

FUNDADOR:

† Aureo Fernández Avila, Ingeniero Naval.

DIRECTOR:

Guillermo Zatarain Gutiérrez de la Concha,
Ingeniero Naval.

DIRECCION Y ADMINISTRACION

Domicilio: Castelló, 66.
28001-Madrid.

Teléfonos } 275 10 24
 } 276 71 21

Télex: 43582 INAV-E.
FAX: 435 34 75

SUSCRIPCION ANUAL

España (incluido IVA)	3.600 pesetas
Ceuta, Melilla, Canarias y Portugal.....	3.400 »
Hispanoamérica	5.000 »
Resto del mundo	5.800 »
Precio del ejemplar	500 »

NOTAS

No se devuelven los originales. Los autores son directamente responsables de sus trabajos. Se permite la reproducción de nuestros artículos indicando su procedencia.

PUBLICACION MENSUAL

ISSN: 0020 - 1073

Depósito legal: M. 51-1958

MARIARSA, Impresores - Tomás Bretón, 51 - 28045-Madrid

INDICE DE MATERIAS

Págs.

Comentario de actualidad

XXVIII Sesiones Técnicas de Ingeniería Naval 604

Artículos

Industria naviera y productividad portuaria: el cabotaje regular, por **Gerardo Polo** 613

Granja semi-rígida para aguas abiertas, por **Arturo Muña Domínguez, Manuel Moreu Munáiz y J. A. Aláez Zazurca** 622

Fe de erratas 639

Tráfico Marítimo

El baile de los registros, por **Miguel Pardo Bustillo**, 640

Historia

Las expediciones españolas en la costa del Pacífico de Norteamérica en el siglo XVIII (II), por **María Pilar de San Pío** 643

Índice anual 647

Las empresas informan

Sulzer - Clifco - Librería Náutica Robinson 650

Portada

Bombas ITUR, fabricadas por MANUFACTURAS ARAN-ZABAL, S. A.

XXVIII SESIONES TECNICAS DE INGENIERIA NAVAL

Tal como estaba anunciado, se han celebrado en Madrid, los días 30 de noviembre y 1 y 2 de diciembre del corriente año, las XXVIII Sesiones Técnicas de Ingeniería Naval, organizadas por la Asociación de Ingenieros Navales de España, con el tema genérico "Aplicaciones informáticas en las empresas del sector naval".

El acierto en la elección del tema fue confirmado por el importante número de trabajos presentados, dieciocho en total, que obligaron a disponer de tres días de sesiones, en apretadas jornadas de mañana y tarde, así como por la elevada inscripción de participantes. El acto de apertura y las diversas sesiones de trabajo se celebraron en el salón de actos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales.

A la sesión de inauguración fueron invitadas importantes personalidades relacionadas con el sector de construcción naval y fue ocasión para que el Director General de Industria, don José Fernando Sánchez-Junco hiciese un resumen del proceso de reconversión acometido en los últimos años y de la situación actual y perspectiva del sector.

Comenzó el acto con unas palabras de don Guillermo Zatarain, Presidente de la AINE, en las que agradeció a todos los asistentes su presencia y justificó la oportunidad de exponer y debatir aspectos relacionados con el tema elegido para las Sesiones. A continuación cedió la palabra al Director General, que tras agradecer, a su vez, la invitación que se le había hecho para inaugurar estas Sesiones Técnicas pronunció las siguientes palabras:

Señor Sánchez-Junco, Director General de Industria

«En primer lugar, deseo felicitarles por la oportunidad en la elección del tema de estas Sesiones "Aplicaciones informáticas en las empresas del sector naval", puesto que después de tres años de fuertes ajustes laborales y reducción de instalaciones, creo sinceramente que ha llegado el momento de abordar con firmeza el desarrollo e innovación tecnológica en el sector naval.

Para cualquier sector industrial, y por supuesto para la construcción naval, es una ineludible necesidad, si se pretende alcanzar la competitividad, la utilización de modernos sistemas informatizados de proyecto, control y producción.

Sin embargo, en algunos sectores en reconversión como el naval donde se ha producido una gran reducción del activo laboral en un período de tiempo muy corto, acompañado además de una escasa carga de trabajo, y de los consecuentes conflictos laborales, las empresas no han encontrado la posibilidad de abordar simultáneamente con estos ajustes la implantación de aquellos sistemas.

En efecto en España la reconversión de la industria de la construcción naval ha tenido una peculiaridad que la distingue del resto de los países de la OCDE. En dos años ha sido necesaria la reducción del 55 por 100 de la capacidad de construcción y casi el 40 por 100 de plantillas, frente a aquellos países que pudieron contar para ello con una década más y un entorno económico, social y político bastante más favorable.

Este retraso en la puesta en marcha del plan de reconversión naval ha condicionado tanto el planteamiento como la evolución del mismo. La necesidad de reducir la capacidad y consecuentemente las plantillas de forma tan brusca para recuperar la ventaja que llevaban nuestros competidores de la OCDE, obligó a establecer unos objetivos rígidos de capacidad individualizada de los astilleros, y de las plantillas operativas de los mismos, aplicándose para ello procedimientos que venían condicionados a la necesidad de llegar a unos acuerdos que realmente fueron difíciles de alcanzar entre la Administración, empresas y sindicatos pero que permitieron, finalmente, iniciar el proceso de reconversión.

La rigidez de tales planteamientos ha permitido, sin embargo, que se cumplieran en poco tiempo los objetivos más urgentes del plan, que eran la reordenación industrial y el correspondiente ajuste laboral sin los cuales era imposible abordar el resto de los compromisos que adquirieron las empresas en sus programas de reconversión.

De hecho, habiéndose iniciado el plan en 1985, un año después el sector había pasado a tener una capacidad de 445.000 TRBC frente al millón de toneladas histórico y se habían reducido las plantillas de 38.000 a 24.000 trabajadores.

Esta importante reducción venía impuesta desde hacía varios años por el profundo desequilibrio de oferta y demanda que el sector de construcción naval estaba sufriendo, a nivel mundial y nacional, y que obligó a la mayoría de los países con tradición en esta industria a iniciar sus reestructuraciones a partir de 1975.

En España, sin embargo, este proceso comenzó como se ha apuntado en 1985, después de casi 10 años de infrautilizar (por debajo del 50 por 100) sus instalaciones y mano de obra, lo que provocó un importante deterioro económico, laboral y tecnológico en el sector.

Los principales objetivos que se establecían en el plan de reconversión español quedaban reflejados en el Real Decreto 1.271/1984, de 13 de junio, donde se incluían las medidas para alcanzarlos y las ayudas necesarias. Tales objetivos podrían resumirse en los siguientes aspectos:

1. Reordenación del sector. Mediante cierres, fusiones, cambios de actividad de astilleros, etcétera.



Presidencia de la sesión de apertura. De izquierda a derecha, señores Aguiló, Presidente de la División de Construcción Naval del INI; Zatarain, Presidente de la AINE; Sánchez-Junco, Director General de Industria, y Mira, Director de la ETSIN.

2. Ajuste laboral. Consecuencia del exceso de capacidad. A través del Fondo de Promoción de Empleo.
3. Captación de mercado. Obtención de la cartera de pedidos precisa para la nueva capacidad.
4. Ajuste financiero. Capitalización de las empresas.
5. Desarrollo tecnológico. Construir productos de mayor tecnología. Mejorar la productividad mediante implantación de nuevos sistemas informatizados de proyecto, control y producción.

Para llevar a cabo un mejor control de la reconversión se subdividió el sector de construcción naval en dos subsectores de grandes y medianos y pequeños astilleros.

Para los primeros la División de Construcción Naval es la que actúa como órgano de gestión y los segundos constituyeron una sociedad de reconversión que, una vez aprobados los planes presentados por las empresas se transformó en lo que actualmente es PYMAR. Como órgano de gestión para el conjunto del sector se creó igualmente la Gerencia del Sector Naval, que tengo el honor de presidir, cuyo comité está integrado por miembros de la Administración Central y de las Comunidades Autónomas más representativas.

Finalmente la Comisión de Control y Seguimiento es la que integra, en la práctica, a los mencionados órganos de gestión y a los sindicatos más representativos, siendo su participación a lo largo del proceso de reconversión

de relevante importancia para el logro de los objetivos del mismo.

El grado de cumplimiento de los objetivos, que las empresas incluían en sus planes aprobados por la Administración, ha sido variable para los dos subsectores de grandes astilleros o medianos y pequeños.

Puede afirmarse que para el conjunto del sector se ha llevado a cabo la reordenación industrial necesaria (el cierre de 32 de las 92 gradas existentes en 1984), lo que ha dado origen a una reducción de capacidad de construcción acorde con la realizada en otros países de la OCDE desde 1975.

Tal reducción de capacidad ha creado la necesidad de llevar a cabo el importante ajuste laboral, ya mencionado, aunque éste en 1986 todavía no era del mismo orden que el realizado en aquellos países.

El aspecto comercial ha operado con éxito en los astilleros de menor tamaño, ya que el proceso de reconversión naval coincidió prácticamente con el inicio del plan de renovación de la flota pesquera española, que está teniendo un desarrollo satisfactorio.

Sin embargo, para la gama de los astilleros de mayor tamaño, cuya producción se abastece de buques mercantes, el mercado ha operado de forma contraria, coincidiendo el inicio de la reconversión con una profunda crisis de demanda internacional.

En cuanto a la demanda interna, ésta lleva varios años prácticamente paralizada como consecuencia del



deterioro de nuestra marina mercante, que sufre un alto grado de atomización y unos costes de explotación inadecuados para competir internacionalmente.

Ello ha impedido al sector de construcción naval contar, durante todo el proceso de reconversión, que durará hasta 1990, con la cuota de mercado nacional de flota mercante que debería corresponderle tal como ha sucedido a la mayoría de los países de su entorno.

Aquí conviene destacar que en el resto de los países comunitarios durante el período de reconversión de sus astilleros, que abarca desde 1976 a 1986, la producción media de buques mercantes para armadores de sus propios países ha representado el 70 por 100 del total.

En España esta cifra no ha llegado al 20 por 100 durante el período de reconversión 84-86 y actualmente es del orden del 10 por 100.

Así pues el grado de cumplimiento de los objetivos comerciales planteados por las empresas del sector naval ha resultado, en general, positivo para los astilleros pequeños y, sin embargo, para los de mayor tamaño ha estado muy lejos de lo previsto.

Ello ha sido el principal condicionante para el logro del equilibrio financiero y, por supuesto, la mejora de productividad en los astilleros con más capacidad, pudiéndose afirmar, sin embargo, que salvo algún caso excepcional, los astilleros pequeños con el apoyo inestimable de su Sociedad de Reconversión (Pymar) han logrado equilibrar su situación patrimonial y están en proceso de mejorar sus sistemas de proyecto y producción.

En consideración a lo anterior y a que, como ya se ha comentado, el intenso ajuste laboral realizado en el cortísimo período de dos años (84 a 86) no alcanzó todavía el nivel correspondiente de la reducción de capacidad realizada (en particular en los astilleros de mayor capacidad), el Gobierno decidió en 1987 continuar el proceso ya iniciado prolongándolo hasta el horizonte de 1990.

Para ello, una vez finalizada la vigencia del Real Decreto 1.271/1984, de 13 de junio, se prorrogaron algunas de las medidas que contemplaba la Ley de Reconversión, publicándose además sendos decretos de ayudas a la construcción naval y de financiación de buques mercantes, enmarcados en los requerimientos de la Sexta Directiva de la CEE y que fueron presentados a la Comisión en 1987.

Las medidas que se establecen en esta segunda etapa hasta 1990, son, sin embargo, más flexibles y, desde el punto de vista laboral, no traumáticas. El ajuste adicional de plantillas se llevará a cabo a través de prejubilaciones y bajas incentivadas voluntarias y siendo el número previsto de excedentes mucho menor que en la etapa anterior (6.000 trabajadores frente 14.000 del período 84-86), permitirá a las empresas afrontar con mayor éxito el logro de una estructura más adecuada de sus plantillas. Con esta nueva reducción, el ajuste laboral habrá sido del 50 por 100 respecto a las plantillas existentes en 1985, lo que representa un porcentaje más acorde con las reducciones que se prevé efectuar en los países de la OCDE.

En cuanto al ajuste de capacidad en esta segunda etapa se espera alcanzar una reducción total respecto a la cifra histórica de 1.000.000 de TRBC de algo más del 60 por 100 quedando, por tanto, entre las 350.000 y 400.000 TRBC (después de los recientes acuerdos de cierres definitivos de las gradas de Euskalduna, Celaya y Burceña). Este porcentaje representa un nivel semejante al del que se alcanzará en el resto de los países occidentales.

La ordenación que ha impuesto en el sector de construcción naval comunitario, la publicación en enero de 1987 de la Sexta Directiva de la CEE sobre ayudas a la construcción naval, ha resultado especialmente beneficiosa para España. Las diferentes ayudas directas e indirectas que muchos países comunitarios han venido disfrutando para la construcción de buques han quedado limitadas por tal Directiva a un techo común. Este techo vigente supera holgadamente (en especial para los buques de mayor tamaño), las ayudas existentes en nuestro país en épocas anteriores.

El Gobierno, a través del Real Decreto 1.433/1987, sobre primas a la construcción naval, ha optado por adaptarse al límite impuesto al resto de los países comunitarios. Ello a pesar de que España está exenta de la aplicación del capítulo II de dicha Sexta Directiva que se refiere precisamente a los topes establecidos para el conjunto de ayudas.

Tal exención es un reconocimiento explícito por parte de la CEE del esfuerzo realizado por España y el retraso con que inició la reconversión, y será utilizada básicamente para reponer los costes de ineficacia transitoria que tendrán hasta 1990 los astilleros públicos como consecuencia principalmente del mayor sobredimensionamiento de plantillas y capacidad que han estado sufriendo.

Este nuevo Decreto de primas que, como se ha dicho, fue presentado a la CEE en 1987 está pendiente de su ratificación, hasta que la Comunidad analice el programa de actuación del sector de construcción naval en el período 84-90, recientemente presentado en Bruselas por la Administración española, una vez que las empresas presentaron sus planes después de que se alcanzaran a mitad del presente año los acuerdos con los sindicatos y empresas sobre los nuevos ajustes ya mencionados.

No obstante, lo anterior, este Decreto ha resultado totalmente operativo para los astilleros en sus negociaciones comerciales, dando como resultado una contratación de 480.000 TRBC en 1987 y de 276.000 TRBC en el primer semestre de 1988 frente a las realizadas en años anteriores de 164.000 en 1984, 271.000 en 1985 y 206.000 en 1986.

Esta contratación de 1987 y 88 que, sin lugar a dudas, es muy superior a la de los cinco años anteriores, no llega, obviamente, a alcanzar las cifras históricas de los años 70, pero permitirá a partir de 1989 obtener un grado de ocupación razonable especialmente de los astilleros de mayor tamaño, condición imprescindible para que estas empresas puedan cumplir los objetivos que quedaron pendientes de alcanzar en el período anterior.

