

Navegando gracias al Canal

El Canal de Ensayos Hidrodinámicos de la ETSIN permite conjugar los estudios experimentales y numéricos en la optimización de las formas de distintos tipos de embarcaciones, tomando en cuenta la estabilidad, la propulsión, la resistencia y el comportamiento en la mar

El Canal de Ensayos Hidrodinámicos de la ETSIN es el único de su naturaleza existente en España, junto con el Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo. De esta manera, la ETSIN tiene el privilegio de aglutinar ensayos experimentales y cálculos matemáticos en el estudio de las formas de los barcos y su comportamiento en la mar. El doctor Luis Pérez Rojas, docente de Teoría del Buque e investigador, lidera proyectos sobre la estabilidad y la seguridad de barcos pesqueros, y estudios sobre optimización de embarcaciones deportivas tales como las que han representado a España en las distintas ediciones de la Copa América. La participación en distintos congresos internacionales, una activa labor en la *International Towing Tank Conference* desde su afiliación en 1990 y los trabajos desarrollados para más de 180 empresas en los últimos 15 años, son algunos de los elementos de una importante labor de investigación aplicada.

Sabrina Bagarella

Un Canal de Ensayos Hidrodinámicos puede considerarse uno de los elementos más característicos y diferenciadores en la formación del Ingeniero Naval. “El Canal nos permite ensayar modelos de barcos, lo cual es específico de nuestra carrera”, comenta Luis Pérez Rojas, doctor en Ingeniería Naval y profesor de la UPM desde 1988. Junto con el Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo, el Canal de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales (ETSIN) es el único de esta naturaleza que existe en España. “A diferencia de otros centros que sólo hacen simulación numérica, nosotros tenemos también la parte experimental”, señala el investigador.

Para entender la implicación de Pérez Rojas con el Canal resulta conveniente señalar que es profesor de Teoría del Buque. Esta teoría considera a la embarcación como un flotador que no sólo debe flotar, sino moverse en una determinada dirección con un consumo mínimo de energía y en un medio totalmente hostil como es la mar. El catedrático explica que esta disciplina analiza inicialmente la **estabilidad** tanto transversal como longitudinal del buque, considerado como un simple flotador.

Pero el buque tiene que avanzar venciendo una **resistencia** para lo que necesita una **propulsión** (normalmente una hélice movida por un motor). Como la navegación no es siempre en línea recta sino que debe moverse en un plano, sobre todo en las maniobras de atraque y desatraque, debe estudiarse su **maniobrabilidad**. Finalmente, el buque se mueve con seis grados de libertad y en una mar totalmente irregular, su estudio constituye el denominado **comportamiento en la mar**. “Estos son algunos de los temas que estudiamos en el Canal,” señala Pérez Rojas.



Luis Pérez Rojas junto al Canal de la ETSIN



Canal de Ensayos Hidrodinámicos de la ETSIN

La estabilidad, la resistencia y la propulsión, la maniobrabilidad y el comportamiento en la mar pueden estudiarse numéricamente resolviendo las ecuaciones de la dinámica de fluidos. Sin embargo, la no linealidad de estas ecuaciones, las complicadas condiciones de contorno en una superficie libre desconocida en el planteamiento del problema y la modelización de la turbulencia hacen, entre otras razones, que esta resolución no se haya logrado de forma totalmente satisfactoria. Contar con el Canal y “palpar” los resultados numéricos trasladados a la hidrodinámica experimental resulta un lujo que profesores, investigadores y alumnos no dudan en aprovechar.

¿Cómo funciona el Canal?

El Canal de la ETSIN fue inaugurado en 1967 con unas dimensiones de 56 metros de largo, 3,8 m. de ancho y 2,2 m. de profundidad, posteriormente se aumentó su longitud hasta los 100 m que tiene en la actualidad. En la cabecera se prolonga en un canalillo de trimado cuyas paredes laterales están constituidas por cristales de 12 mm de espesor. Este canalillo está situado sobre un foso desde el que se puede ver el modelo con más comodidad.

En el otro extremo, existe un generador de olas de tipo pantalla que permite la realización de ensayos en aguas agitadas. Movido por un motor eléctrico de 2 Kw permite alcanzar olas regulares de hasta 0,2 m y períodos de olas comprendidos entre 0,5 y 2 segundos. Para poner en movimiento el modelo se dispone de un carro de estructura de acero, que rueda sobre dos líneas de carriles ancladas en los pretiles laterales del “canal”. La alineación y nivelación de estos carriles se ha efectuado con gran precisión para evitar alteraciones de la velocidad del carro durante los ensayos. El carro es movido por cuatro motores (uno por cada rueda) de corriente continua de 2.8 Kw a 220 V conectados en serie para conseguir la igualdad de sus pares motores.

