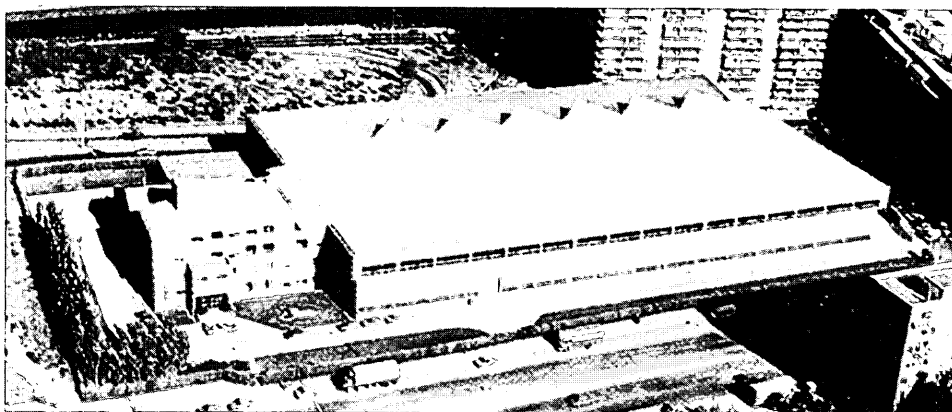


LA ESTELA INVESTIGADORA DE IRIBARREN

Miguel Ángel Losada Martínez

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Grupo de Puertos y Costas, Universidad de Granada



RESUMEN

En este artículo se presentan los grupos de trabajo e investigación que, de diferentes maneras y ámbitos han seguido la estela investigadora de Iribarren. Su ubicación y actividad principal es diversa y pertenecen al mundo universitario, institutos de investigación, centros privados y administraciones públicas, pero todos ellos participan de un origen común y, sin duda, de un estilo de trabajo esbozado por Iribarren. Este artículo no es exhaustivo y en él no se pretende recoger todo lo que se ha hecho tras su ingente labor; si no solamente dar una muestra de lo que un hombre excepcional puede provocar en un país con escasa experiencia en la investigación aplicada, elaborando teorías, aplicando técnicas y sembrando el entusiasmo y la pasión por el conocimiento. El artículo ha sido redactado por un conjunto de investigadores e ingenieros cuyo nombre figura al comienzo de la sección referente a la Institución a la que pertenece o para la que trabaja.

ABSTRACT

This article presents the working groups and investigation which, in different ways and areas, has followed the investigative heritage of Iribarren. The main focus of investigation varies widely and emit from the university world, research centres, private and public centres, though all have a common starting point in the work outlined by Iribarren. This article is not exhaustive and does not pretend to cover everything which has been produced on the basis of Iribarren's huge volume of work. The aim is simply to illustrate how an exceptional man can give rise to elaborate theories, applying techniques and sowing enthusiasm and thirst for knowledge in a country with previously little knowledge in applied research. The article has been drawn up by a number of investigators and engineers whose names are given at the head of the section corresponding to their relevant institution or association.

INTRODUCCIÓN

Recientemente se ha celebrado una exposición sobre la figura y la obra de Iribarren y que se resume en el libro "Iribarren Ingeniería y Mar" editado por el CEHOPU. En él se glosan sus principales contribuciones científicas y técnicas. En el artículo sobre "Fórmulas para el cálculo de los diques rompeolas" se concluye con lo siguiente:

"Iribarren cultivó una personalidad fuerte, rica y plural que le permitió llevar una vida apasionada y comprometida con su época y con el conocimiento. Es un ejemplo para todas las generaciones como investigador, como técnico y como hombre. En cada una de sus múltiples facetas, Iribarren nos dejó un importante legado.

El investigador, que fundamentó toda su actividad en el método científico: observar, inducir, establecer leyes y finalmente deducir, es decir, aplicar y, seguidamente, observar si las experiencias producen los efectos deseados para, a continuación, iniciar de nuevo el proceso de inducción.

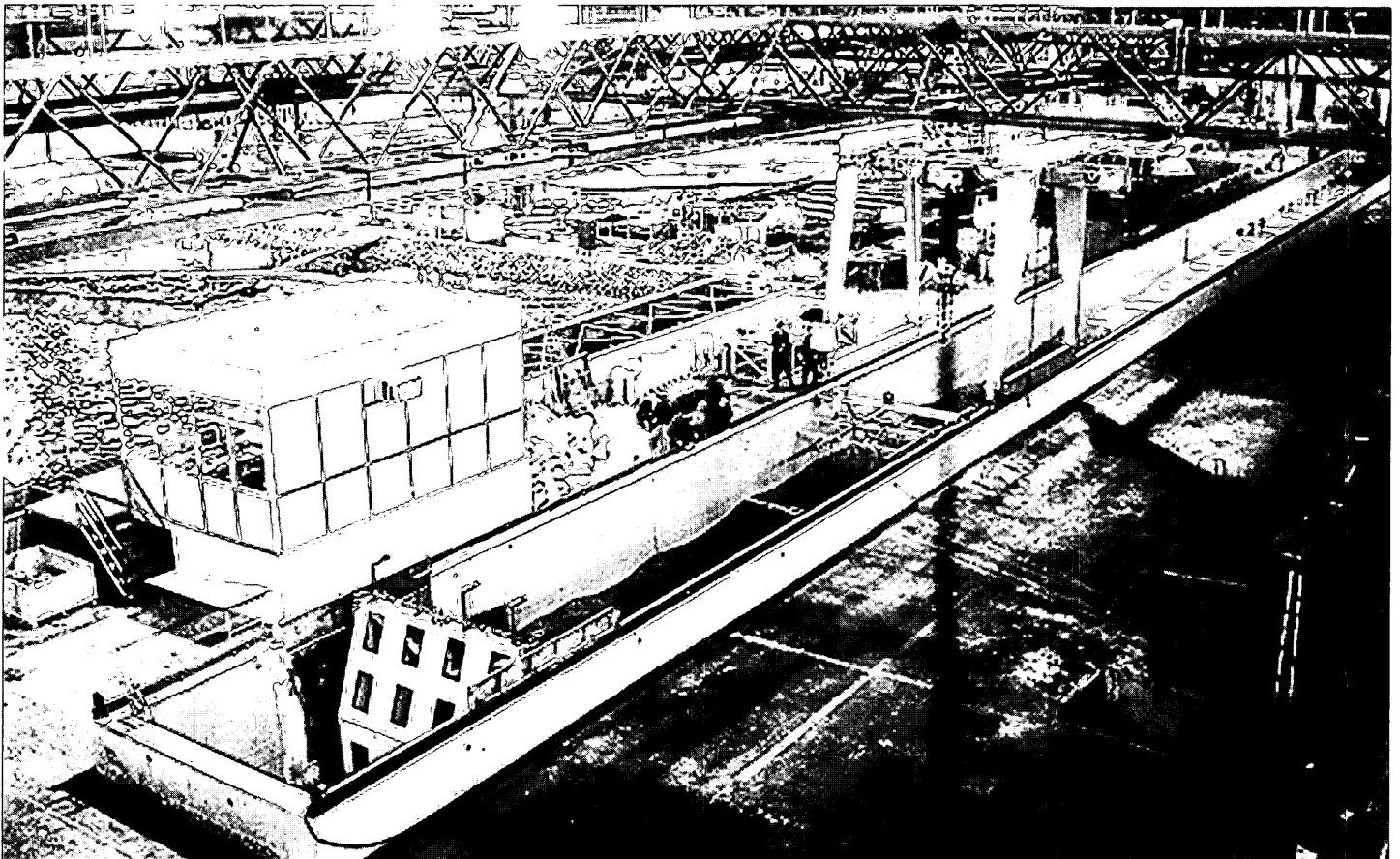
El pensador, que siguió al pie de la letra las palabras de Leonardo da Vinci, "no existe en la naturaleza efecto sin

causa; comprended la causa y no necesitareis experimentar".

El ingeniero, que convirtió cada una de sus obras no en un simple hecho, sino en un caso científico del cual extraía conclusiones.

El profesor, que construyó un laboratorio de ensayos e impartió docencia en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, donde sembró su estilo técnico y sus hábitos científicos en unos profesionales que por aquél entonces, quizás como consecuencia de la situación histórica del país, profesaba aquellas lamentables ideas: "las cosas del mar están en manos de Dios"... "que investiguen otros". El hombre, que se reveló contra aquel destino y sentó las bases de una ingeniería marítima española científica y técnica cuya continuidad y desarrollo está en nuestras manos. Ojalá sepamos responder a su legado".

La estela de Iribarren en España se encuentra en todos los ámbitos marítimos, en las Universidades, la Administración, Puertos del Estado y Dirección General de Costas, los Laboratorios y en las empresas de Ingeniería y Construcción. Algunos de éstos se describen, brevemente, en este artículo.



LA UNIVERSIDAD

La estela universitaria de Iribarren fue seguida por el profesor Suárez Bores. Quizás él, como ningún otro, tuvo discusiones intelectuales profundas, intensas y apasionadas con Iribarren. Suárez Bores, jubilado recientemente de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid, ha dejado, a su vez, una importante y amplia estela, que hoy en día imparte docencia en las "Escuelas de Caminos" y en las Facultades de Ciencias del Mar. En algunas de ellas, se han realizado y se están realizando investigaciones importantes; algunos de ellos se citan a continuación.