El ajuste financiero de estos astilleros sólo puede conseguirse a través de esa cartera de pedidos, en parte ya consolidada, que permita obtener la necesaria facturación para que las empresas puedan operar más allá de su punto de equilibrio económico. La reducción generalizada de los costes fijos (entre los que, sin lugar a dudas, en este sector deben incluirse los laborales) y las mejores condiciones de venta de los buques, que está disfrutando el sector a nivel internacional desde principios del presente año, ayudará a esos astilleros a alcanzar y superar dicho punto de equilibrio.

Y volviendo al tema que nos ocupa, que es la mejora de la productividad, no cabe duda de que el sector se encuentra actualmente en las condiciones más óptimas para afrontar este reto con decisión y eficacia. Como se ha comentado al principio la mayor parte de los empresarios del sector naval no han encontrado al comienzo de la reconversión la forma de realizar en paralelo la ordenación industrial, la reducción de plantillas y la mejora de los sistemas productivos, de proyecto y de gestión.



Presidencia de la cena de clausura.

Los motivos han sido diversos, y van desde la incertidumbre que tenían sobre la viabilidad de sus empresas, hasta la falta de recursos económicos para realizar las inversiones, pasando por la previsible necesidad de una reducción adicional de plantillas al mejorar la productividad con la implantación de tales métodos innovadores.

La situación hoy, tal como se ha comentado, es distinta. Los astilleros en general disponen de una carga de trabajo razonable y el esquema de actuación en cuanto a la reducción de capacidad y plantillas está diseñado hasta el año 1990 en que finaliza la vigencia de la Sexta Directiva y de nuestro período transitorio.

Desde el Ministerio de Industria y Energía y a través de la Gerencia del Sector Naval se ha tratado de promover desde el inicio de la reconversión la presentación por parte de las empresas de proyectos de I+D. Tales proyectos, como creo que es suficientemente conocido, son subvencionables con cargo al fondo de I+D que se creó en virtud del Real Decreto 1.271/1984 de reconversión naval.

Las primeras respuestas de los astilleros a tal iniciativa de la Gerencia se produjeron a mediados de 1986, tratándose obviamente de proyectos más bien enfocados al desarrollo tecnológico básico que a investigación propiamente dicha. En el estudio y aprobación de estos proyectos la Gerencia ha procurado incentivar en mayor medida su presentación colectiva a fin de conseguir de forma más rápida y eficaz su implantación en el mayor número de astilleros.

El resultado es que hoy día puede afirmarse que casi el 100 por 100 de los astilleros en reconversión tienen en fase de implantación sistemas de control y diseño mecanizado que, sin estar totalmente operativos, están dando los primeros resultados de ahorro en tiempo y, consecuentemente, de mejora de productividad.

Estas mejoras, obtenidas en poco tiempo y todavía en fase de implantación de tales sistemas, están produciendo un cambio de mentalidad de los directivos y técnicos de algunos astilleros que hasta hace bien poco utilizaban procesos manuales. Tal cambio de mentalidad estamos seguros que dará origen a nuevas necesidades de innovación, que repercutirá finalmente en una mayor adecuación tecnológica de los astilleros.

Las ayudas hasta ahora concedidas para los proyectos presentados en la Gerencia del Sector Naval alcanzan una cifra cercana a los 400 millones de pesetas, destinados en su mayoría a proyectos de desarrollo tecnológico (diseño y desarrollo de proyectos asistido por ordenador, control de gestión automatizado, planificación, etcétera).

Los fondos de I+D generados a través del Decreto de reconversión de 1984 y los que posiblemente podrán ser aplicados a este concepto procedentes de fondo de reestructuración, creado al amparo del nuevo Real Decreto 1.433/1987, sobre las primas a la construcción naval, permitirán atender las solicitudes de ayudas que se reciban en el futuro de las empresas de astilleros o



Los señores Zatarain y Pancorbo entregando los premios de las Sesiones. Superior: el señor Torroja recoge el premio en nombre de los autores. Inferior: el señor Alvarez-Acevedo recoge el segundo premio.

de otras afines en el futuro de las empresas de astilleros o de otras afines a los mismos.

En este sentido conviene recordar que hasta ahora las primeras acciones empresariales han sido destinadas a mejorar la tecnología de la producción, que, sin lugar a dudas, es el primer paso e ineludible necesidad para alcanzar la competitividad del sector, pero, tal como ustedes conocen, conviene no olvidar que los mayores éxitos en este negocio han venido de la mano de las mejoras tecnológicas del producto.

Especial mención merece en este caso el proyecto "Halios" que nació a la luz del programa europeo "Eureka" y contempla la necesidad de investigar sobre uno de los productos en los que nuestro país posee más experiencia y prestigio, que es el buque pesquero. Tengo

la esperanza de que este proyecto que tiene un carácter abierto y flexible y que está empezando a desarrollarse entre España, Francia e Islandia, pueda, además de cumplir su propio objetivo, representar un aliciente para promover nuevas iniciativas en otros sectores afines a la construcción naval, como son los equipos y sistemas de la industria suministradora y las navieras.

El Ministerio de Industria y Energía ha establecido los medios para ayudar a emprender esta necesaria tarea de reconversión tecnológica y ahora son las empresas las que tienen que actuar para poder alcanzar los niveles de innovación de la producción y del producto que permitan al sector de construcción naval español situarse en los primeros lugares dentro de la Comunidad Económica Europea.



El señor Costales, Decano del COIN, entregando los premios FEIN 1986-1987. Derecha: al señor Baquero. Izquierda: al señor Reyero.

Si todo ello sucede así habremos conseguido recuperar en 1990 el grado de participación relativa de nuestra construcción naval en el mundo y en Europa, después de haber realizado un durísimo e intenso ajuste similar al que han realizado el resto de los países de la OCDE, y lo que es más importante, esta participación la conseguirán unos astilleros competitivos que permitirán convertir a un sector deficitario en otro generador de recursos.»

Al final de su exposición, el señor Sánchez-Junco, a invitación del señor Zatarain, declaró inauguradas las Sesiones.

El desarrollo de las sesiones de trabajo, continuadas e intensas, respondió al programa siguiente, registrándose numerosas intervenciones por parte de los asistentes, que serán recogidas, lo mismo que las contestaciones de los autores, cuando se publiquen en nuestra Revista cada uno de los trabajos.

Primera jornada

- **“Isaac Peral y el desarrollo de la navegación submarina”** (La genial creación de Peral desde la perspectiva de un siglo). Por don Antonio Villanueva Núñez, Dr. Ing. Naval.
- **“Diseño, Ingeniería y Construcción Naval asistidos por ordenador. Estado del Arte”**. Por don Jaime Torroja Menéndez, Dr. Ing. Naval, y don Antonio Crucelaegui Corvinos, Dr. Ing. Naval.
- **“Redes locales en Construcción Naval”**. Por don Pedro Gómez Juarros, Dr. Ing. Naval; don Fernando Alonso Pérez de Agreda, Ing. Naval, y don Luis García Bernáldez, Ing. Naval.
- **“Consideraciones sobre aplicaciones informáticas en astilleros de pequeña dimensión”**. Por don Enrique Bardisa Ruiz, Ing. Naval, y don Emilio Carnevali Rodríguez, Dr. Ing. Naval.
- **“Sistemas de información de gestión en pequeños y medianos astilleros. Una solución a los problemas actuales”**. Por don Antonio Martínez Borralló, Economista.

- **“Simulación estratégica de astilleros con ordenador”**. Por don Emilio Monterde Aparici, Dr. Ing. Naval; don Manuel Tallada Casas, Ing. Naval, y don César Cristina del Peso, Ldo. en Informática.

Segunda jornada

- **“Gestión de proyectos y diseño gráfico mediante ordenadores personales tipo IBM”**. Por don Alberto López, Ing. Aeronáutico, y don Gabriel Tejada Gómez de Segura, Ing. Naval.
- **“Consideraciones sobre la implantación de un sistema CAD-CAM en el ámbito de la Construcción Naval (Grandes Astilleros)”**. Por don Manrique Alvarez-Acevedo Alonso, Ing. Naval.
- **“Consideraciones sobre la implantación de un sistema CAD-CAM en un astillero de tamaño medio dedicado a buques especiales”**. Por don Alfonso Osorio de Rebellón Dorda, Dr. Ing. Naval.
- **“Desarrollo de los subsistemas FORAN de proyecto y producción de servicios”**. Por don Fernando Alonso Pérez de Agreda, Ing. Naval; don Luis García Bernáldez, Ing. Naval, y don Manuel Meizoso Fernández, Dr. Ing. Naval.
- **“Sistemas CAD para proyecto automatizado de buques”**. Por don Felipe Rodríguez Martín, Ing. Naval, y don José Lequerica Curros, Ing. Naval.
- **“Corregido interactivo de líneas, definición de la estructura y acoplamiento de piezas con un sistema PC”**. Por don Nicolás Suárez-Cantón Gómez, Dr. Ing. Naval.

Tercera jornada

- **“SIMBAD. Sistema informático para cálculo a bordo de un buque, de la estabilidad después de averías y soluciones para restablecerla”**. Por don Manuel Casal Pita, Ing. Naval; don José Luis Ruiz Galán, Ing. Naval, y don Rafael Suárez Pérez, Ing. Naval.



Actuación de la Tuna de la ETSIN.

- **“Aplicaciones informáticas en un canal de ensayos hidrodinámicos”**. Por don Luis Pérez Rojas, Dr. Ing. Naval; don Ricardo Abad Arroyo, Ing. Naval; don Antonio L. García Fernández, Ing. Naval; don José María Montero Montalvo, Ing. Naval, y don Ricardo Zamora Rodríguez, Ing. Naval.
- **“Selección de planta propulsora. Soluciones informáticas en la fase de anteproyecto”**. Por don Alvaro Zurita y Sáenz de Navarrete, Dr. Ing. Naval; don José María Galíndez Zubiría, Ing. Naval, y don Jesús García Iglesias, Ing. Naval.
- **“Indicadores de proyecto contenidos en la distribución de estela”**. Por don Amadeo García Gómez, Ing. Naval; doña María Jesús Bobo de la Peña, Ing. Naval; don Ramón Querreda Laviña, Dr. Ing. Naval; don Alberto Olivera Avezuela, Ing. Téc. Naval, y don Juan Ramón Chacón Alonso, Ing. Naval.
- **“ADA: un lenguaje de programación para la ingeniería”**. Por don Aurelio Vahí Serrano, Ing. Naval.
- **“Aplicación de los microordenadores al campo de la arquitectura naval y su utilización a bordo”**. Por don Juan J. Escolar Calzón, Ing. Naval.

El acto de clausura se celebró con una concurrida cena ofrecida por la Asociación de Ingenieros Navales de España en la que ocuparon la presidencia, de izquierda a derecha (ver la foto), los señores Mazanedo, García

Gil de Bernabé, Mira, Alzugaray Aguirre (Presidente del Instituto de la Ingeniería de España), Pancorbo, Zatarain, Costales, Cerezo, Angulo y Lossada, acompañados de sus señoras. Al final de la misma se entregaron los premios establecidos para los trabajos presentados y que se concedieron, por unanimidad, por el Jurado calificador nombrado al efecto a:

- Primer Premio: **“Desarrollo de los subsistemas FORAN de proyecto y producción de servicios”**. Por don Fernando Alonso Pérez de Agreda, Ing. Naval; don Luis García Bernáldez, Ing. Naval, y don Manuel Meizoso Fernández, Dr. Ing. Naval.
- Segundo Premio: **“Consideraciones sobre la implantación de un sistema CAD-CAM en el ámbito de la Construcción Naval (Grandes Astilleros)”**. Por don Manrique Alvarez-Acevedo Alonso, Ing. Naval.

Asimismo, tal como se anunció en su momento, se entregaron los Premios FEIN 1986-1987, a los mejores trabajos publicados en INGENIERIA NAVAL en ese período, concedidos por el Comité de Gestión de este Fondo Editorial, a los siguientes artículos:

- Premio FEIN 1986-1987: **“La maniobrabilidad del buque pesquero”**, del que es autor don Antonio Baquero.



El señor Pancorbo, clausurando las Sesiones.

— Accésit FEIN 1986-1987: **“Contribución al estudio de la rotura laminar en estructuras soldadas”**, del que es autor don José Antonio Reyero.

A continuación el señor Zatarain, en su condición de Presidente de la AINE, comentó brevemente el desarrollo de las Sesiones y don Luis Pancorbo, Director General de Industria de la Comunidad Autónoma de Madrid, tras ponderar el interés y éxito alcanzados, declaró clausuradas las Sesiones.

Como es habitual, paralelamente a las sesiones de trabajo, se desarrolló un interesante programa de visitas y excursiones para los acompañantes.

Finalmente, la Asociación de Ingenieros Navales de España desea agradecer la inestimable colaboración prestada por diversos organismos y entidades tales como el Colegio Oficial de Ingenieros Navales, Comunidad de Madrid, Empresa Nacional Bazán, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales, División de Construcción Naval del INI, Gerencia del Sector Naval y PYMAR, S. A.

INDUSTRIA NAVIERA Y PRODUCTIVIDAD PORTUARIA: EL CABOTAJE REGULAR (*)

Por Gerardo Polo (**)

Me ruega la Asociación de Ingenieros Navales que prepare un resumen del trabajo galardonado con el Premio "Gregorio López-Bravo" de Ingeniería Naval 1987, al objeto de que los lectores de la Revista puedan hacerse una idea de su contenido.

Tarea particularmente difícil, por cuanto se trata de un trabajo cuyo origen remoto es preciso buscarlo en mi interés personal por el problema de la operatividad portuaria y su incidencia en la explotación del buque desde hace más de veinte años, interés sostenido y acrecentado a lo largo de ese tiempo por mi estrecho contacto con una problemática que he tenido ocasión de ver muy de cerca, de tocar, de vivir, en suma, y a la que no sólo he dedicado gran parte de mi actividad profesional, sino que también he intentado sirviera de fuente para la transmisión de conocimientos en el ámbito docente.

Por otro lado, el trabajo tuvo un largo período de gestación, en parte por lo que se ha indicado más arriba, es decir, por ser fruto no ya de un largo período de reflexión, sino de muchos años de dedicación a este tipo de problemas, aparte de lo que podemos llamar su origen próximo, es decir, la preparación de las pruebas del concurso para acceder a la cátedra de Explotación del Buque en

la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales; finalmente, fue preciso actualizar el trabajo y poner al día la información sobre un problema vivo y actual, en situación de cambio casi permanente y cuya estabilización todavía no se ha alcanzado.

Finalmente, la considerable extensión del trabajo —cerca de cuatrocientas páginas, más casi doscientas de anexos— constituye una nueva dificultad para intentar resumir su contenido y reducirlo a unos límites razonables para proceder a su publicación en la Revista.

Por todo ello he optado por limitar prácticamente mi labor a reproducir casi literalmente los apartados dedicados a la presentación del trabajo y al resumen y conclusiones del mismo, así como al índice correspondiente, confiando en que de este modo pueda obtenerse una idea global del contenido del estudio, del esquema de trabajo seguido a lo largo de su elaboración y del material utilizado para su desarrollo. Creo que de este modo, y dadas las dificultades para resumir un trabajo de tanta extensión, podrá el lector de la Revista sacar unas conclusiones con respecto al trabajo tan válidas, probablemente, como si hubiera abordado la realización de un resumen, cuyo buen fin no estoy absolutamente seguro de haber podido garantizar.