La transmisión se realiza a través de sendos engranajes reductores para que siendo así los motores más ligeros puedan reaccionar antes a la regulación. El carro puede alcanzar una velocidad de hasta 3.5 m/s. El sistema de regulación basado en la electrónica de potencia ha sido desarrollado con importantes aportes del grupo de personas que trabajan en el Canal.

En el Canal de la ETSIN se han ensayado diversos tipos de embarcaciones, aunque destacan los barcos pesqueros y las embarcaciones deportivas de alta competición, tales como las participantes en la Copa América en los años 92, 95 y 2000. Los modelos suelen ensayarse en escalas comprendidas entre 7 y 25, por lo que las embarcaciones más grandes, que necesitarían escalas mayores, requerirían instalaciones mayores como las de el Canal de El Pardo. “Manejar escalas 40, por ejemplo, podría afectar el rigor científico de los resultados,” comenta Pérez Rojas.

Estabilidad y seguridad de los buques

La estabilidad de los barcos pesqueros constituye una de las líneas de investigación prioritarias para el doctor Pérez Rojas. “El estudio de la estabilidad viene motivado por los accidentes marítimos, que son todavía muy frecuentes, a pesar de los avances tecnológicos. Existe una gran sensibilidad social, y particularmente europea, por atajar el tema de la estabilidad y seguridad en los barcos”, comenta. Los casos de los buques “O Bahía”, que se hundió en junio del 2004 en aguas gallegas, y del “Nuevo Pilín”

En el Canal se ensayan principalmente modelos de pesqueros y embarcaciones de alta competición tales como las de la Copa América

ocurrido en aguas cántabras en noviembre del mismo año, son sólo algunos ejemplos de accidentes ocurridos por problemas de estabilidad en una mar especialmente agitada.

Este proyecto se enmarcó inicialmente en una investigación realizada para la Dirección General de la Marina Mercante y existen nuevas expectativas para continuar estos trabajos en el marco de la Administración Marítima y en distintos foros internacionales.

En esa línea también merece mencionarse el cálculo hidrodinámico por partículas (SPH), el cual se aplica a diversos aspectos de la estabilidad en los barcos. “Somos pioneros en SPH, por lo que nos sentimos muy orgullosos”, comenta Pérez Rojas, quien considera que quizás sea ésta la aportación más interesante de su grupo de investigación en la actualidad.

El método por partículas SPH se está utilizando, por ejemplo, para la modelización de tanques estabilizadores pasivos, los cuales se emplean para reducir el movimiento de balance en buques pesqueros. Igualmente, el SPH se utiliza en la simulación de objetos flotantes en el agua, tratando las no-linealidades propias de la hidrodinámica de una manera más exacta que otro tipo de ecuaciones.

Aparte de la estabilidad y el método por partículas, Pérez Rojas coordina en el marco PROFIT un proyecto sobre la propulsión en pesqueros y otro relativo a la optimización del movimiento del balance en embarcaciones de pequeño porte, las cuales se ensayan en el Canal. El diseño y control de buques que navegan en cooperación (el caso de un remolque, por ejemplo) es otro proyecto que se ha estado llevando a cabo en relación con la seguridad, pero esta vez en el marco del Programa Nacional del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

El Canal de la ETSIN y la Copa América

Entre las líneas de investigación prioritarias, Luis Pérez Rojas destaca la optimización de las embarcaciones deportivas, la cual viene motivada por la participación española en la Copa América y que según el investigador resulta interesante “por los muchos retos que ofrece el sector de los barcos a vela y sus particularidades de navegación”. Esta línea, al igual que la mayoría de las que se desarrollan en el Canal, ha contado con la colaboración de empresas privadas.

El Desafío Español de Copa América ha permitido la realización de un número elevado de ensayos no tradicionales en un canal, poniendo a punto nuevos sistemas de medida. La documentación del Canal recoge que durante el Desafío del año 1992, se ensayaron cuatro prototipos de carena, cinco timones, dos orzas y dos bulbos con distintas configuraciones entre los apéndices citados. Dedicación especial merecieron los acuerdos de orza y bulbo, la actuación del trim-tab de la orza, la colocación de un perfil a proa de la orza, la resistencia por formación de olas y la resistencia añadida debida al estado de la mar.

La competición del año 1995 también contó con el Canal de la ETSIN para optimizar hidrodinámicamente las formas del buque que representó al Sindicato español en aquella carrera, el Rioja de España. El objetivo del estudio realizado era la obtención de las características de resistencia y sustentación de siete modelos distintos de

El cálculo hidrodinámico por partículas SPH está permitiendo grandes avances en el estudio de la estabilidad

carena. Estos modelos se ensayaron con el mismo juego de apéndices para facilitar la comparación de los resultados.

Ya en el 99, el Canal de la ETSIN participó en el ensayo de tres prototipos de carenas y la aplicación de los CFD (*Computational Fluid Dynamics*/ Dinámica de Fluidos Computarizada) desarrollados en el canal para este tipo de buques, lo que exigió una adecuación del mismo. Esta actuación también permitió desarrollar un dinamómetro de seis componentes con la ayuda del Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo.