Unidad Docente de Puertos y Costas e Ingeniería Portuaria. Universidad Politécnica de Madrid

Vicente Negro. *Profesor Titular. Universidad de Cantabria*

Ovidio Varela. *Profesor Titular. Universidad Politécnica de Madrid*

En la actual Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid, desde su construcción, trasladándose desde la clásica del Retiro, en la década de los sesenta, quedó prevista la creación de un Laboratorio de Puertos

para la experimentación en modelo físico a escala reducida, tanto para uso de los alumnos del segundo ciclo con fines docentes, como de ayuda y apoyo a la investigación, siguiendo las estelas conceptuales, innovadoras y brillantes de sus antecesores como Profesores en la Cátedra de Puertos, D. Ramón Iribarren que consiguió su primer canal de ensayos para la Escuela al final de la década de los cuarenta, y D. Pedro Suárez Bores, y que finalmente ha alcanzado su pleno funcionamiento con el Director de Departamento, D. José Javier Díez González. En la actualidad el Grupo se encuentra formado por 4 profesores, 4 investigadores contratados y 6 alumnos predoctorales.

El Laboratorio

El Laboratorio consta de un canal de longitud 50 metros, con sección transversal de 1.00 metro de ancho por 1.50 metros de altura y tiene una capacidad de generación de 0.45 m, aproximadamente en profundidad de 1.00 metro. El tanque de ensayos tridimensionales, que ocupa la parte central de la nave, tiene una profundidad total de 1.36 metros, una anchura de 11 metros y una longitud de 33 metros. El fondo del mismo está terminado con pavimento de terrazo "in

situ" y las paredes verticales en loseta continua, dotadas de vertedero para recoger rebases y salpicaduras. El aparato generador está constituido por dos paletas de 5.50 metros de frente y 0.75 metros de altura, con las siguientes prestaciones: Altura de ola 0.25 m en una profundidad de 0.60 m.

La informatización del proceso de generación y calibración de oleaje está compuesta por una estación de trabajo, una tarjeta de comunicaciones, una unidad conversora y una interface con tarjeta de conexión para un número mínimo de 8 canales analógicos de entrada en forma diferencial o 16 canales forma común y 2 canales analógicos de salida. Las instalaciones se complementan con equipos de medida de oleaje y programas de generación y calibración, así como, de adquisición y análisis de datos.

Proyectos y Convenios de Investigación

Sin olvidarse de la influencia, notoria, patente, tanto humana como científica, del Profesor D. Pedro Suárez Bores, que desde finales de los sesenta hasta 1998 ocupó la plaza de Catedrático proporcionando notables contribuciones científicas, tales como el Análisis Multivariado de los Sistemas de Diseño y la Clasificación genética de costas, ambos conceptos contemplados en diferentes ensayos de este número de la Revista, las líneas de trabajo e investigación actuales sobre la base de las posibilidades de las instalaciones planteadas son las siguientes:

Estabilidad estructural de diques en talud, Rebase, transmisión y subpresión en elementos monolíticos de diques en talud. Estudios de estabilidad estructural de diques monolíticos de fallo rígido instantáneo. Nuevos conceptos de diques especiales, antirreflejantes, laminadores de la subpresión. Estudios de estabilidad hidráulica de diques verticales, reflexión, rebase, efecto aireación. Combinación de los parámetros estructurales, funcionales, geotécnicos y ambientales en el diseño de diques verticales. Incertidumbres y modos de fallo, cálculo sistemático en función de tipologías y ensayos concretos. Aplicación de nuevas tipologías de diques en problemas de erosión costera: diques de baja cota, emergidos, bermas sumergidas, transmisión de energía, modificaciones del perfil de playa.

Hasta la fecha se han firmado distintos Convenios de Investigación tanto con instituciones estatales como privadas, destacando el inicial con el Ente Público Puertos del Estado y el Centro de Estudios de Puertos y Costas, CEDEX-CEPYC para poner en funcionamiento el Laboratorio; con Intecsa para el "Estudio de Diques Verticales de naturaleza especial en zona de rompientes"; con Intecsa-Inarsa para el "Análisis estructural e hidráulico de Diques en Talud"; con Puertos del Estado para la "Valoración de la lámina de agua y la superficie de tierra en los Puertos", Convenio entre Universidades y Puertos del Estado para el Estudio de la Reflexión en diques en talud. ■

Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas. Universidad de Santander

Raúl Medina

Profesor Titular. Universidad de Cantabria

El Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas de la Universidad de Cantabria (G.I.O.C.) es un grupo multidisciplinar que aglutina Ingenieros de Costas y Licenciados con formación específica en el área de las Ciencias y Técnicas Marinas, cuyo interés se centra en la investigación básica y aplicada en problemas relacionados con la morfodinámica litoral, calidad de agua e ingeniería portuaria. El Grupo tiene su sede en la E.T.S. de Ingenieros de Caminos de Santander y se encuentra formado por 4 profesores, 4 investigadores contratados y 6 alumnos predoctorales. La actividad del Grupo, que tiene su sede en la E.T.S. de Ingenieros de Caminos de Santander, se divide en tres áreas específicas: docencia, investigación y asesoría a organismos públicos y empresas.

Laboratorio

Para desarrollar su labor, el G.I.O.C. cuenta con un laboratorio que consta de dos canales y un tanque de oleaje, así como con la instrumentación necesaria para medir parámetros oceanográficos. El trabajo en el laboratorio se complementa con campañas de campo, para lo cual el Grupo cuenta con diferente instrumentación a tal efecto.

Docencia

La docencia se imparte en la titulación de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos así como en los programas de Master y Doctorado organizados en el seno del Departamento de Ciencias y Técnicas del Agua y del Medio Ambiente de la Universidad de Cantabria.

Estos programas tienen un elevado prestigio internacional que se traduce en la presencia de alumnos de numerosos países, como: Bélgica, Francia, Portugal, Irlanda, Colombia, México, Costa Rica, Guatemala, Brasil, Argentina y Uruguay. Además, imparten cursos de doctorado en otras Universi-

dades Españolas así como cursos específicos de postgrado en varios países del mundo como: Colombia, México, Uruguay, EEUU, Costa Rica etc. Dentro de los programas europeos (Sócrates-Erasmus) el grupo dirige proyectos de investigación y de fin de carrera de alumnos de universidades francesas, alemanas e inglesas, fundamentalmente.

Proyectos y Convenios de Investigación

Dentro de su actividad investigadora el Grupo cubre diferentes líneas de trabajo tales como: morfodinámica de playas, gestión integral de rías y estuarios, interacción oleaje-estructura y contaminación en el medio litoral. Estas líneas de investigación se desarrollan en el marco de proyectos de investigación financiados por C.I.C.Y.T., Unión Europea (MAST), OTAN y otros organismos públicos. Entre los proyectos de investigación desarrollados en los últimos tres años cabe destacar:

▼ Surf and swash zone mechanics (SASME). Marine Science and Technology Program (MASTIII). MAS3-CT97-0081.1997/1999.

▼ Probabilistic design tools for vertical breakwaters. (PROVERBS). Marine Science and Technology Program (MASTIII). MAS3CT950041.

▼ Desarrollo de un modelo tridimensional de transporte de sedimentos en estuarios y zonas someras. CICYT AMB99-0543

▼ Modelización del oleaje y su interacción con estructuras costeras. Aplicación a protección de emisarios submarinos. CICYT MAR99-0653

▼ Estudio en prototipo de flujo y estabilidad de protecciones de escollera en emisarios submarinos. CICYT- FEDER IFD97-0404

El resultado de las actividades docente e investigadora se manifiesta en las tesis y te-

sinas elaboradas en esta y otras Universidades. En los últimos tres años se han defendido 7 tesis doctorales y 15 tesis de Master y en la publicación de libros, artículos en revistas así como en la participación en congresos nacionales e internacionales. Desde 1997 se han publicado más 30 artículos en proceedings y revistas internacionales y más de 20 artículos en congresos y revistas nacionales. Como elemento a destacar en el aspecto de difusión de los resultados de investigación cabe destacar la organización del Congreso Internacional Coastal Structures'99 del ASCE que se celebró en Santander, siendo esta la primera vez que se celebra este congreso fuera de Estados Unidos.

La labor de investigación realizada por los miembros del Grupo ha sido reconocida en diversas ocasiones por medio de Premios de Investigación. Así en los últimos años el grupo y sus miembros han sido galardonados por los premios Modesto Viguera (1997), Mouro (1998), Gustav Willems (1998) y recientemente el Premio Nacional de Medio Ambiente (1999).

A través de la Fundación Leonardo Torres Quevedo o de la OTRI de la Universidad de Cantabria, el G.I.O.C. asesora a organismos públicos (Ministerio de Fomento, Medio Ambiente, Gobiernos Autónomos, etc.) en la resolución de problemas reales en el área de la ingeniería de costas. Los estudios realizados incluyen a todas las comunidades autónomas con litoral así como diversos países Latinoamericanos, habiéndose realizado más de 30 proyectos de I+D de este tipo en los últimos tres años.

Entre estos proyectos de I+D cabe destacar el "Desarrollo de un modelo de ayuda a la gestión del Litoral" realizado para el Ministerio de Medio Ambiente y el "Desarrollo de un Modelo de Propagación de Oleaje y Agitación Portuaria de última generación cuyos derechos de explotación estén bajo control español" elaborado para un consorcio de empresas y administraciones públicas del sector de la ingeniería marítima. ■

Laboratorio de Ingeniería Marítima. Universidad Politécnica de Cataluña

Agustín Sánchez-Arcilla

Catedrático Universidad. Universidad Politécnica de Cataluña

En Junio de 1990 el Rector de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) nombró al Dr. Agustín Sánchez-Arcilla director del Laboratori d'Enginyeria Marítima (LIM/UPC), embrión de lo que hoy en día es un Centre Específic de Recerca de esta universidad, para potenciar las tareas de investigación básica y aplicada en temas de ingeniería portuaria, costera y oceanográfica, en el ámbito del Departament d'Enginyeria Hidràulica, Marítima y Ambiental (DEHMA) de la Escuela de Caminos de Barcelona.