INDICE

PRESENTACION.

PRIMERA PARTE.

CAPITULO I. ANTECEDENTES REMOTOS DEL PROBLEMA PORTUARIO. LA O.T.P. - CREACION, CONSOLIDACION Y CONTRADICCIONES.

El intervencionismo estatal en la administración de los puertos.

La Organización de Trabajos Portuarios (OTP).

CAPITULO II. ANTECEDENTES PROXIMOS, 1978/1982 - LA REFORMA DE U.C.D.

El "Libro blanco" de 1978 y el Convenio de 1980.

El Real Decreto 2.302/1980, de 24 de octubre.

Posicionamiento de las partes ante la reforma de U.C.D.

El Convenio-marco de 1981, la "batalla" de Barcelona y la muerte de la reforma.

CAPITULO III. EL PASADO INMEDIATO, 1983/1985 - LA POSTURA DE LA NUEVA ADMINISTRACION.

La asunción del poder por la Administración socialista.

Génesis de la reforma socialista. Los borradores de la reforma.

CAPITULO IV. EL MOMENTO CULMINANTE, 1986 - LA REFORMA SOCIALISTA.

La cascada de huelgas en la primera mitad de 1986.

El Real Decreto-Ley 2/1986, de 23 de mayo.

(*) Premio "Gregorio López-Bravo" de Ingeniería Naval 1987.
(**) Catedrático de Explotación del Buque, E.T.S. de Ingenieros Navales, Universidad Politécnica de Madrid.

	La entrada en vigor del Real Decreto-Ley y las primeras reacciones a nivel portuario.		terio de Obras Públicas y Urbanismo, Dirección General de Puertos y Costas, junio de 1978.
CAPITULO V.	EL DESARROLLO DE LA REFORMA, 1986/1987 - PERSPECTIVAS DE CARA AL FUTURO.	ANEXO II.	Convenio-marco estatal. Resolución de 15 de septiembre de 1980, ordenando publicación en "B.O.E.", 19 de septiembre de 1980.
	Los borradores del desarrollo de la reforma.	ANEXO III.	Real Decreto 2.302/1980, de 24 de octubre, regulando la estructura administrativa de las actividades portuarias y empresariales en los puertos de interés general.
	La puesta en marcha del proceso de reforma en los puertos.	ANEXO IV.	Orden Ministerial de 9 de noviembre de 1980 ("B.O.E.", número 275, de 15 de noviembre), derogando determinados preceptos de la Ordenanza de Estibadores Portuarios de 29 de marzo de 1974.
	Consideraciones con respecto al futuro de la actividad portuaria.	ANEXO V.	Orden Ministerial de 16 de junio de 1981 ("B.O.E.", número 144, de 17 de junio), desarrollando el Real Decreto 2.302/1980, de 24 de octubre.
SEGUNDA PARTE			
CAPITULO VI.	LOS PUERTOS Y LAS OPERACIONES QUE SE REALIZAN EN ELLOS.	ANEXO VI.	Convenio Colectivo del puerto de Barcelona para 1982 (firmado en agosto de 1981).
	Importancia de los puertos en el transporte marítimo.	ANEXO VII.	Sentencia del Tribunal Supremo, de 1 octubre de 1985, derogando el Real Decreto 2.302/1980, de 24 de octubre, por defecto de forma.
	Operaciones que se desarrollan en puerto.	ANEXO VIII.	Primer borrador del proyecto de reforma de la estructura portuaria por parte de la Administración socialista, de febrero de 1985.
	Los puertos y su evolución al compás de las necesidades del tráfico.	ANEXO IX.	Segundo borrador del proyecto de reforma de la estructura portuaria por parte de la Administración socialista, de marzo de 1986.
CAPITULO VII.	LAS OPERACIONES DE CARGA/DESCARGA Y EL TIEMPO DE LOS BUQUES EN PUERTO.	ANEXO X.	Real Decreto-Ley 2/1986, de 23 de mayo ("B.O.E.", número 126, de 27 de mayo), sobre el servicio público de estiba y desestiba de buques.
	Las operaciones de carga/descarga en el contexto de la explotación del buque.	ANEXO XI.	Calendario de desarrollo de la reforma portuaria.
	Tiempo invertido por los buques en puerto: consideraciones sobre la productividad y los costes.	ANEXO XII.	Paquete de documentos de la Administración sobre desarrollo del Real Decreto Ley 2/1986.
CAPITULO VIII.	ESTRUCTURA DEL COSTE DEL TRANSPORTE MARITIMO EN LINEA REGULAR.	ANEXO XII. a)	Proyecto de Estatutos de las Sociedades estatales.
	Estructura del coste del transporte marítimo.	ANEXO XII. b)	Pliego de cláusulas de explotación del servicio público de estiba y desestiba en los puertos de interés general.
	Peculiaridades que caracterizan al tráfico de línea regular. Su incidencia en la estructura de costes.	ANEXO XII. c)	Pliego de condiciones generales correspondientes a un acuerdo de puesta a disposición de trabajadores portuarios por parte de una Sociedad estatal respecto a una empresa estibadora.
CAPITULO IX.	LAS LINEAS REGULARES DE CABOTAJE NACIONALES. ESTRUCTURA DE COSTES.	ANEXO XII. d)	Propuesta de clasificación de operaciones portuarias a efectos de fijación de las tarifas.
	Las líneas regulares de cabotaje nacionales.	ANEXO XII. e)	Modelo de contrato de trabajo de carácter especial para los trabajadores portuarios.
	Estructura del coste de las líneas regulares de cabotaje.	ANEXO XII. f)	Esquema de actuación del INEM (Instituto Nacional de Empleo) en relación con el Real Decreto-Ley 2/1986.
CAPITULO X.	INCIDENCIA DE LOS COSTES DE MANIPULACION DE LA CARGA EN LAS LINEAS REGULARES DE CABOTAJE NACIONALES.	ANEXO XII. g)	Resumen de las obras de necesaria acometida en los inmuebles de la O.T.P.
	Los costes relacionados con la carga en el tráfico regular de cabotaje nacional.		
	Consideraciones sobre la influencia de la problemática laboral portuaria en los costes de manipulación de las mercancías.		
RESULTADOS			
RESUMEN, CONCLUSIONES, SUGERENCIAS.			
	Resumen.		
	Conclusiones.		
	Sugerencias.		
BIBLIOGRAFIA			
ANEXOS			
ANEXO I.	Problemática laboral de la manipulación de mercancías en los puertos españoles. Minis-		

- ANEXO XIII. Real Decreto 720/1984, de 28 de marzo ("B.O.E.", número 89, de 13 de abril), de ordenación del transporte marítimo regular.
- ANEXO XIV. Orden Ministerial, de 16 de mayo de 1985 ("B.O.E.", número 122, de 22 de mayo), desarrollando el Real Decreto 720/1984, de 28 de marzo.
- ANEXO XV. Paquete de documentos relativo al desarrollo de la reforma portuaria.
- ANEXO XV. a) Acuerdo tripartito para el desarrollo del Real Decreto-Ley 2/1986, de 23 de mayo.
- ANEXO XV. b) Situación de las plantillas de estibadores en los puertos y previsión de bajas por jubilaciones.
- ANEXO XV. c) Proyecto de pacto a suscribir entre la Asociación de Empresas Estibadoras y la Coordinadora.
- ANEXO XVI. Real Decreto 371/87, de 13 de marzo ("B.O.E.", número 64, de 16 de marzo), por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto-Ley 2/1986, de 23 de mayo, de estiba y desestiba.
- ANEXO XVII. Orden Ministerial, de 13 de mayo de 1987 ("B.O.E.", número 64, de 16 de marzo), por la que se aprueba el modelo oficial de contrato de trabajo para la relación laboral de carácter especial de los estibadores portuarios.
- ANEXO XVIII. Orden Ministerial, de 15 de abril de 1987 ("B.O.E.", número 95, de 21 de abril), por la que se fijan las bases para la gestión del servicio público de estiba y desestiba de buques en puertos de interés general.
- ANEXO XIX. Orden Ministerial, de 30 de julio de 1987 ("B.O.E.", número 182, de 31 de julio), autorizando al Ministerio de Economía y Hacienda la constitución de Sociedades estatales en los puertos de interés general.
- ANEXO XX. Orden Ministerial, de 30 de julio de 1987 ("B.O.E.", número 182, de 31 de julio), por la que se crea la Comisión Interministerial para la Coordinación del Desarrollo de la Reforma Portuaria.
- ANEXO XXI. Orden Ministerial, de 29 de julio de 1987 ("B.O.E.", número 184, de 3 de agosto), sobre integración en el Régimen General de la Seguridad Social de la Organización de Trabajos Portuarios.
- ANEXO XXII. Resolución de la Dirección General de Trabajo, de 17 de febrero de 1988 ("B.O.E.", número 55, de 4 de marzo), publicando el Acuerdo para la Regulación de las Relaciones Laborales en el Sector Portuario.

en su momento una respuesta amplia y actual a la normativa vigente a la convocatoria del concurso.

Amplia, porque trató de reunir en el mismo trabajo cuestiones importantes relacionadas con las dos asignaturas que integraban la cátedra. Actual, porque el tema portuario se encontraba en plena efervescencia en aquellos momentos. Se intentó, pues, conjugar una temática común a las disciplinas a impartir y una problemática que fuera de actualidad. Y nada mejor para ello que abordar el siempre espinoso asunto de los puertos, la actividad portuaria y su coste, la influencia que ejercen sobre el transporte marítimo, sobre el desarrollo de los medios de producción de la industria naviera —los buques—, sobre la economía marítima y, en definitiva, sobre el coste final de los productos.

Para ello se buscó un tema que pudiera ser tratado en una doble vertiente. Por un lado, que permitiera una exposición más o menos sistematizada que contribuyera a arrojar luz y facilitar la comprensión del problema laboral portuario, del que tanto y con tan poco conocimiento de causa se oye hablar con frecuencia. Por otro, que desde un punto de vista práctico y concreto pudiera poner de manifiesto la significación que las disfuncionalidades en las operaciones de carga/descarga tienen en la economía de la explotación del buque.

Se concretó así el tema de la problemática laboral portuaria en nuestro país, sus antecedentes, su situación en el momento histórico a que nos estamos refiriendo y las perspectivas que cabía vislumbrar a la luz de los acontecimientos que estábamos viviendo, así como el estudio de la incidencia de dicha problemática y, consecuentemente, de los costes de las operaciones de embarque y desembarque de la carga sobre el transporte marítimo de mercancías en régimen de cabotaje regular. Todo ello sobre la base de un doble objetivo: el análisis pormenorizado del problema y la valoración de su impacto concreto en el tráfico específico a que hemos aludido. Se trataba, en suma, de hacer un recorrido sobre el planteamiento general del problema portuario y, en particular, del relativo a las operaciones de manipulación de las mercancías que, al compás de la evolución histórica, permitiera de algún modo comprender la situación en esos momentos para, en su vertiente de aplicación práctica, estudiar la repercusión del problema sobre un tráfico concreto, probablemente el más cruelmente castigado por el problema, dadas sus peculiares características estructurales.

Dicho sea en honor a la verdad, lo cierto es que los hechos vividos a lo largo del período de gestación del trabajo desbordaron en cierto modo nuestras previsiones. El tema, que era pura actualidad, nos hizo modificar la estructura que habíamos pensado para el estudio y, de alguna forma, al ir redactándose éste "en tiempo real" —al hilo de los acontecimientos que se iban produciendo—, nos obligó a un replanteamiento general, de forma que lo que en principio iba a ser una especie de anexo más o menos amplio sobre la problemática laboral portuaria, se convirtió en una parte sustancial del trabajo, que además fue preciso ir ampliando día a día hasta el momento del concurso, quedando entonces todavía importantes incógnitas sin conocer. Fue preciso, por las mismas razones, incluir una serie de anexos recogiendo documentación importante para la mejor comprensión del problema, muchos de los cuales vieron la luz durante la etapa de elaboración del trabajo.

El hecho es que entendimos que, en todo caso, la rabiosa actualidad del problema, por un lado —en lo que concierne, fundamentalmente, a los aspectos laborales del trabajo portuario—, y el hecho, por otro, de que el mismo permitía profundizar en aspectos comunes a las disciplinas integrantes de las enseñanzas de la cátedra —al contemplar la problemática económica de la explotación de un tráfico concreto desde la perspectiva

PRESENTACION

El presente trabajo tiene su origen en el preparado en su día para el concurso para la provisión de una plaza de Catedrático de Universidad en el área de conocimiento de Construcciones Navales, adscrita al Departamento de Explotación del Buque, con un perfil orientado a la docencia e investigación relativas a las asignaturas de Tráfico Marítimo y Sistemas de Carga y Descarga en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales de la Universidad Politécnica de Madrid, y pretendió constituir

que proporciona a la misma la consideración de las operaciones de carga/descarga—, conferían al tema elegido una amplia capacidad para despertar el interés general, tanto desde el punto de vista económico, como desde el técnico, y aún del jurídico.

Por otra parte, el tema era original. Entre la relativamente amplia documentación consultada —aunque, no nos engañemos, estas materias no han sido tratadas con profusión en la literatura técnico-económica—, apenas hemos encontrado referencia al problema, y menos aún por lo que se refiere a nuestro país, en el que estos asuntos no han sido prácticamente tratados.

De ahí que, constituyendo la problemática portuaria y su vertiente de aplicación práctica al tráfico regular de cabotaje un tema de actualidad, apto para conjugar aspectos interdisciplinarios, capaz de suscitar el interés general y original en su planteamiento y desarrollo, nos pareciera adecuado elegirlo para aquella ocasión, en la confianza de que la estructura del trabajo, la exposición del problema, su tratamiento y las conclusiones que se obtienen respondería en la realidad a una necesidad largo tiempo sentida de clarificación de una situación problemática —casi nunca bien comprendida— y análisis de su influencia sobre los aspectos económicos de la explotación.

El trabajo se ha dividido en dos partes. La primera trata del estudio de las causas históricas que han conducido a la configuración de una problemática que en los últimos años ha alcanzado una gran virulencia, efectuándose un recorrido a través de los hechos más significativos que han tenido lugar desde la creación de la Organización de Trabajos Portuarios. En particular, se profundiza en los acontecimientos producidos desde 1978, fecha en que se produce una toma de conciencia generalizada del problema como consecuencia de la publicación, por el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (M.O.P.U.), de una especie de "Libro blanco" sobre los puertos españoles. Se analiza la reforma que intentó instrumentar —con un rotundo fracaso— el gobierno de U.C.D., contemplándose las causas del triunfo de la Coordinadora y las consecuencias que se derivaron del mismo.

