros.

Por otro lado, existe un convenio con el Consejo Superior de Deportes y con las federaciones españolas de vela y piragüismo para que los deportistas olímpicos que consiguen diplomas o medallas puedan perfeccionar su rendimiento en las instalaciones del CEHIPAR con vistas a las siguientes olimpiadas.

Los especialistas en vela deportiva del canal mejoran el comportamiento de las embarcaciones en función de las condiciones de viento del campo de regatas del país organizador, optimizando la posición del tripulante para conseguir que el barco desarrolle la mejor flotación de equilibrio para alcanzar una mayor velocidad.

El piragüista David Cal, el deportista español con más medallas olímpicas —cinco en tres participaciones, de 2004 a 2012— realizó ensayos con su canoa monoplaça en el Canal de Aguas Tranquilas, pruebas que le sirvieron para comprobar la técnica de palada, la posición longitudinal y el peso del tripulante según las condiciones de viento previstas en la competición. Asimismo, en las tres ocasiones



Desde el puesto de control del Túnel de Cavitación, un técnico comprueba los parámetros de un experimento con el modelo de una hélice.

en las que España ha participado en la Copa América, en los años 1992, 1995 y 1998, el ensayo de los barcos se realizó en las instalaciones del CEHIPAR. En ediciones posteriores, se ensayaron también las embarcaciones del equipo suizo y el barco *BMW* americano, que

terminaron ganando en sus respectivas ediciones, aportando con ello un merecido prestigio al centro.

### ACCIDENTES EN LA MAR

El CEHIPAR posee los recursos adecuados para realizar análisis de accidentes marítimos, reproduciendo a escala las condiciones de navegación del modelo en el momento del siniestro. Para ello mantiene un convenio con la Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos (CIAIM) relativo a la simulación y posterior estudio de lo sucedido. Su intervención ha esclarecido varios naufragios, la mayoría de pesqueros, colaborando también en la investigación del petrolero *Prestige*, hundido frente a las costas gallegas en 2002.

De cara al futuro próximo, además de seguir con los ensayos tradicionales, el CEHIPAR tiene previsto abrirse a nuevos programas tecnológicos relacionados con el ruido submarino, las energías eólicas marinas y, en general, con todo tipo de nuevos vehículos no tripulados, tanto submarinos (UUV), como de superficie.

Isabel Gómez Álvarez  
Fotos: Pepe Díaz



El taller mecánico del CEHIPAR está dotado con todas las herramientas estándar para el trabajo del metal, como tornos, fresas, cepillos, etcétera.