Los objetivos de este Laboratorio son promover y desarrollar la investigación científica en el campo marítimo; impulsar el desarrollo tecnológico marítimo en Cataluña y en el resto de España, así como la realización de proyectos de colaboración con otras instituciones de ámbito nacional e internacional; fomentar la incorporación y el desarrollo de nuevas tecnologías en el campo marítimo; favorecer la formación de un grupo de investigadores especialistas en temas marítimos en el seno de la UPC e instituciones representadas en el Patronato; difundir los resultados de las actividades llevadas a cabo por el Laboratorio entre los sectores sociales interesados, así como recabar el patrocinio de estos estamentos para el desarrollo de nuevas actividades de investigación.

En diciembre de 1993 se constituye el Centro Internacional para la Investigación de los Recursos Costeros (CIIRC), consorcio público formado por la Generalitat de Catalunya (Departamento de Política Territorial y Obras Públicas, Departamento de Medio Ambiente, Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca y Comisionado para Universidades e Investigación), la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), la International Federation of Institutes for Advanced Study (IFIAS, Canadá) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA/ONU).

Laboratorio

Desde el punto de vista de equipamiento, el grupo dispone de un volumen importante de modelos de simulación numérica (todos ellos desarrollados con tecnología propia). Desde el punto de vista de las campañas de campo, el grupo dispone de un número importante de boyas de oleaje direccionales y escalares, correntímetros convencionales y electromagnéticos, perfiladores acústicos, sensores ópticos de concentración y tecnología láser para la observación de campos de velocidad en Laboratorio (velocimetría de partículas). También se dispone de equipos de video para el registro y análisis de los principales parámetros hidromorfo dinámicos en zona costera (utilizable tanto en campo como en canal). A nivel de equipamiento de laboratorio, el grupo dispone de un canal de 100x3x5 m³ con capacidad de generar olas hasta 1,8 metros de altura. Este canal es una de las instalaciones seleccionadas por la Unión Europea para desarrollar proyectos de investigación propuestos por grupos de cualquier país de la Unión Euro-

pea y que necesiten un canal de elevadas prestaciones y dimensiones.

Proyectos

Las seis áreas principales de actividad son:

- Hidrodinámica costera y estuárica
- Clima y calidad del medio ambiente marítimo
- Física e ingeniería oceanográficas
- Morfología e ingeniería costera
- Ingeniería portuaria
- Gestión de la zona costera y sus recursos

La actividad desarrollada en cada una de estas áreas incluye modelado numérico, experimentación y medidas en la naturaleza.

Los proyectos principales, financiados por las agencias de investigación de la Unión Europea y España, así como por administraciones de distintos países europeos y empresas privadas, incluyen la ingeniería oceanográfica (física) en el Mediterráneo Noroccidental (en particular la plataforma continental catalana), el Mar Cantábrico y las Rías Vascas y el Océano Antártico. En el campo de la ingeniería/morfodinámica costera se han realizado estudios en las costas Mediterráneas Españolas, en Holanda, en Gales y en Italia y Francia. En el campo de los procesos deltaicos y estuáricos se han estudiado los casos del Ebro, el Ródano y el Po.

Otro ejemplo importante de la actividad desarrollada lo constituyen los análisis de dinámica/gestión costera (tanto procesos morfodinámicos como gestión de usos y recursos) que se han desarrollado para las costas Mediterráneas española e italiana. Un resultado ilustrativo son los mapas de riesgos para caracterizar la vulnerabilidad costera.

En el campo de la simulación numérica se han desarrollado modelos para administraciones costeras y puertos españoles (incluido Puertos del Estado), así como diversas empresas privadas. Estos modelos incluyen códigos para simular oleaje, corrientes, evolución costera, dispersión de contaminantes y calidad de agua, etc.

Como resultado de todo ello se han realizado una serie de publicaciones en revistas nacionales e internacionales y el grupo ha procurado tener una presencia activa en los principales foros (esencialmente Congresos nacionales e internacionales) en los que se discuten estos temas. En este sentido se ha hecho un particular esfuerzo en estar presente en las comunidades de ingeniería oceanográfica, ingeniería costera, gestión costera y calidad de agua/medio ambiente marino. Por todo ello, el grupo posee un potencial importante a la hora de abordar estudios integrados en la zona costera. ■

Laboratorio de Puertos y Costas. Universidad Politécnica de Valencia

Josep Medina

Catedrático Universidad. Universidad Politécnica de Valencia

El Laboratorio de Puertos y Costas de la Universidad Politécnica de Valencia (LPC-UPV) es la unidad docente y de investigación integrada en el Departamento de Ingeniería e Infraestructura de los Transportes de la UPV cuya sede se encuentra en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Valencia (ETSICCP-UPV). Los trabajos docentes, de estudios y de investigación se organizan sobre un núcleo académico permanente constituido por dos catedráticos y dos profesores titulares de Universidad, además de profesorado asociado e interino, técnicos de laboratorio y becarios asociados a los proyectos técnicos y de investigación que se desarrollan.

Docencia

El trabajo docente se desarrolla en las titulaciones de Ingeniería de Caminos, Ingenierías Técnicas de Obras Públicas y Licenciatura de Medio Ambiente.

Laboratorio

La infraestructura fundamental del LPC-UPV lo constituye un laboratorio de más de 500 m² con dos instalaciones principales: (1) un canal de oleaje y viento de 30x1.2x1.2 metros para ensayos bidimensionales con oleaje regular e irregular con y sin viento y (2) un tanque de 15x7.5x0.5 metros para ensayos tridimensionales sin viento. El sistema de análisis y generación de oleaje irregular ha sido creado en el propio LPC-UPV como resultado de la correspondiente línea de investigación desarrollada durante más de 15 años.

Proyectos y Convenios de Investigación

Las principales líneas de estudio con algunos artículos y proyectos indicativos son:

–*Análisis y Generación de Oleaje*: Simuladores de oleaje, generación de oleaje en laboratorio, análisis de oleaje incident-

te y reflejado, absorción dinámica, simuladores de clima marítimo, procesos estocásticos, grupos de olas, etc.

–Medina, J.R., Aguilar, J., and Diez, J.J. (1985). Distortions Associated with Random Sea Simulators. *Jour. of Wtrwy, Port, Coast. and Oce. Eng.* 111(4):603-627.

–Medina, J.R., and Hudspeth, R.T. (1990). A Review of Analyses of Ocean Wave Groups. *Coastal Engineering*, 14(1990):515-542.

–Medina, J.R. (2001). Simulated Annealing for Separating Incident and Reflected Waves. *WAVES 2001*, San Francisco(USA), (aceptado).

–*Diques en Talud y Sistemas Inteligentes*: Estabilidad, remonte y rebase de diques en talud, ensayos a escala e influencia del viento, secciones especiales, redes neuronales, algoritmos genéticos, etc.

–Medina, J.R.(1992). A Robust Armor Design to Face Uncertainties. *Proc. 23rd ICCE, ASCE*, 1371-1384

Grupo de Puertos y Costas. Universidad de La Coruña

Gregorio Iglesias

Profesor Asociado T. Completo. Universidad de La Coruña

El Grupo de Puertos y Costas de la Universidad de La Coruña se constituyó en el curso 94-95, en el que comenzó la docencia en materias del área en la Escuela T. S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. En la actualidad, forman parte del Grupo un profesor titular de Universidad y dos profesores asociados.

Laboratorio

Para llevar a cabo investigación aplicada en Ingeniería de Puertos y Costas, la Universidad de La Coruña cuenta con instalaciones de primera línea en el CITEEC (Centro de Innovación Tecnológica en Edificación e Ingeniería Civil); entre ellas, cabe destacar el tanque (30 x 30 m) y el canal de oleaje (70 m de longitud).

Proyectos y Convenios de Investigación

Dentro de las labores de investigación actualmente en curso cabe destacar el estudio de la influencia de la reflexión en la estabilidad y el rebase de los diques en talud, que forma parte de un convenio suscrito con Puertos del Estado, el CEDEX, el Instituto de Hidráulica Aplicada y otras cinco universidades.

Se trabaja también en la descripción matemática de la propagación del oleaje y los modelos numéricos para calcularla. Como parte de esta línea de investigación, cabe mencionar el desarrollo de un modelo de nueva generación, que tiene en cuenta los efectos de la difracción en todas las direcciones y adopta, como sistema de coordenadas, el formado por los frentes de onda y sus ortogonales o rayos. Se eliminan, de este modo, las restricciones relativas a la variación de la direc-

-Medina J.R., Hudspeth, R.T., and Farsardi, C. (1994). Breakwater Armor Damage Due to Wave Groups. and Diez, -J.J. (1985). Distortions Associated with Random Sea Simulators. Jour. of Wtrwy, Port, Coast. and Oc. Eng. 120(2): 179-198.

-Medina, J.R. (1999). Neural Network Modelling of Runup and Overtopping. Coastal Structures' 99 (1): 421-429. A.A. Balkema

-Medina, J.R. y Rodríguez, A. (2000). NEUROPORT: Redes neuronales en la Medina, J.R. y Rodríguez, A. (2000). -NEUROPORT: Redes neuronales en la modelación del transporte y el estudio de infraestructuras portuarias. IV Sem. del Com. Perm. para el Desarrollo y la Cooperación. Sec. Española de la AIPCN.

-The Optimization of Crest Level Design of Sloping Coastal Structures through Prototype Monitoring and Modelling (OPTICREST). UE/ MAST III(1998-2001).

-Estudio de los Efectos del Viento sobre las Condiciones de Rebase de Diques en Talud. CICYT/ CYTMAR (1998-2001).

-Explotación de Terminales Portuarias: Líneas marítimas, explotación y auto-

matización de terminales de contenedores, simulación de terminales, estudios de capacidad y calidad, etc.

-Monfort, A., Gómez-Ferrer, R. y Aguilar, J. (1999): Automatización de Terminales Marítimas de Contenedores: El Proyecto Valencia Terminal 2000

-Aguilar, J.; Arnau, E. y Monfort, A. (2000): Recientes Avances en la Automatización de la Recepción y Entrega en Terminales de Contenedores. CIT 2000 (3): 719-728.