La llegada al poder del Partido Socialista, a finales de 1982, significó una especie de hibernación aparente del problema: mientras el nuevo gobierno se hacía cargo de la situación, la Coordinadora tomaba posiciones y endurecía sus planteamientos negociadores en los puertos, si bien puede decirse que a nivel laboral existía normalidad en los trabajos portuarios —con todo lo que la palabra "normalidad" entraña en este confuso mundo de las operaciones de carga/descarga; el caso es que se trabajaba en los puertos y no se producían situaciones de conflictividad especialmente graves, paros, huelgas, etcétera—. Sin embargo, la nueva Administración no parecía dispuesta a permanecer insensible ante un problema por cuya solución clamaban no pocos sectores afectados, procediendo a elaborar, en consecuencia, y discutir con trabajadores portuarios y empresarios estibadores las líneas básicas de una reforma que estaba decidida a imponer. Se analizan, por tanto, los borradores de distintos documentos negociados —con desigual fortuna— entre las partes a lo largo de 1985 y 1986 hasta que, como consecuencia de una oleada de huelgas desatada fundamentalmente a lo largo del segundo trimestre de 1986, el Ejecutivo decide publicar a finales del mes de mayo un Real Decreto-Ley que pretende sentar las líneas maestras a seguir por la reforma, intentando dotar a la actividad portuaria de un marco jurídico apropiado. En el trabajo se analiza el contenido del Real Decreto-Ley, las reacciones que se produjeron a la entrada en vigor del mismo y los borradores que posteriormente el gobierno elaboró para instrumentar el desarrollo de la reforma, con las opiniones y reacciones que tales documentos suscitaban entre empresarios y trabajadores.

La actualización y puesta al día de la documentación alcanza al año 1987, y en la actual revisión se ha llegado a marzo de 1988, como habrá podido apreciarse en el índice correspondiente a los Anexos.

Hasta aquí, pues, el relato y el análisis de los acontecimientos vividos en relación con el problema hasta prácticamente los momentos actuales. Es evidente que los hechos varias veces nos desbordaron en el tiempo y nos obligaron a seguir más allá de lo que habían sido nuestros propósitos iniciales: es el tributo que toca pagar siempre que se afronta un tema tan vivo y actual. Razones evidentes de tiempo nos obligaron a dejar las cosas ahí, cerrando esta primera parte con unos comentarios acerca del futuro de la actividad portuaria en nuestro país. Pero la reforma no ha terminado: casi no ha hecho más que comenzar. No se han de descartar posibles reproducciones de luchas y tensiones de difícil predicción en cuanto a sus posibles consecuencias y plazo de duración. El verdadero desarrollo del Real Decreto-Ley, vía aplicación práctica, está aún por ver a pleno rendimiento y con funcionamiento normalizado en todas las instituciones. Los documentos a que hemos aludido, unos más consistentes que otros, algunos ciertamente muy pobres, analizados y debatidos por los principales interesados en el tema —Administración, empresas estibadoras, trabajadores portuarios—, condujeron a la normativa que a lo largo de los dos últimos años se ha ido publicando en el "Boletín Oficial del Estado". No habiéndose terminado todavía con la tan laboriosa reforma portuaria, forzosamente el tema queda incompleto, somos conscientes de ello, y pese a la extensión del trabajo, seguramente se requeriría uno nuevo para cerrar el asunto analizándolo a la luz de la documentación final, de la verdadera puesta en marcha del proceso de reforma y —¡ojalá!— de la real normalización —ahora sin entrecomillado— de las actividades de operaciones portuarias en nuestro país. Todo ello, por supuesto, con una mayor perspectiva en el tiempo y sin que el necesario apresuramiento en los análisis y comentarios de hechos que han sido relatados "en tiempo real", como decíamos más arriba, entrañe el riesgo de distorsionar los acontecimientos o estudiarlos sin un conocimiento global del entorno que pueda traducirse en sesgos más o menos importantes en aspectos concretos del problema. En todo caso, entendemos que esta primera parte era necesaria para centrar el problema a nivel general y comprender mejor las causas remotas que lo generaron y las próximas que han llevado a la navegación de cabotaje en línea regular a su práctica desaparición, reducida hoy en día a aquellos tráficos cautivos en los que prácticamente no existe modo de transporte alternativo.

La segunda parte trata de poner de manifiesto la problemática concreta que sufren las líneas regulares y, concretamente, las de cabotaje en nuestro país como consecuencia de la situación portuaria. Para ello se parte de una introducción relativa a los puertos, detallando las operaciones que se desarrollan en los mismos y destacando su importancia como infraestructura del transporte marítimo, que sigue al tráfico en su evolución a la vez que lo configura y conforma. A continuación se entra en el problema concreto de las operaciones de manipulación de las mercancías en el tráfico marítimo, destacándose la importancia de éstas cualquiera que sea la modalidad de explotación del buque, poniéndose, asimismo, de relieve el hecho de su doble incidencia sobre la economía naviera, a través tanto del tiempo invertido en operaciones portuarias como del coste directo de éstas. En todo este proceso se destaca la poca atención que tradicionalmente mereció tan importante asunto en la consideración de ingenieros y proyectistas, y la sorpresa indudable que para algunos supone constatar que en muchos casos el factor puerto tiene tanta o más incidencia que el factor navegación en la composición del coste del transporte marítimo. Al hilo de estos hechos se comprueba la, asimismo, importante incidencia del factor puerto sobre el coste de los productos. Y a lo

largo de un breve recorrido por las distintas fases que integran la operación portuaria se identifican los puntos en que habitualmente son detectadas las mayores disfuncionalidades operativas, lo que permite comprender y aceptar —no justificar— las cifras que frecuentemente se manejan sobre el tiempo empleado en puerto por los buques y su aprovechamiento real en orden a la efectiva realización de labores de carga/descarga, recogiendo, asimismo, valiosas opiniones sobre las mejoras potenciales en la explotación económica de los buques que cabría esperar de un más eficiente aprovechamiento de los medios disponibles, con la consiguiente reducción del tiempo de estancia en puerto.

A continuación se analiza la estructura del coste del transporte marítimo, y en particular la correspondiente a los buques de línea regular, destacándose las peculiaridades del tráfico de línea que mayor influencia tienen sobre la estructura del coste de explotación. En este sentido, se destaca la importancia de los costes de puerto y operaciones de carga/descarga en el escándalo correspondiente a las líneas regulares de navegación.

Finalmente, entrando de lleno en la problemática concreta de las líneas regulares de cabotaje nacionales, se sitúan éstas en el contexto del cabotaje general, identificando el tonelaje movido por zonas de origen y destino, grupos de mercancías, etcétera, separando los distintos tráficos existentes, sectores, puertos, líneas, tipos de buque, modalidades de transporte, etcétera, resumiéndose brevemente las características estructurales de cada tráfico. De este modo se está ya en condiciones de abordar el problema del estudio de la estructura de costes del tráfico regular de cabotaje, lo que se hace sobre la base de los sectores balear y canario, que en conjunto tienen un peso muy importante sobre la totalidad del tráfico, por lo que los resultados se consideran significativos. Basados, pues, en estos tráficos, y apoyados en los datos al respecto publicados por el Instituto de Estudios de Transportes y Comunicaciones, se establece una metodología de cálculo que, actualizando y corrigiendo los valores publicados, y agrupando según pesos porcentuales los datos correspondientes a los distintos tipos de buque y subsectores, se dirige a la obtención de una estructura de costes global —o media— para cada tráfico, que se entiende significativa a nuestros efectos. Ahí puede verse la extraordinaria importancia de los costes de carga/descarga, verdadero "cuello de botella" del transporte marítimo de cabotaje en línea regular.

Para que no quepa ninguna duda y a modo de comprobación, se analizan algunos casos concretos de operaciones portuarias que podríamos llamar normales en distintos puertos con los buques-tipo utilizados en los cálculos, pudiendo apreciarse la magnitud de las cifras resultantes y su grado de acuerdo con los estudios realizados. También se efectúa la comparación con algunas de las tarifas existentes en las terminales de manipulación de contenedores de distintos puertos.

A la vista de los datos, se analiza con detenimiento las influencias que en los costes tiene la mano de obra portuaria, destacando los factores más importantes componentes de dichos costes, consecuencia de la peculiar estructura laboral del sector, analizada en la primera parte.

Por último, se exponen los resultados obtenidos a través del resumen y conclusiones del trabajo, matizando el alcance del estudio realizado y sugiriendo ulteriores investigaciones sobre el tema.

RESUMEN, CONCLUSIONES, SUGERENCIAS

RESUMEN

* La problemática expuesta a lo largo de los capítulos anteriores ha ido poniendo de manifiesto la íntima rela-

ción entre los aspectos laborales de la actividad portuaria y los relativos a la explotación del buque, en general, con particular énfasis en la incidencia que aquellos tienen sobre la estructura de costes del transporte marítimo. Ello se ha efectuado a través de un largo recorrido que nos ha permitido analizar las causas de una situación ciertamente caótica en el sector estibador, a la que se está tratando de poner remedio en estos momentos. También han quedado al descubierto sus efectos sobre la economía naviera en su conjunto, de una parte, y sobre el coste de los productos, de otra, a través, bien de las relaciones comerciales con el exterior, bien de los mecanismos de distribución de orden interno de nuestro sistema económico. En particular se ha analizado con especial interés la incidencia que en términos de coste tienen las operaciones portuarias sobre la explotación de los buques, sobre el tiempo de permanencia en puerto de los mismos y sobre el importe total del servicio de transporte por vía marítima, concentrándonos primero en la problemática de las líneas regulares y posteriormente analizando con detenimiento los tráficos regulares de cabotaje en nuestro país.

En todo este proceso se ha procurado mantener vivo permanentemente el doble objetivo de nuestro trabajo: analizar la incidencia de la problemática portuaria en el tráfico marítimo y valorar su impacto concreto sobre las líneas regulares de cabotaje nacionales. De ahí que consideremos oportuno una recapitulación esquemática de los hechos más importantes con los que nos hemos encontrado a lo largo de nuestro recorrido, al objeto de no perder de vista el carácter global del estudio y facilitar la posterior extracción de las oportunas conclusiones.

Estos hechos más destacados a los que nos hemos referido pueden concretarse —por lo que respecta a la problemática laboral portuaria— en los siguientes:

— Importantes contradicciones en la propia naturaleza, estructura y competencias de la Organización de Trabajos Portuarios (O.T.P.), contradicciones que se han manifestado a través de múltiples aspectos de la relación laboral portuaria:

- Intromisión de la Administración laboral a través de sucesivas Reglamentaciones y Ordenanzas de Trabajo de Estibadores Portuarios.
- Confusión sobre la existencia o no de vínculo jurídico-laboral entre la O.T.P. y los trabajadores portuarios, con sentencias muy curiosas a este respecto, tanto del Tribunal Supremo como del Tribunal Central de Trabajo.
- Limitaciones en cuanto al alcance de la capacidad de organización del trabajo portuario, atribuido lógicamente a las empresas estibadoras, pero reducido en la práctica a la mínima expresión como consecuencia de no concederse a éstas facultades disciplinarias al respecto, y recaer las mismas sobre la propia O.T.P.
- Asignación de un insólito protagonismo de carácter decisorio a las autoridades locales de los puertos —Comandante Militar de Marina, Ingeniero Director del Puerto, Delegado de Trabajo—, lo que contribuyó en ocasiones a eternizar los conflictos, mientras otras veces hizo prosperar la práctica de soluciones "salomónicas".

Todo ello configura una situación enormemente compleja en la que los intereses de las partes chocan con un entramado de normas legales y jurisprudencia incoherente y contradictorio, todo ello en el seno de un permanente conflicto de jurisdicciones entre los muchos organismos e instituciones relacionados con la actividad portuaria.

— A lo largo de la década de los años setenta queda bien de manifiesto la absurda situación a la que se ha

llegado en la actividad portuaria, consecuencia tanto de la incomprensible actitud de la Administración, que ha dado a luz un verdadero "monstruo" a través de las sucesivas normas legislativas dictadas, como de los trabajadores, que encuadrados en la O.T.P. van tomando posiciones de fuerza tanto a nivel económico como a nivel de poder en los distintos puertos. No son ajenos a esta situación creada los empresarios, que prestos a aprovechar el "río revuelto" hacen proliferar un enjambre de empresas estibadoras de prácticamente nulos capital y riesgo, en abierta contradicción con lo que siempre ha sido su función en el mundo económico.

— El llamado "Libro blanco" del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (M.O.P.U.) reconoce abiertamente esta situación en 1978, lo que contribuye, no poco, a un inicio de toma de conciencia del problema a todos los niveles. A partir de este momento van tomando postura las partes interesadas en la actividad postuaria. Y puede decirse que de alguna manera esos momentos constituyen el punto de partida de la situación actual.

— Fracaso rotundo, sin paliativos, del intento de reforma propiciado por el gobierno de U.C.D. en 1980, a través de una cadena de sucesos que tuvieron por denominador común la falta de decisión por parte de la Administración, que fue haciendo dejación de sus responsabilidades, a la par que puso de manifiesto una absoluta descoordinación entre los distintos Ministerios responsables de la puesta en práctica de la pretendida reforma. Y ello a pesar del planteamiento de la misma, que puede calificarse de bueno en su conjunto, aunque se quedó en definitiva en un plano estrictamente teórico.

— Tras la decepción producida por el fracaso centrista al afrontar el problema de los puertos, el poder en éstos queda de hecho en manos de la Coordinadora, que impone sus "criterios" a través de sucesivas negociaciones de convenios colectivos, que asume la otra parte, convencida de la imposibilidad de oponerse con alguna posibilidad de éxito a un colectivo organizado que se sabe fuerte y está dispuesto a no ceder en su privilegiada posición.

— Entretanto, ha caído el gobierno de U.C.D. y se ha producido la llegada al poder del Partido Socialista Obrero Español. Este parece decidido a intentar la reforma que no consiguieron sacar adelante sus predecesores e inicia estudios al respecto, estableciendo contactos con empresarios y trabajadores. Pero sabedor de la fuerza que le confiere su mayoría hegemónica en el Parlamento, el P.S.O.E. no tiene demasiada prisa en afrontar el problema portuario y dedica sus esfuerzos a la reconversión de otros sectores —siderúrgico, naval, etcétera—, al objeto de no producir en su imagen pública un desgaste generalizado. De este modo, mientras se discuten duros borradores de la reforma, que por supuesto no resultan del agrado de la Coordinadora, ésta va endureciendo sus posturas y la situación acaba degenerando en una sucesión de conflictos en cadena que desembocan en una serie de huelgas a lo largo del primer semestre de 1986.

— Pese a lo delicado del momento, con elecciones generales convocadas y el Parlamento disuelto, el gobierno se ve obligado a adelantar los acontecimientos y publicar un Real Decreto-Ley planteando las líneas básicas de la reforma. Este hecho se produce a finales del mes de mayo, y antes de terminar el período estival ya se conocen las primeras versiones, a nivel de borrador, de los distintos documentos preparados para instrumentar la reforma, borradores que se debaten en el seno de comisiones integradas por las tres partes afectadas: Administración, empresarios estibadores y trabajadores portuarios (Coordinadora). Como casi siempre, la representación del sector naviero o es muy escasa y esporádica o brilla por su ausencia.

— Como consecuencia de la tensa situación existente, y al abrigo del permanente desacuerdo de la Coordinadora con todo aquello que no converja con sus propósitos sencillamente inmovilistas, se producen nuevas huelgas, esta vez selectivas, primero intermitentes, más tarde de carácter indefinido, que hacen sumamente preocupante la situación en el momento de redactar estas líneas.

Por otra parte, y en lo que se refiere concretamente a la vertiente específica del tráfico marítimo, pueden señalarse como aspectos descolantes del problema los siguientes:

— Importancia de los puertos como infraestructura del transporte marítimo, base de múltiples operaciones relacionadas con el mismo y, en particular, de las operaciones de carga/descarga de los buques, operaciones que preceden o siguen a la fase marítima propiamente dicha del transporte y que constituyen la actividad que en definitiva hacen prolongada y costosa la permanencia de los buques en puerto.