CFD, Cálculos de Dinámicas de Fluidos

Resolver problemas de mecánica de fluidos mediante aproximaciones matemáticas con la ayuda del ordenador constituye la base de los CFD, siglas inglesas de la expresión *Computational Fluid Dynamics* traducida al español como Dinámica de Fluidos Computarizada. Este es un campo de investigación paralelo al experimental (el Canal del Ensayos como tal), que se desarrolla mediante modelos matemáticos y simulaciones por ordenador.

Entre los trabajos realizados con CFD se cuentan el análisis de diversos cascos como los prototipos para la Copa América, un pesquero a construir en Chile, un pesquero del proyecto Halios y un estudio paramétrico de un ferry de alta velocidad. Como herramienta en la optimización de buques destaca la aplicación práctica del CFD en las mejoras de bulbos de proa.

Para asegurar la calidad del CFD se requiere una cuantificación de la incertidumbre de los resultados, para lo cual la ETSIN ha efectuado su validación. "Tanto los ensayos computarizados como los experimentales tienen ciertos grados de incertidumbre", comenta Pérez Rojas quien señala que se tiende a pensar que los resultados experimentales son absolutamente fiables, lo cual no es cierto.

La incorporación del Canal en 1990 en la *International Towing Tank Conference*, (Conferencia Internacional de Canales de Ensayo), donde "existe una gran sensibilidad" sobre el aspecto de la fiabilidad de la experimentación, es una prueba de que esta preocupación existe a nivel internacional.

Futuras investigaciones

En la actualidad, el grupo liderado por Luis Pérez Rojas presenta un proyecto relacionado a embarcaciones deportivas con la Escuela Universitaria Politécnica de la Almunia de Doña Godina, Universidad de Zaragoza. "Estamos muy ilusionados. Esta Escuela tiene un grupo elevado investigadores con muy buena reputación", comenta. En el Canal de la ETSIN trabajan unas 10 personas, incluyendo becarios, y se calcula que al menos un 20% de los alumnos de la Escuela tiene contacto con el Canal y los trabajos que desarrolla.

Otro proyecto importante para los próximos 3 años tiene que ver con el programa SAFEDOR de la Comisión Europea, en el que el grupo que trabaja en el Canal participará a través de IZAR. Este programa persigue minimizar los riesgos en el transporte marítimo a través del diseño de embarcaciones seguras a costes

competitivos.

“Toda la labor desarrollada en los últimos años ha sido un trabajo de equipo en donde han colaborado más de una treintena de profesores y personal de administración y servicios, sin olvidar la aportación de los alumnos, cuyo número supera los 150”, señala Pérez Rojas, indicando que el futuro de las investigaciones llevadas a cabo en el Canal seguirá siendo posible gracias a esta colaboración grupal.

Dinámica del buque

Luis Pérez Rojas señala que el comportamiento en la mar es uno de los aspectos menos estudiados a la hora de afrontar el proyecto del buque ya que “casi siempre se ensaya en aguas tranquilas”. El fin último de la hidrodinámica es el correcto diseño de las formas para que el buque pueda cumplir perfectamente su misión, lo que implica necesariamente el estudio del medio en el que va a navegar.

En sus trabajos escritos, Pérez Rojas explica que un gran número de problemas que afectan la correcta explotación del buque pueden ser previstos y corregidos mediante un estudio de comportamiento en la mar. Desde los contratiempos que pueden provocar una reducción voluntaria o involuntaria de velocidad o cambio de rumbo indeseados (“slamming”, embarque de agua en cubierta, emergencia del propulsor, etc.), hasta los que repercuten gravemente en el trabajo de la tripulación (aceleraciones excesivas) pasando por otros mucho más concretos como las posibles dificultades de un helicóptero para aterrizar en la plataforma de un atunero en determinadas condiciones del mar.

Se ha elaborado una metodología basada en las teorías de los procesos aleatorios, las técnicas de análisis espectral, la oceanografía, la dinámica de sistemas y otras materias afines para realizar el estudio del comportamiento del buque en la mar. Pérez Rojas comenta que en este campo, en el canal de la ETSIN se vienen desarrollando programas de simulación numérica que también incluyen la maniobrabilidad de buques y los efectos dinámicos en tanques.

FICHA TÉCNICA

Centro: Canal de Ensayos Hidrodinámicos de la ETSIN, UPM

Director: Luis Pérez Rojas

Dirección: Av Arco de la Victoria, s/n
28040 Madrid

Teléfono: 913367154

Fax: 915442149

Email: lperezr@etsin.upm.es

Página web: <http://canal.etsin.upm.es/index.htm>

Líneas de investigación: Ensayos hidrodinámicos, teoría del buque, CFD, entre otros.