-Playas, Dragados y Medio Litoral: Seguimiento de playas y procesos litorales, Posidonia oceanica, arrecifes artificiales, deslindes del DPMT, dragados, etc.

-Serra, J. and Medina, J.R.(1996). Beach Monitoring Program of Valencia (Spain). Proc. 25th ICCE , ASCE, 2872-2883.

-Esteban, V. (1998). Proyecto de elaboración de fichas de módulos de arrecifes artificiales. S.G. Pesca Marítima. M.A.P.A. Madrid

-Esteban, V. (2000). Reutilización de materiales de dragado en puertos menores. Seminario Internacional dragado en puertos de pequeño y mediano tamaño. Avilés, 14-15/09

-Estudio y Seguimiento de la Playa de El Saler y Norte de Valencia. D.G. Costas MMA(1992-1997)

-Estudio Geomorfológico y de Alcance de las Olas en el T.M. de Cullera entre la Desembocadura del río Júcar y el T.M. de Tavernes. D.G. Costas- MMA(2000-2001).

-Estudio de la Posidonia oceanica y su interacción con la circulación costera y los procesos litorales en la costa valenciana. CICYT+FEDER (2000-2001).

-Puertos de Recreo y Restauración Patrimonio Histórico Portuario: Diseño y construcción, Turismo náutico, Procedimientos históricos constructivos, restauración obras portuarias, análisis de materiales, etc.

-Esteban, V. (Ed.) (1998). Náutica de recreo y turismo en el Mediterráneo: la Comunidad Valenciana. Ed. Síntesis. Madrid. 423 pp.

-Esteban, V. (Ed.) (2000). Futuro y expectativas del turismo náutico. Ed. UPV. Valencia. 154 pp.

-Esteban, V. (2000). El embarque de sal en el Puerto de Torrevieja. Las Eras de la Sal. R.O.P. Diciembre 2000. Nº 3.404. ■

ción de avance que sufren los modelos parabólicos, los más usados hoy en día. El citado modelo numérico constituye la continuación de un estudio analítico sobre los mecanismos y los efectos de la difracción y presentada en la Tesis Doctoral "Modelo rayo-frente de refracción-difracción combinada. Caracterización físico-matemática de la refracción-difracción".

Otra línea de investigación en curso se centra en los modelos de forma en planta de playas (próxima ponencia en las VI Jornadas de Ingeniería de Puertos y Costas, "Comparación entre modelos de forma en planta. El índice de discrepancia", G. Iglesias et al.)

Por otra parte se están en curso dos trabajos de investigación relacionados con el análisis de las fórmulas de financiación de infraestructuras portuarias, y la gestión de puertos pesqueros en colaborando con de la Autoridad Portuaria de La Coruña

Finalmente, próximamente se presentará en la Universidad de La Coruña la exposición sobre D. Ramón Iribarren realizada por el CEHOPU en cuya elaboración ha participado activamente este Grupo. ■



Grupo de Puertos y Costas. Universidad de Granada

Miguel A. Losada Rodríguez

Catedrático Puertos y Costas. Universidad de Granada

El Grupo de Puertos y Costas se constituyó en 1998 y está formado por un catedrático de Universidad y tres profesores asociados y 12 becarios.

Docencia

Su actividad docente se realiza en el ámbito de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y en el Programa de Estudios Avanzados y Doctorado "Planificación, Fiabilidad y Riesgo en la Ingeniería Civil" del cual es Coordinador.

Laboratorio

En la actualidad el Grupo está construyendo un túnel de viento de baja velocidad, cuyas dimensiones son: una longitud de 23 metros aproximadamente y una sección central de ensayo de 2 m², con una capacidad de simular viento hasta 45 m/s. El túnel se ubica en el edificio, actualmente en construcción, del Centro Andaluz de Medio Ambiente sito en Granada. Además, recientemente y con cargo a fondos FEDER, el Grupo ha recibido fondos para la construcción de un canal ola-corriente y la adquisición de instrumentación para ambas instalaciones, incluyendo anemometría laser, PIV y sensores de presión, nivel e hilo caliente.

Proyectos y Convenios de Investigación

En los tres años de existencia el Grupo ha desarrollado una intensa actividad de investigación teórica y aplicada concretada en los siguientes Proyectos de Investigación :

▼ Surf and swash zone mechanics (SASME). Marine Science and Technology Program (MASTIII). MAS3-CT97-0081.19972000.

▼ Base de datos Oceanográficos en el litoral andaluz. MAR98-1122E CICYT Acción Especial, 1998-1999

▼ Flujos hidrodinámicos en playas reflejantes. CICYT MAR98-0907, 1998-2001.

▼ Human interaction with large scale coastal morphological evolution. EESD-ENV-99-2. European Commission. 2001-2003. Coordinador del Proyecto.

▼ Base de datos Oceanográficos. Aplicación, Acción Especial, CICYT, 2001

En la actualidad el Grupo está construyendo un túnel de viento de baja velocidad, cuyas dimensiones son: una longitud de 23 metros aproximadamente y una sección central de ensayo de 2 m², con una capacidad de simular viento hasta 45 m/s

A través de la Fundación Empresa Universidad de la Universidad de Granada se han firmado diversos convenios de colaboración con las Autoridades Portuarias de Almería - Motril, Cádiz y Gijón.

En los últimos tres años se está colaborando con Puertos del Estado y se ha redactado la Ponencia de la ROM 0.1 y se está redactando las ponencias de la ROM 1.1, Diques de Abrigo y de la ROM 0.3, Oscilaciones del Mar.

Resultado de estas actividades son los más de 15 artículos presentados en Conferencias Internacionales y los más de 20 artículos publicados o pendientes de publicación en revistas recogidas en el Índice de Citas (Citation Index) algunas de las cuales son:

-Frontshear instabilities of the mean longshore current, aceptado para su publicación en el J. Geophysical Research, 2001 (aceptado, pendiente de publicación)

-Wave-induced mean magnitudes in permeable submerged breakwaters, J. Waterway, Port, Coastal and Ocean Eng. ASCE, Vol. 127, No.1 Feb 2001

-Short- wave and wave group scattering by submerged porous plate, J. Mechanical Eng. ASCE, Vol. 126, No.10, pp. 1048-1056., Oct. 2000

-Wave loads on rubble mound breakwater crown walls, Coastal Eng. Vol.37, No2. pp. 149-174, 1999.

-Longitudinal current induced by oblique waves along coastal structures, Coastal Eng., Vol.35, No.3 pp.211-230, Nov 1998

-A predictive model of wave reflection from beaches, J. Coastal research, Vol. 14, pp 291-298, 1998. ■

Grupo de Oceanografía Física. Universidad de Cádiz

Luis Tejedor Martínez

Catedrático Universidad. Universidad de Cádiz

El Grupo de Oceanografía Física del Departamento de Física Aplicada de la Universidad de Cádiz, es de reciente creación. Efectivamente, se creó a principio de los noventa 1991, con la incorporación del Prof. L. Tejedor a esta Universidad. El grupo se formó con jóvenes licenciados procedentes de la Universidad de Las Palmas que en esa época terminaban sus estudios de Ciencias del Mar y por licenciados en Ciencias Físicas. A este grupo inicial se fueron agregando otros investigadores atraídos por la Oceanografía Física. En la actualidad el Grupo está formado por un catedrático de Universidad, cinco profesores titulares, tres profesores asociados a tiempo completo y tres a tiempo parcial y seis becarios.

Laboratorio

Los primeros años del grupo se invirtieron en la adquisición de infraestructura y en la realización de las Tesis Doctorales de los licenciados. Las fuentes de financiación proceden del presupuesto de la Junta de Andalucía, de las ayudas de infraestructura de los fondos FEDER y de los proyectos tanto nacionales como europeos que ha realizado el grupo, de esta forma ha sido posible obtener una dotación en instrumentación para medidas en el mar, formada por sensores de presión, boyas de oleaje, correntímetros, etc.

Proyectos y Convenios de Investigación

Las líneas de investigación del grupo son fundamentalmente dos: Dinámica Marina y Altimetría. Los estudios de dinámica marina se han focalizado en el Golfo de Cádiz y en el Estrecho de Gibraltar incluyendo además los estudios sobre fenómenos costeros, lagunares y estuarios de gran importancia en esta zona.

Los estudios del Golfo de Cádiz-Estrecho de Gibraltar, han sido financiados por cuatro proyectos europeos, en la actualidad se está finalizando el titulado "Dynamics and Energetics of the Surface and Internal Tides in the Strait of Gibraltar: Modelling and Experimental Approaches". Esta línea de investigación también es financiada por cuatro proyectos de la CICYT, realizándose en la actualidad el denominado "Análisis de la variabilidad temporal de los flujos hidrodinámicos en el sistema Golfo de Cádiz, Estrecho de Gibraltar, Mar de Alborán" y por tres de la Junta de Andalucía.

Los trabajos de dinámica del litoral occidental andaluz fueron subvencionados por dos proyectos de la CICYT, uno

de ellos "Denominación del Nivel Medio del Mar y su efecto en el entorno del Golfo de Cádiz" y dos proyectos ya terminados de la Junta de Andalucía y dos por SECEG.

Los estudios de estuarios fueron financiados por un proyecto de la CICYT, por un proyecto de la Empresa Pública de Puertos de Andalucía, por dos proyectos de la Agencia del Medio Ambiente de Andalucía y en la actualidad se están realizando el proyecto del "Estuario del Guadalquivir: Modelización matemática para evaluar los efectos del accidente minero de Aznalcóllar sobre el medio físico" de la Junta de Andalucía y el "Estudio Hidrodinámico de las Marismas de la Algaida, Bahía de Cádiz y Barbate".