— Necesidad de adaptación permanente de los puertos al tráfico al que sirven, en función de distintos factores, de entre los que cabe destacar, por su especial significación, los siguientes:

- La amplia difusión de nuevas tecnologías en el transporte marítimo, particularmente en el campo de la carga general, con generalización de los buques tipo portacontenedor y "roll-on/roll-off", lo que ha determinado el desarrollo de terminales ampliamente dotadas al efecto.
- El empleo creciente de sistemas especiales de transporte, que exigen buques, asimismo, especializados, lo que conlleva la necesidad de muelles y servicios no convencionales.
- La generalización de una corriente de demanda de reducción de estancia en puerto de los buques, demanda que ha tropezado no sólo con la problemática laboral ampliamente extendida en los puertos, sino con dificultades de orden técnico motivadas tanto por la falta de adecuación de los buques como de las instalaciones portuarias.

— Sorprendente convivencia, hasta hace muy pocos años, de sistemas ciertamente avanzados de diseño y producción con métodos anticuados de manipulación, almacenamiento y transporte. Falta de integración del transporte marítimo en concreto en la problemática global de la cadena de producción/distribución de los productos. Como consecuencia de ello, inadecuación de buques y puertos a las necesidades operativas de manipulación de las mercancías y consiguiente divorcio entre las fases terrestre y marítima del transporte marítimo.

— Tiempo de estancia y puerto muy elevados en casi todos los tipos de buques, especialmente los dedicados al transporte de carga general. Pese a la evolución tecnológica que supone la aparición de los modernos sistemas de transporte, tanto en los buques sofisticados dedicados al transporte de mercancías "unitizadas" como en los destinados al transporte de graneles, el porcentaje del tiempo de explotación invertido en permanencias en puerto como consecuencia de la realización de operaciones de carga/descarga sigue siendo muy alto: puede afirmarse con bastante generalidad que los buques de carga seca pasan entre un 25 y un 50 por ciento de su tiempo en puerto.

— Desde el punto de vista económico, la incidencia de la problemática portuaria en los costes totales del transporte marítimo es muy grande: tanto en los tráficos de navegación libre o "tramp", como en los de línea regular, con ser tan diferentes, el tiempo de permanencia en puerto y los costes de las operaciones de carga/descarga configuran una situación que en definitiva viene

a ser parecida en cuanto a su repercusión en el coste de los productos. De hecho, puede afirmarse que en uno y otro caso alrededor de un 50 por ciento del coste total del transporte marítimo —incluidas operaciones portuarias— se produce durante la estancia del buque en puerto.

— En particular, la cifra anterior puede ser superada en los tráficos de línea regular, en los que no es raro que la incidencia de los costes directos de puerto —operaciones de carga/descarga más gastos de escala— se sitúe en una cifra del orden del 35 por ciento —y aún superior— de los costes totales del transporte marítimo.

— Esta situación es consecuencia tanto de los elevados costes que se derivan de la compleja estructura laboral portuaria —que no es privativa de nuestro país—, como de la escasa productividad que caracteriza a los trabajos de carga/descarga de buques, en los que puede perderse hasta un 20 por ciento de las horas teóricas de trabajo por muy diversas causas, no necesariamente imputables a falta de rendimiento de los trabajadores. El problema resulta particularmente grave en los buques de carga general convencional, en los que frecuentemente más de la mitad del tiempo en puerto resulta inhábil a efectos de operaciones portuarias, por inactividad del propio puerto.

— Las líneas regulares de navegación, al soportar a su cargo los costes de manipulación de las mercancías, sufren sobre su estructura de costes la máxima incidencia de los factores puerto y operaciones de carga/descarga. No obstante, a lo largo de los últimos años parece haberse experimentado una cierta reducción en el valor porcentual de dichos costes, consecuencia lógica de la evolución tecnológica de los buques y de las mejoras operativas de los medios terrestres.

— Las líneas regulares de cabotaje nacionales han quedado prácticamente reducidas a aquellas relaciones en las que no existen modos de transporte alternativos. Probablemente la causa principal de ello estriba precisamente en la problemática portuaria. Hoy día tan sólo existen los tráficos Península/Baleares —con el sector interinsular correspondiente—, Península/Canarias, Interinsulares canarios, Algeciras/Ceuta y Málaga-Almería/Melilla. De ellos, los dos primeros tienen tal peso en tonelaje manipulado, fletes producidos, medios utilizados, etcétera, que se constituyen en muestra significativa a efectos del estudio del conjunto de las líneas regulares de cabotaje.

— Pese a la práctica desaparición del tráfico regular interpeninsular, las líneas regulares de cabotaje representan en conjunto un volumen importante del tonelaje transportado en régimen de cabotaje: alrededor de un 12 por ciento del total y sobre un 35 por ciento del tonelaje de carga seca.

— En consecuencia, también es importante la flota dedicada al tráfico de cabotaje regular: alrededor de setenta buques, entre los que se encuentran prácticamente todos los tipos utilizados para el transporte de carga general: cerca de la mitad son portacontenedores, casi una tercera parte entre "ferries" y "ro/ro's", en proporciones parecidas, y el resto todavía se sirve de buques convencionales, algunos de ellos más o menos sofisticados —con aptitud para el transporte de mercancías "unitizadas", contenedores, etcétera—.

Los hechos resumidos hasta aquí, y que vienen a constituir una especie de síntesis de los aspectos fundamentales que conforman el problema de la incidencia de los costes de las operaciones de manipulación de las mercancías en las líneas regulares de cabotaje en nuestro país, permiten deducir diversas conclusiones al respecto, a la par que suscitan algunas sugerencias de cara a

una investigación posterior del problema. A unas y otras vamos a dedicar nuestra atención en lo que sigue.

CONCLUSIONES

1. La estructura de las relaciones laborales a nivel portuario en España ha conducido a una situación ciertamente insostenible desde el punto de vista productivo. La composición de las "manos" de trabajadores portuarios para la realización de las operaciones de carga y estiba en buques de tecnología avanzada, como los portacontenedores y "roll-on/roll-off", no sólo resulta desmesurada en comparación con los usos y costumbres de otras latitudes, sino que se asemeja bastante a la que correspondería a buques de tipo convencional, en los que la manipulación de la carga general suelta se efectúa bulto a bulto o agrupada en pequeñas unidades sin posibilidad práctica de mecanización de las operaciones de embarque o desembarque.

En contraste con esta abundancia de medios humanos en las actividades portuarias, la productividad de las operaciones es baja y adicionalmente está sometida con frecuencia a "marchas lentas", "huelgas de celo", "paralizaciones parciales", etcétera.

2. Por otra parte, en muchas ocasiones la infraestructura que sirve de base a la realización de las operaciones de carga/descarga de los buques deja bastante que desear, tanto por lo que se refiere a los medios de abordaje como por lo que concierne a las instalaciones y servicios portuarios. En particular, grúas, maquinaria elevadora, tractoras, rampas, etcétera, suponen en ocasiones limitaciones muy importantes para el desarrollo de operaciones rápidas y eficientes. Finalmente, las explanadas, los muelles, los medios de acceso, etcétera, constituyen, asimismo, con cierta frecuencia, "cuellos de botella" con los que es preciso luchar para el logro de un mínimo razonable de rendimiento operativo. Por si todo ello fuera poco, la simple mecánica a nivel administrativo portuario no resulta precisamente ejemplar para la obtención de un rápido despacho de los buques y mercancías.

3. La menguada productividad de las operaciones de carga/descarga, consecuencia tanto de la complicada problemática laboral como de la inadecuación de la infraestructura portuaria a las necesidades operativas, conduce a la obtención de unos costes elevados de la actividad estibadora a través de un triple mecanismo:

- Por la elevada permanencia en puerto de los buques, vía invisible que incide en el coste a través de la repercusión de los costes fijos del buque al tiempo empleado en operaciones de embarque y desembarque de mercancías
- Por la intervención de una mano de obra excesiva en las operaciones de carga/descarga, consecuencia de la composición obrera de las "manos" exigida para realizar las labores de estiba, lo que se traduce en un coste muy alto de personal portuario.
- Por la necesidad de utilización del material auxiliar en las labores portuarias durante un tiempo excesivo, consecuencia de la escasa celeridad con que se llevan a efecto las operaciones de carga/descarga, dando lugar a un coste muy elevado de material, bien sea propio o alquilado.

4. Los tiempos en puerto de los buques dedicados al transporte de mercancías en tráfico de cabotaje en línea regular son muy altos. En el tráfico Península/Canarias oscilan entre un 25 y un 57 por ciento y en el sector Península/Baleares entre un 38 y un 46 por ciento, todos ellos referidos a los días útiles de explotación anuales.

5. Los costes de la mano de obra portuaria son, sin lugar a dudas, los más elevados de cuantos se producen en sector económico alguno de nuestro país. En concreto, un trabajador portuario viene saliendo en la actualidad por término medio en una cifra del orden de las 9.000 pesetas por jornada trabajada (salario líquido "en mano"), resultando un coste empresarial aproximado de unas 19.000 pesetas por jornada (cifras referidas a 1986).

Adicionalmente, los trabajadores portuarios perciben otras cantidades del subsidio de desempleo y en concepto de incapacidad laboral transitoria, amén de las llamadas "sopas" o cantidades extraoficiales que frecuentemente les sirven de "incentivo" para evitar un día más de paralización en puerto de un buque, terminar una operación de embarque en fecha determinada, etcétera. En concreto, en el año 1980 los estibadores percibieron, por término medio, más de sesenta días de subsidio de desempleo y más de cuarenta días de indemnización por incapacidad laboral transitoria, todo ello adicionalmente a las cerca de ciento noventa jornadas laborales desarrolladas. La situación en los momentos actuales, si bien no puede cuantificarse con exactitud, ciertamente no ha variado en lo sustancial, pudiendo afirmarse sin temor a errar que los trabajadores portuarios disfrutan de un régimen de privilegio en comparación con cualquier otro estamento laboral de nuestro país.

6. Los costes relacionados con la carga en las líneas regulares de cabotaje nacionales vienen a suponer un monto global del orden de las 35.000 pesetas por contenedor de veinte pies transportado en buque portacontenedor y una cifra comprendida entre las 2.000 y las 3.000 pesetas por metro lineal transportado en buque "roll-on/roll-off", equivalente por contenedor a una cantidad entre la mitad y la tercera parte de la correspondiente al buque portacontenedor (cifras referidas a 1986).

Estos costes representan un porcentaje muy considerable del coste total del transporte marítimo en régimen de cabotaje regular. En concreto, en las líneas Península/Canarias la incidencia de los costes directos relacionados con la carga puede estimarse en una cifra del orden del 36 por ciento del coste total, porcentaje que en las líneas Península/Baleares supera el 50 por ciento, con diferencias muy acusadas en este caso entre las modalidades de contenedor y carga rodada, pudiendo alcanzar en el transporte de contenedores una proporción del orden de los dos tercios del coste total.

7. Se ha prescindido en las cifras anteriores de la parte proporcional de los costes fijos producidos durante la estancia de los buques en puerto, lo que a la vista de los tiempos en puerto que se producen en el tráfico regular de cabotaje permite afirmar, sin ningún tipo de dudas, que los costes que se producen durante la estancia en puerto de los buques, incluida la correspondiente parte proporcional de los costes fijos, son del orden del 52 por ciento en las líneas Península/Canarias y del 68 por ciento en las líneas Península/Baleares. En conjunto, una proporción de costes totales producidos en puerto que puede cifrarse en un porcentaje aproximado del 57 por ciento.

8. Volviendo sobre los costes relacionados con la carga, de los que un 90 por ciento, aproximadamente, corresponden a costes directos de carga/descarga, la proporción entre el montante global de éstos y los costes totales del transporte marítimo permite afirmar que la cifra global de costes directos correspondientes a las operaciones portuarias en el tráfico regular de cabotaje puede estimarse en la actualidad en una cantidad del orden de los 10.000 millones de pesetas anuales (cifras referidas a 1986).

9. El problema no es exclusivo de las líneas regulares de cabotaje, por supuesto, sino que acosa a la economía

naviera toda, aunque desde el punto de vista de la explotación del buque es lógico que los resultados más espectaculares se produzcan en los tráficos regulares y más concretamente en aquellos en que las distancias recorridas sean menores, como son los de cabotaje. En todo caso, el impacto económico de los costes de carga/descarga se transmiten a los productos encareciendo éstos considerablemente.

En este sentido, son de destacar los efectos sobre nuestras exportaciones, que se ven influenciadas en un porcentaje del orden del 3,25 al 4,25 por ciento de su valor F.O.B. como consecuencia de los costes portuarios.

De otra parte, el fuerte impacto de los costes de carga/descarga de las mercancías en los puertos españoles y el tiempo que es preciso invertir en las correspondientes operaciones puede frenar el proceso de desarrollo de los transbordos internacionales, de verdadera importancia económica en algunas zonas de nuestra geografía, dado su efecto multiplicador. En particular, puede recordarse los problemas ya sufridos por el puerto de Algeciras —base de la Sea Land— y las esperanzas puestas por el gobierno autónomo canario en convertir a las islas en plataforma de transbordos del llamado tráfico "Sur/Sur".

10. A la vista de cuanto se ha expuesto, resulta prioritario que se produzca una toma de conciencia profunda y generalizada del problema. Y que se asuman, por cuantos están involucrados en el tráfico marítimo, y muy especialmente en su conexión terrestre vía puerto, las correspondientes responsabilidades:

- Por parte de la Administración es necesaria una acción decidida para terminar con la incoherencia legislativa y las contradicciones internas del sistema laboral portuario y para exigir a los empresarios del sector que se constituyan en verdaderos empresarios, no simples intermediarios sin medios humanos ni materiales, incapaces de asumir un riesgo.
- Por parte de los trabajadores, y en concreto de la Coordinadora que los agrupa, es preciso se asuma un hecho tan simple como difícil de "digerir": los viejos tiempos pasaron ya, y las circunstancias que propiciaron una situación como la actual forman ya parte de nuestra historia. Sin prescindir de cuanto de legítimo puedan tener sus aspiraciones y reivindicaciones, los trabajadores deben renunciar a una situación de privilegio sin precedentes en nuestro ordenamiento jurídico-económico-laboral.
- Por parte de los empresarios estibadores, cuya actitud no ha sido precisamente modélica hasta el presente, es necesario se acepte, asimismo, la precisión de un cambio de actitud al compás de los nuevos tiempos que les ha tocado vivir. Deberán, pues, proveer de medios financieros a las empresas e invertir en inmovilizado, a la par que dotarse de las necesarias estructuras de personal para asumir, de una vez por todas, la organización y gestión de la actividad estibadora.
- En particular, es de subrayar la necesidad de que armadores y navieros, que sufren aunque a algunos no les duela la existencia del problema, tomen conciencia del mismo, incluidos aquellos a los que aparentemente no les afecta —que son todos los que no se dedican a las líneas regulares— y están acostumbrados a responder, en gran medida, con un planteamiento de ceguera voluntaria y relegando al olvido un problema vital para el conjunto de la Marina Mercante.

11. Concretamente, la primera medida que debería intentarse a nivel de ciertos puertos es el trabajo continuado en turnos ininterrumpidos, de forma que la cadena laboral, que no se detiene a bordo —con trabajo día y

noche, laborales, sábados, domingos y festivos—, no se quiebre en tierra, donde las limitaciones deberían ser menores al poder combatirse con más medios. Ello no es ciertamente fácil, pues requiere la labor coordinada de los distintos medios que intervienen en la actividad portuaria, pero puede intentarse al menos como experiencia piloto en determinados puertos o en ciertos tráficos específicos en los que la incidencia del factor tiempo en el coste de las operaciones de transferencia es alto.

12. Es de todo punto necesario apoyar las medidas de reconversión del sector portuario propiciadas por la Administración, que a diferencia de lo ocurrido con otros sectores sí persiguen una verdadera reconversión, por más que pueda discreparse de su planteamiento en determinados puntos y queden otros sin resolver, como el de los privilegios del colectivo laboral estibador. Pero en su conjunto puede suponer una base de partida válida para la ordenación de los trabajos de carga/descarga en nuestros puertos.

En este sentido, es preciso impedir a toda costa que egoísmos de clase —trabajadora o empresarial— o posturas de comodidad a nivel de la Administración dejen las cosas más o menos como están, impidiendo una vez más que el conjunto económico producción/distribución pueda beneficiarse del desarrollo tecnológico que ha supuesto la introducción a lo largo de los últimos veinticinco años de los modernos sistemas de transporte y del propio cambio de forma de la mercancía, que el desarrollo de los mismos ha propiciado.

Todo lo que no sea proceder en esta línea constituirá una nueva maniobra suicida.

SUGERENCIAS

Resulta evidente que el estudio del problema ha quedado incompleto. El largo proceso iniciado con la publicación del Real Decreto-Ley 2/1986 se encuentra aproximadamente a la mitad de su camino —al menos, a nivel teórico—, por lo que tan sólo ha sido posible recoger en el trabajo algunos aspectos de su previsible desarrollo. Pero es obvio que el problema es de tal trascendencia que, al término de la implantación de la reforma, y cuando haya transcurrido un cierto tiempo que permita asegurar al menos la consolidación de su puesta en marcha, sería conveniente una recapitulación de los hechos hasta ese momento y un análisis detenido de la nueva situación. Será el momento de juzgar si los resultados obtenidos han correspondido a las necesidades existentes en el sector y a las esperanzas que despertó en muchos el proceso de reforma.

De otra parte, el tratamiento del cabotaje regular, que en su conjunto entendemos perfectamente válido en el marco de los propósitos del presente trabajo, ha puesto de manifiesto algunas diferencias sensibles entre sectores integrantes del mismo. Ello hace deseable una profundización mayor, de forma que el estudio, en lugar de realizarse en forma global en algunas líneas y a través de buques-tipo representativos de las unidades que atienden el tráfico, se instrumente sobre la base de

buques concretos —reales— y puertos específicos. Somos plenamente conscientes de las dificultades de todo orden que entraña tal objetivo por la falta de medios e información al respecto, pero no cabe duda de que en determinados casos la investigación directa sería muy deseable. Para ello sería necesaria, por supuesto, la colaboración de los navieros que dedican su actividad al servicio de las líneas regulares de cabotaje, lo que no será fácil de conseguir, al menos al nivel de desagregación de datos que convendría manejar para el desarrollo del trabajo.

No hay que perder de vista, en todo caso, que pese a la abundancia de cifras manejadas y a lo largo y a lo ancho del presente estudio, e incluso al carácter marcadamente cuantitativo de algunas de sus conclusiones, éstas deben contemplarse más bien desde un ángulo cualitativo: creemos interesa más el valor conceptual de las mismas que la información numérica que aportan, con ser ésta muy importante en ocasiones.

El cambio estructural que ha de suponer la reforma a todos los niveles no habrá de sentirse a corto plazo en la estructura de costes del transporte marítimo, y aún cuando se trate de una operación coronada por el éxito —y ojalá sea así—, una buena parte de los posibles beneficios más o menos inmediatos no van a poder ser repercutidos sobre los usuarios de los servicios portuarios, habida cuenta de que la actividad, no lo olvidemos, deberá absorber un coste que hasta el presente quedaba difuminado y que, desde luego, no era cubierto, al menos en forma directa, vía tarifas: el del subsidio de desempleo. Dada su enorme magnitud —en torno a un tercio del número de jornadas realmente trabajadas—, la futura evolución de la imputación de este coste por uno u otro cauce constituye, indudablemente, uno de los aspectos que requerirán mayor atención. Igual puede decirse de la problemática de la aparentemente incontrolada incapacidad laboral transitoria, anormalmente alta en la actividad portuaria —se pierden, por este concepto, por encima del veinte por ciento de las jornadas laborales realmente trabajadas—.

No cabe duda de que sería del máximo interés un estudio pormenorizado de economía comparada de las necesidades de personal portuario para la formación de las "collas" en los países de nuestro entorno político, económico y comercial, estudio que habría de incidir, por otro lado, en los medios de infraestructura que hacen posible la utilización de "mano" mucho más reducidas que las de nuestros puertos. Y profundizar en los estudios de rendimientos, tan faltos de apoyatura técnica en nuestro ordenamiento portuario como sobrados de concesiones de carácter paternalista o de logros de tipo reivindicativo.

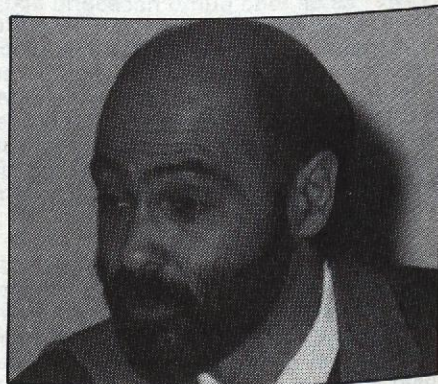
Con independencia, pues, del cierre que en su caso tenga el proceso de reforma actualmente en curso, quedan abiertos campos de investigación para profundizar en el estudio de un tema que en absoluto termina ahí, y que en todo caso seguirá siendo apasionante fuente de conocimientos y experiencia para el estudio del tráfico marítimo.

XXVII SESIONES TÉCNICAS DE INGENIERIA NAVAL

Vigo, 26 y 27 de noviembre de 1987

Granja semi-rígida para aguas abiertas

Arturo Muiña Domínguez
Manuel Moreu Munáiz
J. Antonio Aláez Zazurca



RESUMEN

El cultivo marino de peces es una actividad reciente que está teniendo actualmente un gran desarrollo.

En una primera etapa, las granjas han sido instaladas en aguas protegidas, pero los desarrollos posteriores se realizan en aguas cada vez más abiertas, debido a problemas de escasez de permisos, polución, temperatura adecuada, etcétera.

Esta tendencia obliga a desarrollar nuevas instalaciones (estructura flotante, red y sistema de fondeo), que sean capaces de soportar condiciones ambientales más severas.

Los diseños actuales de granjas flotantes para aguas abiertas están basados en dos conceptos diferentes: una instalación semi-rígida, deformable a la acción de las fuerzas ambientales, con lo que se reducen las fuerzas sobre los elementos, o bien una instalación rígida, de gran desplazamiento, diseñada en base a la experiencia adquirida en la industria "offshore".

En este trabajo se realiza el análisis de una granja semi-rígida, desarrollándose varios programas de ordenador para realizar el análisis dinámico, y utilizando otros previamente desarrollados, incidiendo particularmente en la solución del sistema de fondeo.

Se propone, además, una alternativa sumergible, que puede presentar un paso adelante en el diseño de granjas flotantes, al poder reducir considerablemente las fuerzas ambientales sobre la instalación, hundiénola en caso de tormenta.

INDICE

1. INTRODUCCION.
2. ESTADO DEL ARTE.
3. GRANJAS RIGIDAS VS. GRANJAS SEMI-RIGIDAS.
 - 3.1. Características distintivas.
 - 3.2. Conclusiones.

ABSTRACT

The fish farming is a industry not new, but having actually a huge development. In a primary stage the fish farms are installed in protected waters, but to find adequate zones, free of pollution, with idoneus temperatures, without permit restrictions is not always easy, and so, the farms must be installed every time in more open waters. Obviously, the floating structure, net and mooring system must be capable of supporting the design storm, wich will depend on the installation area.

The design of a fish farm for open waters follow two different concepts, either it is designed a semi-rigid floating cage that is distorted by the waves without creating large forces on the elements, or it is fabricated a huge platform, in general following up the offshore experience.

In this paper it is analysed the design of the semi-rigid fish farm with a special emphasis on the mooring system. Some computer programs have been developed to help its design.

It is proposed an alternative that may have an important development in the future. The sumersible fish farm is sinked, and so stays away of the larger wave forces zone. The structure, mooring system, net and even the fish, behaves better.

4. DISEÑO DE UNA GRANJA SEMI-RIGIDA: CONSIDERACIONES GENERALES.
 - 4.1. Definición de las condiciones ambientales de diseño.
 - 4.2. Elementos flotadores. Disposición general. Dimensiones.
 - 4.3. Sistema de fondeo: disposición, número y tipos de líneas.
 - 4.4. Redes.

4.5. Análisis por ordenador.

4.5.1. Análisis dinámico.

4.5.2. Análisis cuasiestático.

4.6. Resistencia estructural.**4.7. Anclaje.****4.8. Sistema de cambio de la red.****4.9. Ayudas a la navegación.****4.10. Trabajo a bordo. Plataforma. Atraques.****5. INSTALACION.****5.1. Instalación del sistema de fondeo.****5.2. Transporte e instalación de la jaula.****6. OPERACION.****7. CONCLUSIONES.**

Apéndice I: Ejemplo de análisis dinámico. Salida de ordenador del programa BUOYDYNAMICS.

Apéndice II: Ejemplo de análisis cuasiestático. Salida de ordenador del programa MOORSPREAD.

1. INTRODUCCION

El cultivo de especies marinas comestibles es una actividad en constante crecimiento en los años pasados y que está experimentando, en estos momentos, un desarrollo acelerado en todo el mundo, especialmente en Europa y Japón, que son los países que en estos momentos poseen una tecnología más desarrollada.

La acuicultura marina animal abarca ya numerosas especies de diversos grupos animales: moluscos, crustáceos y peces; especies que son objeto de gran demanda comercial. Esta demanda seguirá en aumento en la medida en que vayan disminuyendo las reservas naturales del mar, debido a la explotación pesquera en gran escala y a la contaminación marina.

Actualmente la contribución de la acuicultura a la alimentación humana es poco importante, comparada con la producción natural del mar. Esta contribución aumentará considerablemente a medida que se vayan resolviendo los problemas de índole biológico de las especies, así como los problemas de ingeniería, por medio, tanto de la investigación primaria, como mediante el desarrollo de una tecnología adecuada.

Existen ya muchas especies, que debido a su gran demanda comercial, y por ello a su interés económico, ha sido objeto de una extensa investigación. Se han resuelto los problemas apuntados anteriormente y se encuentran en fase de explotación con éxito comercial en varios países. Así, por ejemplo, el salmón en Noruega, el lenguado y el rodaballo en el Reino Unido, las ostras en Francia, el mejillón en España y el pez limón, la dorada, las ostras y los langostinos en Japón, son algunas de las especies sobre las que existe una tecnología avanzada que permite su cultivo con un rendimiento económico satisfactorio.

Otras especies, cuyas existencias en el mar son aún abundantes, no son actualmente objeto de atención comercial, dado que la producción cultivada no podría competir en estos momentos con la pesca, pero en un futuro próximo pueden ser objeto de cultivo, cuando estas reservas disminuyan lo suficiente.

Por otra parte, la acuicultura tiene otras ventajas socioeconómicas, además de las puramente económicas,

como son: proporcionar trabajo, continuar proporcionando abundante alimento en el presente y en el futuro o ayudar a contrarrestar los efectos de la contaminación y exceso de capturas, evitando la destrucción irreversible de los recursos marinos.

Estas razones y otras adicionales, como el aprovechamiento óptimo de los recursos naturales, etcétera, hacen de la acuicultura una actividad con un interés creciente, en la que todavía es necesario resolver muchos problemas de ingeniería, bastantes relacionados con la ingeniería naval.

Uno de los aspectos más directamente relacionados con la ingeniería naval es el diseño de instalaciones flotantes para el cultivo de peces, especialmente las dedicadas a las fases de preengorde y engorde de adultos, y aptas para ser instaladas en condiciones ambientales adversas.

Actualmente el tipo de instalación más extendido para la fase de engorde es el de jaulas flotantes instaladas en rías, estuarios o zonas protegidas de la costa. Para zonas no protegidas se están desarrollando jaulas flotantes, del tipo semi-rígido, como las que son el objeto de este trabajo, aptas para condiciones ambientales más severas.

Existen además diseños y proyectos de grandes instalaciones flotantes, del tipo de las plataformas semi-sumergibles o del tipo barcaza, desarrolladas por la industria petrolífera "offshore", que pueden integrar todas las fases del cultivo, desde la reproducción hasta la propia elaboración del pez para su comercialización. Estos proyectos se diseñan para ser instalados en zonas muy diversas, desde el punto de vista de las condiciones ambientales, y suponen un gran paso adelante en el desarrollo de la ingeniería relacionada con la acuicultura marina.

El objetivo de este trabajo es el diseño de un prototipo de fabricación nacional de una granja flotante para aguas abiertas, con unas condiciones generales amplias en cuanto a tamaño y condiciones ambientales de diseño y requiriendo una inversión unitaria pequeña. De este modo puede ser utilizada en desarrollos con una amplia gama de presupuestos; desde explotaciones individuales de una sola granja, hasta grandes explotaciones para el cultivo de varias especies y comprendiendo más de una fase de cultivo.

Se pretende desarrollar los métodos y programas para que, a partir de un diseño prototipo, poder adaptarlo a las dimensiones y condiciones ambientales requeridas en cada caso.

2. ESTADO DEL ARTE

Actualmente, el tipo de instalación más extendido, para la fase de engorde es, sin duda, el de jaula flotante del tipo semi-rígido, del cual existen en todo el mundo innumerables unidades de todo tipo y tamaño. Por poner un ejemplo, en Noruega, país pionero en el cultivo marino y con un gran desarrollo actual, el 95 por 100 de las granjas para peces usan jaulas flotantes semi-rígidas instaladas en aguas protegidas o semiprotegidas.

La configuración general de una jaula flotante consta de tres partes fundamentales:

- 1) El flotador, o estructura de rigidez variable, que cumple las siguientes funciones:
 - Dar flotabilidad y estabilidad al conjunto.
 - Permitir la sujeción del sistema de fondeo y la red.

- 2) La red, sujeta a los elementos estructurales y con contrapesos en su parte inferior, para mantener su forma en condiciones de operación.
- 3) El sistema de fondeo: líneas de fondeo, boyas, anclas y muertos, que mantienen la jaula en posición. En el caso de las granjas semi-rígidas, el sistema de fondeo mantiene la forma de la granja en aguas tranquilas y evita grandes deformaciones.