Los estudios de Teledetección, todos ellos aplicados a la Oceanografía, fueron financiados por dos proyectos europeos y dos de la CICYT, en la actualidad se está realizando el denominado "Los Altimetros como instrumentos oceanográficos: Dinámica del Océano Atlántico Ibérico y Cuenca del Mediterráneo".

Los resultados de estos proyectos de investigación se han plasmado en las siguientes publicaciones:

- Determinations of sea-air interaction in the coastal circulation around Gran Canary Island ASCE, 1990 pp 826-838.
- Systems Models of coastal circulation. Cybernetics and Systems: An International Journal (1991) nº21 pp 319-335.
- A simple model for the break up of marine aggregates by turbulent shear. Oceanologica Acta, 20 nº4 (1997) pp 597-605.
- Theoretical variability of S_1 in the tide generating potential. Deutsch Hydrographic Zeitg (1997) vol 49,4.
- Tides and energetics of the Strait of Gibraltar: A modelling approach. Tectonophysics (1998) n294 pp 333-347.
- The no-linear interaction between tidal and subinertial barotropic flows in the Strait of Gibraltar. Oceanologica Acta 1998,21,1 pp 33-46.
- Simulation of the semidiurnal tides in the Strait of Gibraltar. Journal of Geophysical Research (1999) vol 104 (C6) pp 13541-13558.
- The influence of the sediment load on tidal dynamics a case study: Cadiz Bay. Estuarine, Coastal and Shelf Science (1999) nº48 pp 439-450.
- Equilibrium beach profile model for reef-protected beaches. Journal of Coastal Research (1999) nº 15 vol 4 pp 950-957.
- Vertical structure of the semidiurnal tidal currents at Camarinal Sill, the Strait of Gibraltar. Oceanologica Acta (2000) vol 23 pp. 15-24. ■

LAS ADMINISTRACIONES PÚBLICAS

Puertos del Estado

María Dolores Cancela Rey

Jefa de Área de Innovación y Desarrollo Tecnológico. Puertos del Estado

PUERTOS DEL ESTADO es un Ente de Derecho Público cuyo marco competencial se enmarca en la Ley 27/92 de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, modificada por la Ley 62/97. Esta última Ley en sus artículos 25.c. y 26.ñ. fija como competencias de Puertos del Estado "la propuesta de políticas de innovación", así como "la promoción de la investigación y el desarrollo tecnológico en materias vinculadas con la economía, gestión, logística e ingenierías portuarias y otras relacionadas con la actividad que se realiza en los puertos".

Puertos del Estado, en coordinación con las Autoridades Portuarias, las Comunidades Autónomas con competencias portuarias, las Universidades y otros Centros de Investigación y las empresas relacionadas con el sector, puede desempeñar un papel importante en la promoción, coordinación y desarrollo de programas de innovación tecnológica y de apoyo técnico al sector portuario, dirigido a mantener y consolidar en España estrategias globales de investigación y desarrollo tecnológico para la gestión técnica y operativa de las infraestructuras y los equipamientos portuarios.

Desde su creación Puertos del Estado ha sido fiel a ese mandato competencial y está actuando como elemento aglutinador entre grupos de investigación radicados en Universidades y grupos empresariales y Laboratorios del sector, para llevar a cabo conjuntamente proyectos de desarrollo tecnológico. Estos proyectos denominados, actualmente de I+D+I se ha concretado en tres actividades importantes para el desarrollo de la tecnología marítima en España: El Programa de Recomendaciones de Obras Marítimas y Portuarias, el Programa de Clima Marítimo y Los Convenios de I+D+I Concertados.

El Programa ROM

El Programa de redacción de "Recomendaciones para Obras Marítimas", Pro-

grama R.O.M. se inició en 1987 mediante la constitución de la Comisión Técnica encargada de redactar unas Recomendaciones que, facilitasen y guiasen a las distintas entidades del Estado y empresas privadas en el proyecto, construcción, mantenimiento y explotación de las Construcciones Marinas y en particular de las Obras Marítimas. Dicho Programa se estructuró de la siguiente forma:

- ▼ Serie 0: Recomendaciones de carácter general
- ▼ Serie 1: Obras Exteriores: Diques de Abrigo
- ▼ Serie 2: Obras Interiores: Muelles y Estructuras de Amarre y Fondeo
- ▼ Serie 3: Forma y Disposición en planta
- ▼ Serie 4: Superestructuras portuarias

Desde esa fecha, la Comisión Técnica conjuntamente con diversos especialistas y en colaboración con Instituciones y Organismos Públicos y Privados, está trabajando en las distintas Áreas de las Construcciones Marinas con el resultado de la publicación de las siguientes Recomendaciones:

- ▼ R.O.M. 0.2-90: Acciones en el Proyecto de Obras Marítimas y Portuarias
- ▼ R.O.M. 0.3-91: Acciones Climáticas I: Oleaje
- ▼ R.O.M. 0.4-95: Acciones Climáticas II: Viento
- ▼ R.O.M. 0.5-95: Recomendaciones Geotécnicas para Obras Marítimas
- ▼ R.O.M. 3.1-98: Proyecto y Construcción de Accesos y Áreas de Flotación
- ▼ R.O.M. 4.1-94: Proyecto y Construcción de Pavimentos Portuarios.

En los dos últimos años una Comisión nombrada al efecto ha venido elaborando una nueva Recomendación, la R.O.M. 0.0.

denominada "Procedimiento General y Bases de Cálculo en el Proyecto de Obras Marítimas y Portuarias", en la que se revisan los capítulos referentes a los Criterios Generales y las Bases de Cálculo de la R.O.M. 0.2-90, y se concretan y se precisan diversos conceptos presentados inicialmente en aquella R.O.M que, el paso del tiempo, la experiencia adquirida en su aplicación o la evolución del conocimiento así lo han requerido; además se amplía el marco de la verificación de los modos de fallo mediante la incorporación de métodos probabilistas de Nivel II y III.

La próxima publicación de la ROM 0.0. ha impulsado una revisión de la organización del Programa, definiéndose un plan de trabajo para el trienio 2001-2003 con el fin de completar el Programa mediante la publicación de las Recomendaciones fundamentales para el desarrollo del sector portuario español, sirviendo, además, de plataforma técnica de la Ingeniería Marítima y Portuaria, promocionando políticas de innovación en el sector, incrementando el grado de desarrollo de la tecnología marítimo-portuaria española y fortaleciendo su competitividad, especialmente en los mercados internacionales.

Convenios Concertados

En la actualidad están en marcha dos proyectos concertados que en aras de la brevedad se denominan: Convenio Modelos de Propagación de Oleaje y Convenio Estabilidad de Diques de Abrigo.

Convenio Modelos de Propagación de Oleaje.

Los trabajos pioneros de Iribarren en el desarrollo del "método de los Planos de oleaje" para determinar las características de los trenes de onda en su propagación por la plataforma continental, puertos y playas, fueron una de sus principales con-

tribuciones a la Ingeniería Marítima, lo que es reconocido universalmente. Por otra parte, el estado del arte en la aplicación de los métodos numéricos a los estudios de propagación no alcanzó en España un nivel equivalente al que tuvo con el Método de los Planos de Oleaje.

Al objeto de corregir este déficit, Puertos del Estado promociona un convenio concertado, con la denominación "Desarrollo de un Modelo de Propagación de Oleaje y Agitación Portuaria de última generación" cuyos derechos de explotación estén bajo control español. El objetivo principal del convenio es el desarrollo de un modelo numérico que sea "estado del arte" en propagación de oleaje con especial atención a agitación portuaria (problemas de onda larga e interacción onda larga-onda corta). En el Convenio, que se inició en el año 2000 y tiene un plazo de ejecución de tres años, participan CEDEX, Puertos del Estado, Dirección General de Costas, Fundación Azti-Sio, Alatec-Haskoning, Europroject-Inha, Hidtma, Iberinsa, Intecsa y Sener, bajo la coordinación científica y técnica del Grupo de Ingeniería Oceanográfica de la Universidad de Cantabria.

Convenio Estabilidad de Diques de Abrigo

En los últimos años otros países han tomado la iniciativa en el desarrollo de formulaciones para el análisis de la estabilidad y la funcionalidad de los diques en talud. Estas formulaciones no tienen en cuenta algunos aspectos teóricos y prácticos conocidos en España desde los trabajos pioneros de Castro e Iribarren y Nogales. Esta situación constituye una seria limitación competitiva para la consultoría española y probablemente una sobrevaloración de los costes de primera inversión y de mantenimiento de las obras de abrigo construidas en nuestro país. Por otra parte, los laboratorios que en España realizan ensayos de estabilidad de diques de abrigo no comparten una tecnología experimental común.

Por todo ello, Puertos del Estado impulsó un Convenio Concertado entre todos los laboratorios de España, radicados

en: CEPYC, INHA y en las Universidades de Cantabria, La Coruña y Universidades Politécnicas de Cataluña, Madrid y Valencia, que, coordinados por el Grupo de Puertos y Costas de la Universidad de Granada, definen técnicas comunes de experimentación de los diques de abrigo y profundicen en el conocimiento de la influencia de la reflexión del oleaje en la estabilidad y la funcionalidad de los diques de abrigo. Los resultados obtenidos deberán ser analizados de acuerdo con lo establecido en la nueva ROM 0.1. El Convenio se ha iniciado con el comienzo del siglo y tiene una duración de tres años.

Proyectos:

▼ Desarrollo del sistema de predicción de oleaje de Puertos del Estado (sin financiación externa): Este sistema esta operativo desde 1995 y se encuentra abierto al público en el servidor de internet del EPPE <http://www.puertos.es>

▼ Desarrollo del sistema de predicción de nivel de mar de Puertos del Estado (sin financiación externa): Este sistema esta operativo desde 1998 y se encuentra abierto al público en el servidor de internet del EPPE <http://www.puertos.es>

▼ Desarrollo de una Base de Datos Oceanográfica (sin financiación externa): Este sistema esta operativo desde 1999 y se encuentra abierto al público en el servidor de internet del EPPE <http://www.puertos.es>

▼ Desarrollo de la Red Meteorológica Portuaria (sin financiación externa). Finalizado.