Actualmente los elementos estructurales/flotadores están fabricados de una gran variedad de materiales, incluyendo madera, fibra, caucho, acero o aluminio. Las formas también son variables y dependen de la configuración general de la instalación: así en el caso de conjuntos de jaulas se pueden usar formas cuadradas o rectangulares, mientras que en instalaciones de una sola jaula es más común el uso de formas circulares o poligonales de mayor número de lados (6 ó 8).

Referente a la red, existen diferentes diseños en cuanto a formas y disposición de la cordelería, así como a la

disposición de los paños, aunque en estos aspectos los fabricantes se ciñen generalmente a las exigencias de los clientes. En cuanto al tipo de red, se está generalizando el uso de redes sin nudos, que producen menos daño en los peces (escamas, ojos) que la red de nudos, así como redes de malla cuadrada en vez de malla de rombo, debido a que tiene un mejor comportamiento al arrastre: la malla en rombo tiende a cerrarse cuando es sometida al arrastre, lo que obstaculiza el flujo de agua a través de la misma perjudicando la renovación de agua y limpieza de la jaula.

El tercer componente que hemos mencionado es el sistema de fondeo de la misma; esta es la parte más crítica y su importancia relativa es función de la localización de la granja y el tipo de la misma. Así, en aguas abiertas su gran importancia es determinante en el diseño de la granja.

De todo lo expuesto anteriormente se puede hacer un resumen de los diferentes tipos de jaulas, abarcando su composición, materiales empleados en la fabricación de los principales elementos, formas, etcétera, como el que aparece en la página siguiente.

JAULAS FLOTANTES

PARTES PRINCIPALES

- Elementos estructurales/Flotadores
- Red
- Sistema de fondeo

ELEMENTOS ESTRUCTURALES FLOTADORES

- Materiales
 - Acero
 - Caucho
 - Madera
 - Aluminio
 - Fibra de vidrio
 - Perímetro
 - Circulares
 - Cuadrada/Rectangular
 - Poligonal
 - Dimensiones
 - Elementos circulares
 - Ø 10-50 centímetros
 - Longitud 4-20 metros
 - Elementos Rígidos
 - Longitud 5-20 metros
 - Ancho 1-3 metros

RED

- Materiales
 - Nylon
 - Polietileno
 - Construcción
 - Con nudos
 - Sin nudos
 - Contorno
 - Cuadrada
 - Rombo
 - Hexagonal
 - Forma
 - Circular
 - Rectangular
 - Poligonal
 - Contrapesos y Boyas

SISTEMA DE AMARRE

- Disposición
 - Amarre a tierra
 - Amarre a Pantalán
 - Fondeo
 - Elementos
 - Cable de acero
 - Fibra natural/sintética
 - Cadena
 - Ancla Muerto
 - Boyas/Contrapesos intermedios

En un principio, el diseño de las jaulas flotantes ha estado enfocado hacia instalaciones aptas para aguas protegidas, instaladas de manera aislada o bien agrupadas a lo largo de un pantalán o también mediante la construcción de un pantalán en forma de retícula rectangular que contiene varias jaulas integradas. En todos los casos posibles, el pantalán está conectado a tierra por medio de una pasarela, lo que facilita mucho la operación de las granjas con la utilización de medios mecánicos.

La alimentación puede ser totalmente manual o realizarse de una manera automatizada individualmente en cada granja. En el caso de una instalación integrada, con varias granjas, puede haber una unidad de control central con suministro individual a cada jaula. La característica general es la operación en aguas protegidas y la facilidad de operación desde tierra.

La necesidad de una mayor producción con jaulas mayores, la propia polución de las granjas, la necesidad de mayores volúmenes para que el pez se desarrolle mejor y con menos problemas de enfermedades, la falta de nuevos permisos en aguas protegidas, así como la posibilidad de usar otras localizaciones con gran potencial para el cultivo, impulsa cada vez más a la instalación de las granjas en áreas más profundas y más expuestas, donde las condiciones ambientales son más severas y para las que los actuales diseños no son adecuados.

En esta dirección se están desarrollando nuevos diseños basados tanto en el principio de flexibilidad, granjas semi-rígidas como estructuras rígidas, diseñadas en base a la tecnología desarrollada por la industria "offshore".

En lo que respecta a las estructuras semi-rígidas, se han desarrollado algunos diseños basados en elementos flotadores a base de tubos de caucho como los utilizados en la industria "offshore" que han dado un gran resultado en cuanto a su comportamiento y duración. Se utilizan formas poligonales con lados de hasta 16 metros y diámetros de tubo de hasta 50 centímetros que se pueden instalar en aguas semi-protegidas, con profundidades de red de 10 metros o más.

En lo que respecta a las estructuras rígidas de acero u hormigón, existen varios proyectos que contemplan soluciones del tipo plataforma semi-sumergible, de las desarrolladas en la industria "offshore", o bien instalaciones tipo barcaza.

La mayor parte de estos proyectos de granjas rígidas están en una fase más o menos avanzada de desarrollo, y algunos de ellos ya han sido llevados a la práctica.

Entre estos proyectos ya realizados está un proyecto sueco: el PLATFARM 3500 de Farmocean que consiste en una estructura tubular en forma de araña, montada en un anillo tubular hexagonal de 25 metros de diámetro, que le proporcionan la flotabilidad y la estabilidad necesarias. Esta parte suele estar la mayor parte del tiempo sumergida, existiendo una plataforma en la parte superior, no sumergida, sobre la que está instalada la unidad automática de alimentación, y conectada por una pasarela a una pequeña plataforma de acceso y amarre situada a 10 metros de la plataforma principal.

Esta instalación ha sido ensayada en canal con olas de hasta 5,5 metros y corriente de tres nudos, con un comportamiento muy satisfactorio. Las pruebas de engorde de salmónidos realizadas hasta ahora han dado unos resultados muy buenos, con una mortandaz mínima y una calidad del pez alta. Esto parece asegurar la rentabilidad de esta instalación a pesar de necesitar una inversión inicial alta.

En España, en los astilleros Vulcano de Barcelona, se está construyendo una granja rígida, con proyecto no-

ruego, de construcción mixta acero-hormigón. Consta de dos plantas hexagonales de lados desiguales unidas por 23 columnas tubulares de acero de 2,02 metros de diámetro exterior. Tiene 13,13 metros de puntal y 49,137 metros de eslora. La instalación contiene cuatro piscinas de planta hexagonal regular de 1.500 metros cúbicos de capacidad cada una, lo que da un volumen total de cultivo de 6.000 metros cúbicos.

Otro proyecto que está en fase de oferta para su fabricación en España, es un proyecto de Aqua System A/S. El Aqua System 104 es una instalación tipo barcaza, de acero, con 12 piscinas que proporcionan un total de 25.000 metros cúbicos de cultivo.

3. GRANJAS SEMI-RIGIDAS VS. GRANJAS RIGIDAS

3.1. Características distintivas

En el diseño de jaulas flotantes para ser instaladas en aguas abiertas, el parámetro principal a tener en cuenta son las fuerzas ambientales a que va a estar sometida dicha instalación. Estas acciones son principalmente debidas a: las olas, el viento y la corriente. También ha de considerarse la posibilidad de ser empujadas por algún objeto flotante.

De estas acciones, las más importantes por su magnitud e incidencia en el comportamiento de la jaula son las fuerzas de arrastre producidas por la ola y la corriente. El viento tiene una importancia variable en función de la superficie vélica, que puede ser despreciable o superior a las otras dos acciones juntas.

El comportamiento de la jaula ante la acción de las fuerzas ambientales depende, en gran medida, de las características del sistema de fondeo, además de sus dimensiones, forma y peso de la instalación.

Una consideración adicional a tener en cuenta en el diseño es el movimiento y la deformación de la jaula ante la acción de estas fuerzas, debido a que las posibles aceleraciones y deformaciones afectan al comportamiento diario de los peces y su engorde, y a la propia operación de la granja, su inspección y mantenimiento.

Tal como se ha descrito en el capítulo segundo se establecen dos tendencias claramente diferenciadas en el diseño de jaulas flotantes para aguas abiertas:

- Una estructura rígida, de acero, hormigón o mixta, diseñada en base a la experiencia de la industria "offshore", que opone a la acción de las fuerzas exteriores la resistencia global de todos los elementos de la estructura, y es mantenida en posición por el sistema de fondeo.
- Una estructura flexible, articulada, en la que su propia deformabilidad es una característica que tiene una contribución importante en la reducción de las fuerzas exteriores. En este caso, el sistema de fondeo es un elemento fundamental para el mantenimiento de la forma, además de mantener la jaula en su posición. La jaula acompaña a la mar, y se deforma en función de las fuerzas de arrastre, evitando esfuerzos y aceleraciones excesivas, tanto en la estructura soporte como en la red y sistema de fondeo.

Estos dos conceptos de granja flotante comportan otras diferencias importantes, además de las referentes a sus características resistentes. Para un mismo volumen útil de cultivo, estas diferencias se traducen principalmente en: un diferente comportamiento en la mar, que influye

de una manera importante en la facilidad de operación de la granja, un diferente presupuesto inicial, así como distintos gastos de mantenimiento necesarios para cada tipo de instalación.

Una instalación del tipo de estructura rígida semi-sumergible basa su buen comportamiento en olas en la posibilidad de variar su calado hasta un nivel con una superficie de flotación menor. Para ello varía su reserva de flotabilidad. Este es el caso de la PLATFARM 3500.

Otra solución de granja rígida es la solución tipo barcaza, de gran tamaño, en donde la red se soporta en el "pool" o piscinas interiores, las cuales reciben las condiciones ambientales muy amortiguadas por la estructura de la barcaza. En este caso es el propio tamaño de la embarcación, así como la posibilidad de aproarse a la mar, lo que amortigua los movimientos de la instalación. Un ejemplo de este tipo es el proyecto de Aqua System A/S.

Una estructura rígida de menor tamaño, como podría ser un polígono flotador rígido, similar al de la solución semi-rígida, dará lugar a aceleraciones y velocidades relativas altas, sobre todo con olas cortas, y al no producir, por otra parte, el efecto "pool" en su interior, las uniones de red y flotador estarán sometidas a mayores esfuerzos.

Por otra parte, la construcción de una granja rígida, con las normas de calidad exigibles en una estructura a ser instalada en aguas abiertas, requiere unos medios técnicos y comporta unas dificultades de fabricación que hacen que esta solución requiera un presupuesto superior al necesario para una instalación del tipo semi-rígida de dimensiones similares.

Una instalación del tipo de estructura semi-rígida tiene un peor comportamiento en la mar desde el punto de vista de la operación de la granja, lo que comporta mayores dificultades en los trabajos relativos al cultivo. En contrapartida, este tipo de granja es de mayor sencillez tanto en la instalación como su operación en condiciones normales, pero sobre todo resulta una instalación más barata y de construcción más sencilla, debido a su configuración en elementos articulados que permiten su sustitución en la mar y reparación posterior en tierra.

La instalación de tipo semi-rígido puede estar, o no, preparada para el trabajo a bordo. En caso de no estarlo, las labores de alimentación, capturas, limpieza, etcétera, tienen que ser realizadas desde una embarcación auxiliar.

Una alternativa a las soluciones adoptadas hasta ahora, que puede presentar enormes ventajas, consiste en la construcción de una instalación capaz de ser mantenida entre dos aguas, con lo cual se mantiene alejada de la zona batida. Esta solución puede ser llevada a cabo de la siguiente manera:

- Fabricación de un polígono flotador con una flotabilidad inferior a la del polígono diseñado para superficie. El flotador, en este caso, puede ser rígido, al no presentar los problemas anteriormente expuestos.
- Llenado parcial de los tubos con espuma de poliuretano, para evitar el hundimiento de la instalación en caso de avería.
- Se disponen, en los vértices de los tubos, unas líneas con muertos, capaces de hundir la instalación hasta que los muertos descansen en el fondo. Estas líneas ayudan además a conformar la red.
- El fondeo se realiza de forma igual al del sistema semi-rígido de superficie, si bien las cargas serán

menores. Existe, además, un efecto adicional de tipo "TLP".

- Para llevar la instalación a la superficie bastará con izarla, levantando los muertos del fondo desde la embarcación auxiliar. Colocando boyas auxiliares, el bote auxiliar podrá continuar sus trabajos. Otra posible solución más sofisticada, consistiría en un lastrado y deslastrado, con aire, de ciertos tanques del polígono flotador.
- La instalación puede mantenerse siempre entre dos aguas, con fondo suficiente para que el bote se posicione encima, y directamente, o con ayuda de un umbilical, depositar la comida en el interior de la granja. Otra posibilidad es mantener la instalación siempre a flote, procediendo a hundirla sólo en casos de mala mar.
- Para el caso de pescado plano o crustáceos, la red podrá apoyarse en el fondo.

En las figuras 12 y 13 se presenta un esquema de esta solución. Los programas de ordenador desarrollados permiten analizar igualmente esta alternativa.

3.2. Conclusiones

De lo anteriormente expuesto se desprende que la solución de una granja a base de elementos flexibles o articulados es la solución más adecuada para cubrir los objetivos propuestos en este trabajo. No se descarta que una solución del tipo de estructura rígida sea una solución válida, sobre todo en determinados casos en los que se contemple una instalación de dimensiones y presupuesto elevados, que permita la realización de programas de investigación, con más de una fase del cultivo, instalada en una zona con largos períodos de mala mar que dificulten grandemente las operaciones, a gran distancia del puerto, etcétera.

La solución semi-rígida, partiendo de un proyecto inicial, permite la adaptación del mismo variando el tamaño de los elementos. Esto permite cubrir un mayor número de posibilidades, adaptando el proyecto a las exigencias de cada caso. Además, está al alcance de mayor número de empresarios; desde el que quiere una instalación individual, con menor presupuesto, hasta instalaciones múltiples con presupuestos más elevados.

El trabajo realizado, es el diseño de una granja semi-rígida y de su sistema de fondeo, apta para aguas abiertas. Con esto se cubren los objetivos propuestos en el primer capítulo, que facilitarán el desarrollo a gran escala de la acuicultura. La granja es del tipo de elementos flotantes formando un perímetro articulado que soporta y da forma a la red que delimita el espacio de cultivo, en la que el sistema de fondeo contribuye a la indeformabilidad relativa del conjunto además del mantenimiento de la posición. Se contempla el objetivo adicional de que todas las partes de la granja sean elementos estándar de fabricación nacional.

Se pretende que sea un producto de fabricación nacional, que solucione la carencia de una oferta española de una granja flotante para el cultivo marino, apta para ser instalada en aguas semi-protegidas o abiertas.

4. DISEÑO DE UNA GRANJA SEMI-RÍGIDA: CONSIDERACIONES GENERALES

4.1. Definición de las condiciones ambientales

Los esfuerzos que debe soportar un artefacto marino durante las diferentes condiciones operativas de su

vida útil es uno de los factores que más influye en su diseño. En el caso de las granjas flotantes dichos esfuerzos estarán generados fundamentalmente por la acción del viento, las olas y las corrientes. Por tanto, es necesario conocer las condiciones ambientales donde se proyecta realizar su instalación, supuesta, en este trabajo, a lo largo de la Península Ibérica y archipiélagos.