▼ Proyecto Prototipo (PIMA) entre el EPPE y la Autoridad Portuaria de Valencia para el desarrollo y aplicación de instrumentación medioambiental portuaria.

▼ Desarrollo del sistema SAPO (sin financiación externa): Red de nodos de predicción local de oleaje anidados a un sistema de escala oceánica.

▼ EnviWave (propuesto a la CE para financiación): Desarrollo de métodos de asimilación de datos de oleaje pro-

porcionados por el satélite ENVISAT. En fase de propuesta.

▼ EuroRose (cofinanciado por la CE): Desarrollo de un sistema local de predicción marina a corto plazo por medio de la asimilación de datos de radar en modelos numéricos. En desarrollo.

▼ RAYO (cofinanciado por la CE): Desarrollo de un sistema de monitorización marina en la costa española. Finalizado.

▼ HIPOCAS (cofinanciado por la CE): Retroanálisis del clima oceánico de los últimos 40 años en las costas europeas. En desarrollo.

▼ PROMISE (cofinanciado por la CE): Desarrollo de un modelo espectral de oleaje para aguas someras derivado del modelo espectral WAM ciclo 4. Finalizado.

▼ WASA (financiado por la CE): Retroanálisis del oleaje de los últimos 40 años en las costas europeas. Finalizado.

▼ ECAWOM (cofinanciado por la CE): Desarrollo de un modelo acoplado océano-atmósfera. Finalizado.

Publicaciones:

–Carretero J. C., Alvarez E., Gomez M., Perez B., Rodriguez I.: Ocean Forecasting in narrow shelf seas: application to the Spanish coasts. *Coastal Engineering*, 41 (2000) 269-293

–Monbalíu J., Padilla-Hernández R., Hargreaves J., Carretero J.C., Luo W., Sclavo M., Guenther H.: The spectral wave model WAM adapted for applications with high spatial resolution. *Coastal Engineering*, 41 (2000) 41-62

–Monbalíu J., Hargreaves J.C., Carretero J.C., Gerritsen H., Flather R.: Wave modelling in the PROMISE project. *Coastal Engineering* 37 (1999) 379-407

–Álvarez, E., M. Gomez, J.C. Carretero, P. Vega and F.J. Rivero, 1997. Coupling of two spectral wave models in the frame of an operational wave forecast system. Wind over wave Couplings, Congress proceedings, 1997. The Salford University.

Guenther, H., W. Rosenthal, M. Stawarz, J. C. Carretero, M. Gomez, I. Lozano, O.

Serano, and M. Reistad, The wave climate of the Northeast Atlantic over the period 1955-1994: The WASA hindcast, *Global Atmos. Ocean Sys.*, 1998, Vol.6, pp. 121-163.

-J.C. Carretero, M. Gómez, E. Alvarez, M.A. Alfonso. J.D. López: A Wave Forecasting System for the Spanish Harbours. 5th International Workshop on Wave Hindcasting and Forecasting. Jan 26-30, 1998. Florida, USA.

-The WASA group, Changing waves and storms in the Northeast Atlantic, *Bull. Am. Met. Soc.*, 79, 741-760, 1998.

Alvarez Fanjul, E., Gomez, B. P., Sanchez Arevalo, I. R. (1997). A Description of the Tides in the Eastern North Atlantic. *Progress in Oceanography*. Vol 40. pp. 217-244.

-Álvarez Fanjul, E., Gomez, B. P., Carretero, J. C., Sanchez Arevalo, I. R. (1998). Tide and surge dynamics along the Iberian Atlantic Coast. *Oceanologica Acta*. Vol 21. No 2. pp. 131-143.

-Álvarez Fanjul, E., Gomez, B. P., Sanchez Arevalo, I. R. Nivmar: A storm surge forecasting system for the Spanish Waters. *Scientia Marina* (aceptado para su publicación).

-José Ozer, Roberto P. Hernandez, Jakak Monbaliu, Alvarez Fanjul, E., Carretero, J. C., Pedro Osuna, Jason C.S. Yu, Judith Wolf. (2000) A coupling module for tides, surges and waves. *Journal of Coastal Engineering* Vol 41 .pp. 95-124.

-C. Souto, L. Fariña Busto, Sanchez Arevalo, I. R., Alvarez Fanjul, E., M. Gil-Coto. (2000). Baroclinic prognostic modelling of a partially mixed estuary: a model study of the Ria de Vigo. *Scientia Marina* (aceptado para su publicación).

-Álvarez Fanjul, E., de Alfonso, M., Sanchez Arevalo, I. R. (2000). The Rayo Network: Implementation and first results. *Proceedings of the 10 international Offshore and Polar Engineering Conference*. Seattle.

-Weisse, R., Alvarez Fanjul, E. (1997). The European Coupled Atmosphere Wave Ocean Model ECAWOM.

MPI Report No 238. I.S.S.N.: 0937-1060 ■

Area de Conocimiento y Análisis del Medio Físico

Ignacio Rodríguez Arévalo
Jefe de Área del Medio Físico

Dirección de Infraestructuras y Servicios Portuarios. Puertos del Estado

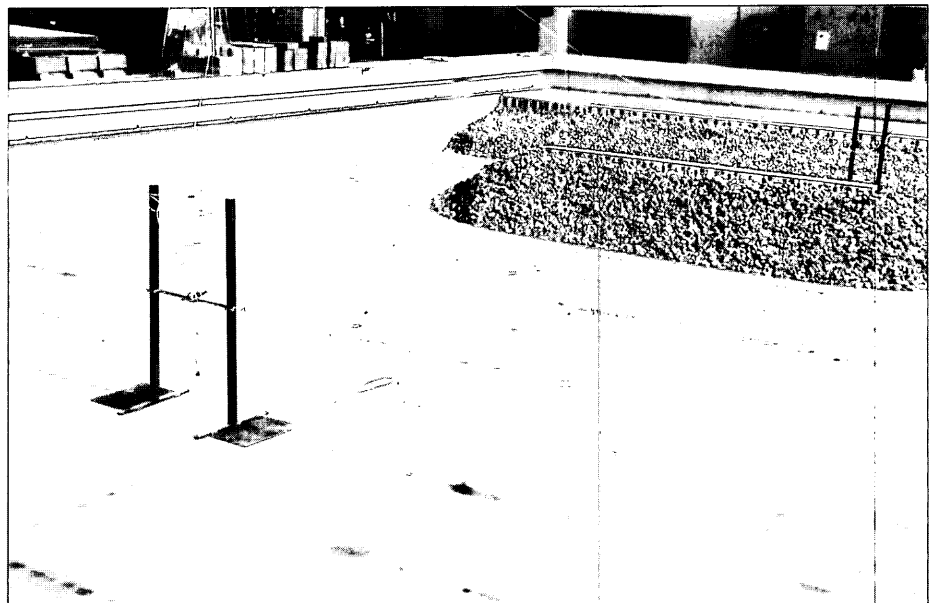
El programa de Clima Marítimo fue creado por la DGPYC en 1983, pasó posteriormente a Puertos del Estado en 1993 como Dto Tco de Clima Marítimo y desde 1999 es el Área de conocimiento y análisis del Medio Físico. El personal del programa son ingenieros y licenciados.

A cargo del actual Área de conocimiento y análisis del Medio Físico, Puertos del Estado tiene un Departamento trabajando bajo el Consejo de Administración de Infraestructuras y Servicios Portuarios compuesto por 15 científicos e ingenieros. Este Departamento se encarga de todas las actividades relacionadas con planeamiento y administración de los sistemas de supervisión, modelado y previsión, control de calidad de datos, red de comunicación, servidor de web y banco de datos.

El banco de datos de Puertos del Estado, provisto de datos que proceden de su propia red y de otras fuentes como modelos numéricos, suministra, con un coste económico, in-

formes elaborados de información extremal o estadística a las industrias: empresas de construcción, compañías navieras... La información incluida en el banco de datos y la metodología de análisis de la misma, constituyen también una base para algunas de las recomendaciones de Obras Marítimas (clima marítimo, acciones de diseño, áreas de manobra). La nueva tendencia y filosofía del programa ROM en relación a la seguridad y operatividad de las infraestructuras marítimas subraya la importancia de la existencia de medidas y su correcta aplicación.

Los resultados de los sistemas de predicción, la red de datos en tiempo real y el acceso directo al banco de datos son gratis para los usuarios a través de la página web de Puertos del Estado. El aumento del número de usuarios es muy importante desde que el sistema está trabajando actualmente incluyendo la ratificación de las predicciones con boyas de oleaje y calibres de mareas en tiempo real. ■



Dirección General de Costas. Ministerio de Medio Ambiente. Manual de Ingeniería de Costas

Carlos Peña
Dirección General de Costas

El desarrollo urbano, industrial y turístico ha alterado sustancialmente el equilibrio de los ecosistemas litorales, dando lugar a procesos de erosión, inundaciones, pérdida de humedales, contaminación y sobreexplotación de los recursos. Todo ello ha venido provocando una creciente concienciación sobre la necesidad de una adecuada gestión del litoral.

La Dirección General de Costas del Ministerio de Medio Ambiente tiene encomendadas la protección y gestión del dominio público marítimo-terrestre. Este dominio público es la franja más frágil y valiosa de la costa y está formada por el espacio hasta donde llegan las olas en los mayores temporales, incluyendo playas, dunas, humedales y acantilados. Para su protección, se ha llevado a cabo numerosas actuaciones en la costa española cuya correcta ejecución precisa de un elevado conocimiento de los procesos que en ella transcurren y de la aplicación de herramientas del más alto nivel técnico.

Con el fin de contribuir al avance del conocimiento en el área de la gestión del litoral y desarrollar herramientas vanguardistas que permitan un mejor entendimiento de los diferentes sistemas de playas, rías y estuarios en todo el litoral español la Dirección General de Costas del Ministerio de Medio Ambiente ha desarrollado un ambicioso proyecto de investigación aplicada.

Este proyecto se inició en 1997 y tiene una duración de cinco años. La responsabilidad científica y técnica de la redacción del Manual de Ingeniería de Costas es del Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas de la Universidad de Granada.

Objetivos

- ▼ Conocer con precisión la dinámica y la evolución de los sistemas costeros,

- ▼ Diseñar con fiabilidad las estrategias de actuación necesarias para evitar la regresión de la costa y la inundación de las zonas bajas litorales,

- ▼ Establecer una metodología para el diseño, ejecución y seguimiento de las actuaciones a realizar en la costa española

- ▼ Recopilar la experiencia española en el campo de la Ingeniería Litoral.

Estructura del proyecto

Fase I. Redacción del documento de referencia

El Manual de Referencia es un compendio enciclopédico en el que se recoge el estado del arte de los conocimientos necesarios para sustentar los diferentes documentos temáticos elaborados en la Fase II. Sus contenidos abarcan áreas tales como: dinámica inducida por el oleaje y sedimentaria, procesos litorales, obras y actuaciones en la costa, ecosistemas litorales e impacto ambiental.

Fase II. Elaboración de la metodología y redacción de documentos temáticos.

La Fase II recoge todos los trabajos destinados al desarrollo y la implementación de una metodología para el análisis de las actuaciones específicas que se han considerado prioritarias en la gestión de nuestro litoral. Para cada uno de ellos se redacta un manual con carácter metodológico y práctico que sirva de guía para potenciales técnicos y gestores.

Fase III. Elaboración de herramientas informáticas para la ayuda a la gestión

En la Fase III se elaboran las herramientas informáticas necesarias para favorecer la aplicación de las metodologías establecidas la Fase II y con ello optimizar la gestión del litoral.

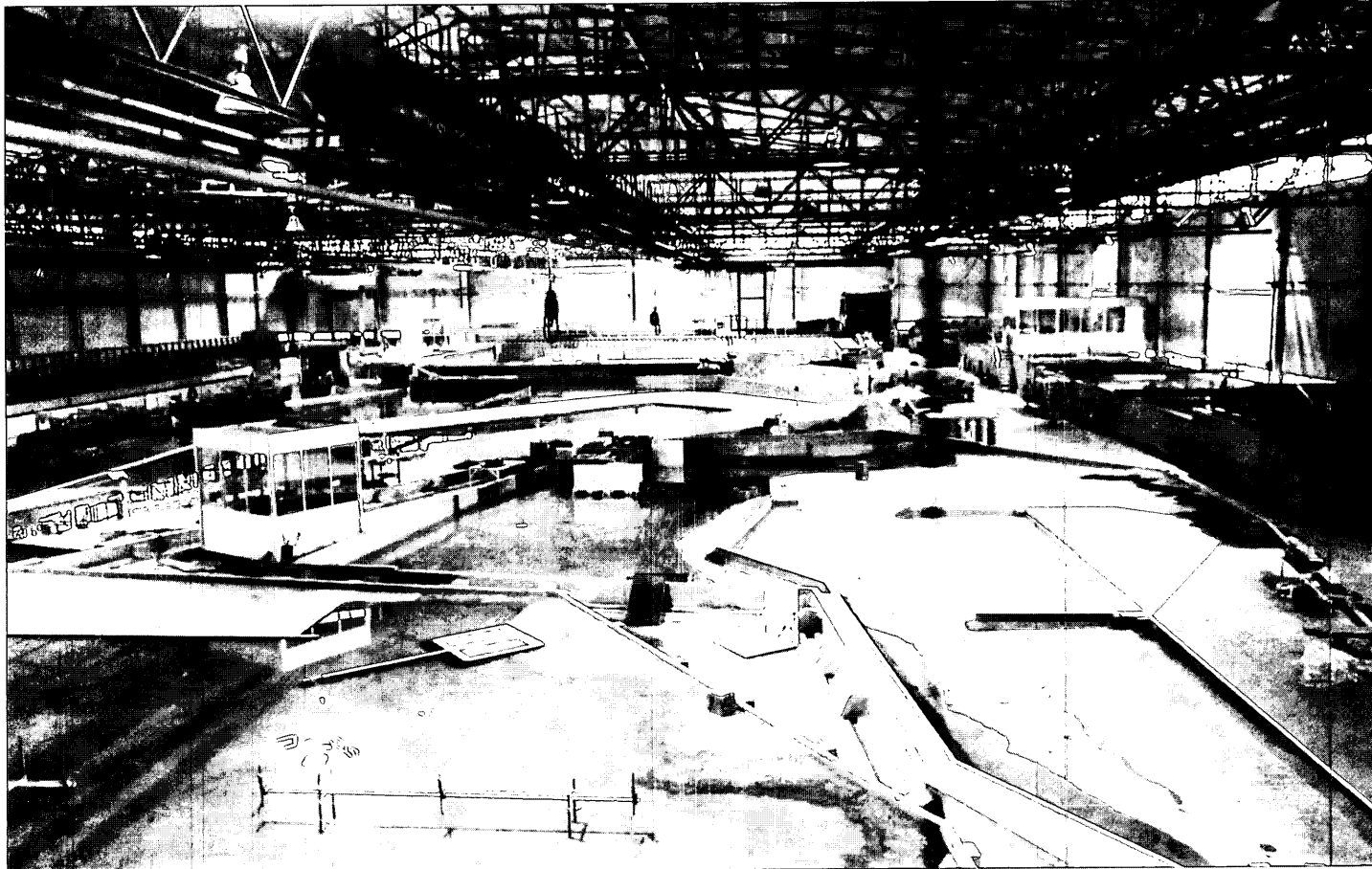
El Tutor de Ingeniería de Costas (TIC) es un programa en formato totalmente amigable específicamente diseñado para satisfacer las necesidades del especialista que trabaja en el medio litoral. En él se incluyen aquellas formulaciones y procedimientos de cálculo simples de mayor utilidad pretendiendo que la organización sistemática y uso intuitivo del programa aumente o afiance el nivel teórico-práctico de los técnicos incrementando la precisión de sus cálculos y la fiabilidad de sus decisiones. El programa está dividido en módulos que incluyen cálculos relativos a las dinámicas, procesos litorales, obras e impacto ambiental.

El Sistema de Modelado Costero (SMC) es un modelo numérico que integra una serie de modelos numéricos específicos elaborados en el seno de este proyecto para sistematizar las metodologías elaboradas en la FASE II. La estructura general responde a tres grandes módulos: preproceso de datos, modelos y postproceso de datos. El módulo de preproceso recoge todo lo relativo al análisis de los datos de oleaje así como el tratamiento de las batimetrías o del terreno en general. El módulo de modelos incluye diferentes herramientas para el cálculo de la propagación del oleaje, estudio de corrientes, transporte de sedimentos, evolución de la línea de costa, etc. Finalmente, el último módulo prepara los resultados para su representación gráfica. Los tres módulos se encuentran integrados en un interfaz de fácil uso.

Fase IV. Avances técnicos

Dado que se pretende que el proyecto cuente con las últimas contribuciones científicas y tecnológicas, la Fase IV tiene como objetivo la realización de una serie de campañas de campo que permitan incluir lo últimos avances técnicos en el área de la ingeniería litoral en las Fases I, II y III. ■

LOS LABORATORIOS



Centro de Estudios de Puertos y Costas. CEDEX

Braulio González Madrigal

Coordinador de Programas de Estructuras Marítimas. CEPYC. CEDEX

El Centro de Estudios de Puertos y Costas tiene su origen en el denominado Laboratorio de Puertos, que fue dirigido e impulsado por el profesor D. Ramón Iribarren desde su creación en 1948 hasta su muerte en 1967. En el período de 1948 a 1957, el Laboratorio de Puertos estaba adscrito a la antigua Escuela de Caminos, Canales y Puertos en la calle Alfonso XII de Madrid. Fue en 1957 cuando el citado Laboratorio se integró, junto con otros Laboratorios de la Escuela, en el recién creado Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, hoy CEDEX, Organismo Autónomo del Ministerio de Fomento. El nombre de Laboratorio de Puertos se mantuvo, no obstante, hasta que se construyó el edificio actual en la calle Antonio López de Madrid, a principio de los años 80, pasándose a denominar desde entonces: Centro de Estudios de Puertos y Costas (CEPYC), que es la organización, dentro del CEDEX, especializada en tareas de asistencia técnica, investigación y desarrollo tecnológico en materia de puertos, costas e ingeniería marítima

en general. En la actualidad, la estructura funcional del CEPYC consta de una Dirección y 5 Unidades Técnicas, denominadas: Laboratorio de Experimentación Marítima, Estudios de Costas, Medio Litoral, Modelos Matemáticos y Tecnologías de Información.

Laboratorio

Esta breve reseña se centrará, principalmente, en el Laboratorio de Experimentación Marítima, cuya nave de ensayos tiene unas dimensiones de 115m de longitud, 76m de anchura y 8m de altura libre, estando su espacio totalmente exento de pilares. De forma complementaria con las actividades de modelización física a escala reducida, el centro utiliza la modelización numérica, la medida y experimentación en la naturaleza y el trabajo de laboratorio ambiental. Todo ello al servicio de los problemas portuarios, costeros y ambientales.

INHA: Instituto de Hidrodinámica Aplicada

José Luis Monsó
Condejero Delegado del INHA

Cuando a principios de los años 90 el grupo de empresas de ingeniería Europroject decidió fundar un nuevo laboratorio de iniciativa privada de ensayos de puertos y costas en España, nadie o mejor dicho, muy pocos apostaban por su futuro. La elevada inversión que era necesario amortizar, el mercado cautivo de los puertos de interés general que era monopolizado por el CEPYC y la presencia complementaria en el mercado español de prestigiosos laboratorios extranjeros hacían presagiar a INHA una difícil andadura que incluso hacía temer por su viabilidad. Sin embargo, gracias a nuestros clientes y a muchas otras personas e instituciones que han confiado en nosotros, este nuevo año 2001 celebraremos el décimo aniversario de su creación, habiéndose completado esta primera etapa de desarrollo y crecimiento con un alto grado de satisfacción.

El laboratorio INHA nació con el objetivo de garantizar una respuesta rápida y eficaz a la creciente demanda de ensayos en España, así como para contrapesar la cada vez más poderosa influencia de los laboratorios noreuropeos. La estela que había dejado el prestigioso profesor Iribarren había pues fructificado esta vez en una iniciativa empresarial de elevado nivel tecnológico en el sector de la ingeniería portuaria.

Laboratorio

Las instalaciones de INHA constan actualmente de una piscina de 27.6 x 22.5 x 1.2 metros fundamentalmente adaptada para la realización de ensayos 3D de estabilidad y rebase de diques, agitación portuaria y movimiento de barcos atracados, la cual fue inaugurada por Su Majestad el Rey Don Juan Carlos el 20 de Mayo de 1994 y un canal de oleaje de 52.0 x 1.8 x 2.0 metros, prevista sobre todo para la realización de ensayos 2D de estabilidad, fuerzas, presiones, movimientos, transmisión y reflexión en diques y estructuras marítimas. Asimismo, INHA es operadora en exclusiva para España, Portugal y América Latina de la piscina

Las instalaciones fijas son: canales y tanques, en cuyo interior se construye el modelo objeto de ensayo. El Tanque de Oleaje Multidireccional tiene 34m de largo, 32m de ancho y 1.60m de alto, con un calado máximo de 1.15m. El generador de oleaje está formado por 72 paletas de 0.40x1.60m, cuyos movimientos independientes son controlados por un sistema de ordenadores trabajando en red, siendo capaz de generar una altura de ola máxima de 0.58m. Se pueden generar corrientes y simular la carrera de marea. Dispone de un foso de 3x3m para ensayos de estructuras off-shore. Sus aplicaciones son múltiples: Ensayos 3D de estabilidad y funcionalidad de estructuras portuarias, agi-

oceánica de FIRST (Francia), una de las más importantes de Europa por su tamaño y características para ensayos de oleaje y corrientes de plataformas y estructuras offshore. Sus dimensiones son de 65.0 x 26.0 x 6.0 metros con un foso central de 10 metros de calado.

Proyectos y Convenios de Investigación

Las áreas de investigación de INHA son principalmente el análisis de la estabilidad y rebase de diques, sobre todo verticales en cajón, el análisis y desarrollo de nuevos tipos de bloques artificiales de hormigón como los llamados Octópodos y el análisis de estructuras disipadoras de oleaje como las placas horizontales desarrolladas en el proyecto Eureka Houle. Más recientemente estamos, con Puertos del Estado y otras empresas y universidades, involucrados en un proyecto de desarrollo de un modelo numérico avanzado de agitación portuaria y en un programa trienal de ensayos 3D de análisis de la reflexión de diques en talud. Estos y otros trabajos de investigación han dado lugar a diversas publicaciones nacionales e internacionales como las efectuadas en el ICCE'96 y en el Coastal Structures'99.

Entre los clientes de INHA se encuentran, entre otras, las empresas constructoras, especialmente Dragados, verdadero impulsor de las obras marítimas en nuestro país y en otros lugares lejanos, FCC, Ferrovial-Agromán y NECSO, administraciones, Puertos del Estado, Ministerio de Fomento, Generalitat de Cataluña, Generalitat Valenciana, Junta de Andalucía, Xunta de Galicia, Gobierno Vasco, Govern Balear, Cabildo Insular de Tenerife, Autoridades Portuarias de Barcelona, Tarragona, Tenerife, Cartagena y Gijón, la Empresa Portuaria de Chile y un largo etcétera.

No deseamos finalizar esta breve nota sin reconocer el espíritu y la sabiduría de Don Ramón Iribarren; sin ellos España no sería actualmente uno de los cinco países líderes en ingeniería portuaria. ■

tación y movimientos de barcos atracados en el interior del puerto, ensayos de estructuras off-shore.

Un Canal de Gran Escala de dimensiones: 90m de longitud, 3.6m de ancho y una profundidad variable de 6 a 4.50m. Estas grandes dimensiones permiten realizar los ensayos a escalas del orden de 1:10, con la consiguiente minimización de los denominados efectos de escala. Está dotado de una paleta tipo "flap" de 6m de altura, cuyo trasdós se halla en seco. Es capaz de producir oleaje, regular e irregular, con una altura máxima de 1.6m. Posee un sistema de absorción activa de reflexiones. Asimismo, dispone de una grúa de 10 t móvil a lo largo de la instalación

para facilitar la manipulación de los elementos de los modelos ensayados. Esta instalación está indicada, entre otros, para ensayos a gran escala en el comportamiento de la estabilidad y funcionalidad de diques verticales y en talud, hidrodinámica y transporte de sedimentos en la zona de rotura en playas, etc.

Dos Tanques para ensayos 2D y 3D, con paleta traslacional y rota-traslacional capaz de generar oleaje regular e irregular. Las dimensiones son: 45 y 35m de longitud, 6.5m de ancho en ambos tanques y una máxima profundidad de 2 y 3m respectivamente. Un Canal de 36m de longitud, 3m de ancho y 1.50m de profundidad destinado a ensayos 2D, con paleta traslacional para generar oleaje regular e irregular. Un Canal de 20m de longitud, 1.20m de ancho y 0.60m de profundidad, con paleta traslacional y generador de corrientes para ensayos 2D de investigación básica, principalmente.

Las instalaciones removibles están formadas por 8 Paletas traslacionales de 5 y 7m de ancho, acompañadas de sus respectivas fuentes de alimentación y unidades de control, que pueden trabajar de forma individual o en fase con otras para crear un frente de anchura deseada. Estas paletas son las encargadas de generar el oleaje en los modelos 3D que se construyen sobre el propio suelo de la Nave de ensayos. Para su traslado y colocación dentro del modelo en la dirección adecuada, se cuenta con tres puentes grúas que discurren por la práctica totalidad de la Nave de ensayos.

Además conviene resaltar la disposición de un Simulador, en tiempo real, de maniobra de buques en aguas restringidas, navegando próximo a puerto y en su interior. Sus principales aplicaciones son: El diseño portuario en planta, la explotación portuaria y el entrenamiento náutico. Asimismo, el CEPYC ha tenido desde comienzos de los años 70 una dedicación fundamental a la medida sistemática del oleaje en el mar.

Proyectos y Convenios de Investigación

Son numerosas las publicaciones que se han presentado en Congresos nacionales e internacionales, algunas de ellas han sido publicadas en revistas especializadas, monografías, libros, etc. Sirva como ejemplo algunos de los títulos recogidos de los Cuadernos de Investigación editados por el CEDEX: Fundamentos y aplicación de los métodos de análisis del oleaje; Modelos matemáticos de evolución de playas I y II; Remonte y rebase del oleaje en diques verticales (Tesis doctoral); Formas rítmicas en playas: su relación con la evolución costera; etc. En cuanto a los proyectos de investigación llevados a cabo en la actualidad por el CEPYC se encuentran los siguientes: Respuesta ante la acción del oleaje de un cajón de paramento vertical con un patio interior, de ancho variable, sin solera de cimentación; Estudio ecohidráulico de los vertidos de plantas de desalinación; diversos modelos numéricos, nuevas instalaciones avanzadas. ■

LAS JORNADAS ESPAÑOLAS DE COSTAS Y PUERTOS

Miguel A. Losada Rodríguez
Catedrático Puertos y Costas
Universidad de Granada

Estas Jornadas son, desde 1992 que se celebraron por primera vez en la E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Santander, el foro nacional de los profesionales del sector en sus distintas áreas: administraciones públicas, autoridades portuarias, empresas de ingeniería y constructoras, centros de investigación, laboratorios y universidades. Desde aquellas primeras jornadas en las que asistieron un centenar de profesionales y se presentaron 60 ponencias, hasta las "sextas" que tendrán lugar en Palma de Mallorca, organizadas por el Grupo de Ocenografía Física del Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados, Centro mixto de la Universidad de las Islas Baleares y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, y en el que se esperan más de cuatrocientos asistentes y se presentarán ciento cincuenta ponencias han transcurrido doce años de actividad ininterrumpida, a la cual se han ido incorporando todos los grupos que trabajan en temas tan variados como oceanografía física, playas, planificación y gestión portuaria, náutica deportiva, etc., y que se acogen bajo la denominación de costas y puertos.

Las Jornadas son una muestra de la competencia científica y técnica de España en el campo marítimo y, sobre todo, de la capacidad de un conjunto de profesionales que, sin protagonismos personales, organizan de forma desinteresada y eficaz estas reuniones que son un legado del espíritu investigador y técnico de Iribarren. ■

A MODO DE CONCLUSIÓN

Por nuestra parte, sólo queda pedir disculpas a aquellos grupos o instituciones que no hayan sido citados y que se sientan legados de Iribarren. El espacio y el tiempo son las razones y por ello pedimos disculpas.

Finalmente, podemos concluir desde la profundidad de nuestros corazones, expresando a Iribarren nuestra lealtad a sus principios investigadores, a su proceder técnico y a su entrega personal generosa y apasionada.

"GRACIAS, MUCHAS GRACIAS DON RAMÓN"