Los datos relativos a olas y viento se han obtenido a partir de los registros efectuados por la "Meteorological Office, U.K. (1983)". Los datos fueron condensados y procesados para dar información relativa a ocho direcciones (0, 45, 90, 135, 180, 225, 270 y 315 grados). Para realizar el análisis estadístico se ha asumido, para las observaciones relativas a los vientos, que las velocidades tienen una exactitud de $\pm 1,5$ nudos y las direcciones están dentro de ± 5 grados. En el caso de las olas se supone que las observaciones son correctas dentro de un margen del 20 por 100 de la altura de ola y de ± 7 grados en lo que respecta a su dirección.

En el caso de las corrientes se han usado los Derroteros de las costas españolas, publicados por el Instituto Hidrográfico de la Marina.

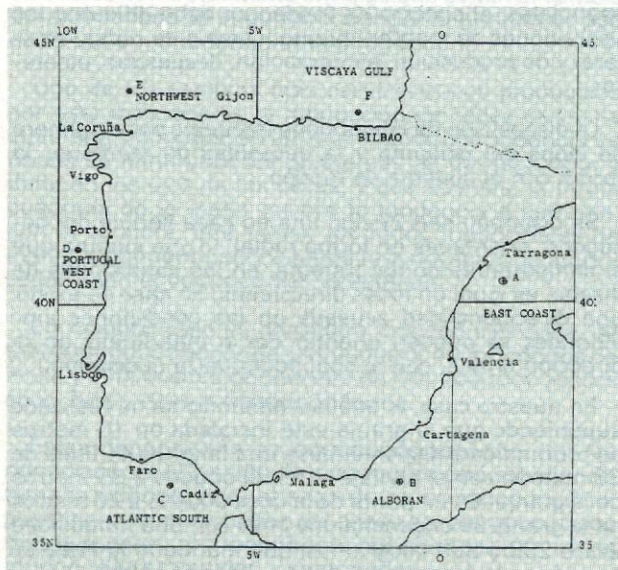


Fig. 1.—Area del estudio: división por zonas.

— Ola

En el cálculo de los valores extremos de altura de ola significativa se ha usado un período de retorno de 10 años.

Las costas de la Península Ibérica se han dividido en seis zonas, indicadas en la figura 1, estableciéndose la altura máxima de ola significativa en cada zona:

Zona	Altura (m.)
A	7,2
B	9,4
C	7,9
D	10
E	11,7
F	9,2

Estos datos corresponden a los valores extremos en mar abierto, valores que se verán sustancialmente modificados en zonas próximas a la costa debido a múltiples factores, fundamentalmente por la disminución de la profundidad y la reflexión en la costa y en otros obstáculos naturales.

— Corriente

La corriente de diseño es un dato difícil de establecer debido a las diferentes componentes locales de la misma: mareas y viento.

En la zona del Mediterráneo existe una corriente general de circulación en el sentido contrario de las agujas del reloj, que sumada con la componente de viento da una corriente del orden de un nudo, que se superpone en la zona del Estrecho con la corriente de marea entrante, pudiendo llegar a los 4,5 nudos, en caso de temporal.

En otras zonas del Mediterráneo esta corriente general se superpone con las corrientes locales de marea y viento, pudiendo dar corrientes del orden de dos nudos.

En las costas gallegas, la corriente general del Golfo se divide en dos ramas frente al cabo Ortegal, una penetra en el Golfo de Vizcaya y otra se dirige al S., a lo largo de las costas portuguesas. Se han registrado valores de dos nudos en las proximidades del cabo Villano, debiendo ser, por tanto, la corriente de diseño superior a esa cifra.

En el Cantábrico, la componente general más fuerte puede llegar a los dos nudos, de dirección E., pero las componentes locales de marea y viento pueden alcanzar valores más altos.

La corriente tiene unas características locales más acusadas cuanto más cerca estemos de la costa, debido a la componente de marea.

De una manera general, en cada localización será necesario estudiar las corrientes debidas a la marea.

— Viento

Dada las características de la granja semi-rígida, pequeña área expuesta al viento, no se considera que el viento tenga una incidencia directa en la instalación a efectos de ejercer una fuerza de arrastre en la misma como no sea por su efecto en la generación de corriente, ya considerado en este apartado.

— Condiciones ambientales de diseño

De lo expuesto anteriormente se deduce que para cada localización determinada es necesario establecer las condiciones de diseño aplicables en su caso, puesto que adoptar de una manera general las condiciones extremas de ola, viento y corriente señaladas en los apartados anteriores, además de no ser realistas conducen a una solución más cara que la necesaria para dicha localización.

De todos modos, para realizar el diseño del prototipo se han adoptado unos valores que creemos son válidos para la mayoría de las costas españolas, en aguas no muy alejadas de la costa, por lo cual, la corriente considerada (cuatro nudos) es alta, para poder tener en cuenta una componente grande de marea.

- Profundidad: 10 metros.
- Altura de ola: 7 metros (máxima para 10 metros de profundidad).
- Corriente: 2 m/s (cuatro nudos).

4.2. Elementos flotadores: Disposición general. Dimensiones.

— Elementos

En el segundo capítulo se ha hecho un resumen de los tipos de elementos flotadores y de las formas poligonales empleadas en las granjas flotantes para aguas protegidas.

En el caso de aguas abiertas, dado el orden de esfuerzos resultantes en los elementos estructurales/flotadores, vamos a considerar solamente dos tipos de elementos: tubos cilíndricos de acero y tubos cilíndricos de neopreno reforzado.

El tubo de acero considerado es un tubo API 5L Grado B, soldado, de 508 milímetros de diámetro, sch. 10 y largo de 10 metros, que es un largo fácilmente encontrado en el mercado. Este tipo de tubo es de una calidad ampliamente utilizada en la industria "offshore" y de fácil suministro.

El tubo de neopreno reforzado elegido es un tubo de 325 milímetros de diámetro, 12,5 milímetros de espesor y 10 metros de largo. Se ha tomado este largo, por una parte, debido a que es el mismo largo que en el caso de tubo de acero, y se pueden comparar los resultados para granjas de las mismas dimensiones, y, por otra, debido a que es la máxima longitud que se fabrica actualmente en España, en una sola pieza, y con las características requeridas. En caso de requerirse jaulas de dimensiones mayores, será necesario recurrir a la importación de estos elementos. El comportamiento de este tipo de tubo está ampliamente probado, dado que es el elemento usualmente utilizado en la industria "offshore" para el trasvase de crudo.

El tubo de acero tiene un peso de 785 kilogramos y una flotabilidad de 2.030 kilogramos por tramo, con una reserva de flotabilidad del 158 por 100, lo que supone que puede soportar la pérdida de flotación de tres tubos sin la pérdida de la instalación. El tubo de neopreno tiene peso de 200 kilogramos y una flotabilidad de 830 kilogramos por tramo, lo que supone una reserva de flotabilidad del 315 por 100, con lo que puede soportar la pérdida de flotación en cuatro tubos sin el hundimiento total de la instalación.

Si se considera necesario, en algunos casos se puede rellenar parcial o totalmente los tubos con espuma de poliuretano expandida para conseguir una flotabilidad positiva aún en el caso de pérdida de flotabilidad en todos los tubos.

En ambos casos el tubo va terminado, en sus extremos, en una brida ciega que sirve para la unión con el elemento adyacente, a través del grillete de unión a la línea de fondeo.

A lo largo del tubo se disponen las sujeciones para la línea de flotadores de la red.

— Disposición general

Como ya se ha descrito anteriormente, las formas utilizadas en las granjas flotantes son muy variadas: circulares, poligonales de cuatro, seis u ocho lados, etcétera.

Para la construcción de una granja para aguas abiertas, con las dimensiones propuestas, a partir de elementos estándar en la industria, la forma circular queda descartada, ya que nos llevaría a una estructura más costosa. De las formas poligonales, aunque la cuadrada es más sencilla, para obtener un volumen de cultivo como el propuesto es necesario disponer de elementos más largos, que en el caso de cilindros de neopreno no se fabrican en España, y en el caso de cilindros de acero nos llevaría a espesores grandes, con elementos muy pesados. Además es interesante ir a formas lo más circulares posible debido, por una parte, a la tendencia de los peces a nadar en círculo y, por otra, a la reducción de las fuerzas ambientales sobre la instalación, aminoriéndose, además, los riesgos producidos por la pérdida de una línea.

De las dos formas restantes, la hexagonal es la más adecuada, pues es una forma lo suficientemente circular, que permite utilizar elementos no muy largos ni pesados, y que no requiere tantas líneas de amarre como el polígono de ocho lados.

En consecuencia, se diseña una granja hexagonal, de 10 metros de lado, con los dos tipos de tubo mencionados anteriormente.

4.3. Sistema de fondeo: disposición, número y tipo de líneas

El sistema de fondeo es un elemento clave en el diseño de la granja para aguas abiertas, ya que además de cumplir su función primordial de mantener la posición de la granja y evitar la pérdida de la instalación, con el consiguiente riesgo para la navegación, influye de una manera importante en el comportamiento de la misma: por una parte, influye en las cargas que soporta la propia granja por la acción de las olas y corriente, como se verá más adelante en el análisis dinámico, y, por otra, contribuye a mantener la forma del perímetro de flotación en las condiciones de diseño. Además de estas funciones esenciales, el sistema de fondeo no debe dificultar las operaciones de mantenimiento (cambio de redes, etcétera) y de producción (alimentación, despesque, etcétera).

La disposición de líneas viene impuesta por el número de lados del polígono y la necesidad de mantener la forma con el sistema de fondeo.

Se disponen seis líneas, una en cada vértice del hexágono, orientadas en forma radial, lo que supone que el comportamiento del sistema, en las condiciones de diseño, es igual en todas direcciones. En caso de existir una direccionalidad acusada en las condiciones ambientales se pueden orientar dos o más líneas en la dirección crítica, con lo cual se optimiza el sistema.

En nuestro caso, el análisis dinámico se ha realizado suponiendo que la granja está instalada en 10 metros de profundidad, disponiéndose una longitud de línea de 38 metros, con el anclaje al fondo situado a 35 metros de la granja. En un punto de la línea situado a 20 metros de la granja se engancha una boya con una flotabilidad entre 200 y 300 kilogramos, que mantiene la línea en tensión, y la forma de la granja, en mar calma.

En la figura 2 se presenta una disposición general de la granja, mostrando los flotadores, líneas y anclajes, y red.

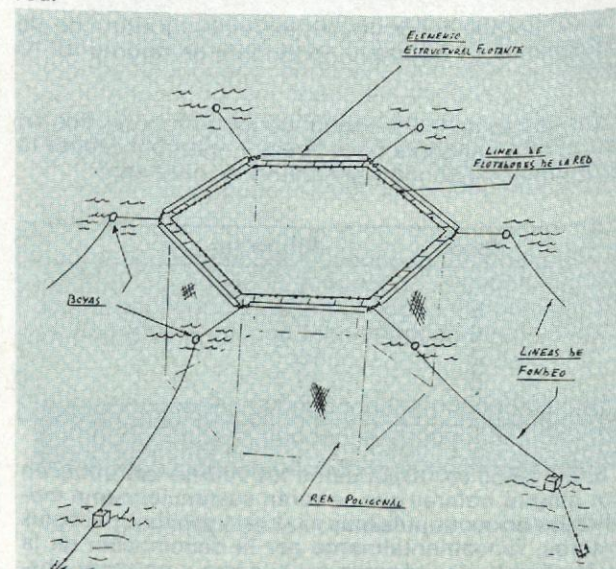


Fig. 2.—Disposición general.

Se han estudiado tres tipos de líneas: línea de polipropileno, línea de cable de acero y línea de cadena, que son los tipos más usados actualmente en los sistemas de fondeo. En cada caso se considera que todas las líneas son iguales y que son de un único tipo, es decir, no hay líneas compuestas. Se hacen estas hipótesis por reducir el número de casos a estudiar, pero es posible realizar el estudio con líneas compuestas, por ejemplo, línea de cadena y cable de acero, o línea de cadena y estacha de polipropileno, combinaciones que se usan frecuentemente en la industria "offshore".

4.4. Redes

La red que delimita el volumen de cultivo estará dispuesta, en cada caso, en función del tipo y tamaño del pez que contenga en ese momento la jaula.

La red para granjas flotantes es un elemento que está actualmente evolucionando debido al fuerte impulso que esta industria está recibiendo en todo el mundo. Se varían las formas, los materiales y los métodos de fabricación; se mejora la relación resistencia/peso y se ofrecen redes con tratamiento antialga que evitan el cambio durante la fase de engorde, o alargan el período de uso de la red sin mantenimiento (limpieza).

Uno de los cambios más característicos producidos por esta industria es la fabricación de redes de malla cuadrada sin nudos, en las que, debido a la ausencia de nudos se minimizan los problemas de desescamado y daño en los ojos de los peces, y que además, la forma cuadrada de la malla mejora la tendencia a cerrarse, con el arrastre, que tienen las redes tradicionales de malla de diamante, dificultando la renovación de agua y reduciendo el volumen del receptáculo.

En nuestro caso se considera una red cilíndrica, de fondo plano, 8 metros de profundidad, 40 milímetros de malla y 3 milímetros de diámetro de hilo, con contrapesos en el fondo para mantener la forma.

Estas dimensiones se ha considerado que son las normales para el tamaño de jaula que se está estudiando; tamaño utilizado para el engorde de animales adultos, puesto que la cría y cultivo del alevín se realiza en jaulas más pequeñas, con tamaños de red menores y en zonas mucho más protegidas y controladas.

El uso de redes de mayor tamaño de malla es favorable tanto desde el punto de vista económico (son más baratas), como de cargas ambientales (ofrecen menor resistencia al arrastre), por lo que el estudio de la granja con este tamaño de red cubre el uso de una red de mayor tamaño.

La red va colgada de una línea de flotadores en su perímetro superior, que a su vez se sujeta a los elementos tubulares del polígono estructural. La línea de flotadores de la red soporta el peso vertical de la red, de modo que no es necesaria la contribución de la flotabilidad de los elementos tubulares.

En los seis vértices del polígono se instala un cabo que une el fondo de la red, en su perímetro, con la línea de flotadores; esta línea sirve para izar el fondo de la red la altura necesaria (permitida por el volumen de peces contenido), para facilitar el cambio de red y operación de la granja: alimentación, despesque, selección, etcétera.

En lo que respecta a la protección de la superficie superior de la granja contra la posible pérdida de peces en caso de rebase de la ola, o por la acción depredadora de aves, etcétera, se dispone de una red hexagonal sujeta al perímetro de flotación, con una boya en el centro del hexágono.

4.5. Análisis por ordenador

Una vez definidas las condiciones ambientales de diseño sobre el conjunto jaula-sistema de fondeo, es necesario realizar el análisis del comportamiento de la granja y sus sistemas de fondeo. Se realiza primeramente un análisis dinámico por medio del programa BUOYDYNAMICS, desarrollado para el análisis de este tipo de granjas, y posteriormente se compara con un análisis cuasiestático usando el programa MOORSPREAD desarrollado por Seaplace Iberia para el análisis de los sistemas de fondeo de plataformas "offshore".

4.5.1. Análisis dinámico

Realizamos primeramente un análisis dinámico del conjunto sometido a la acción de olas regulares más corriente, y con los resultados obtenidos se efectúa el análisis estático de los elementos.

Para la realización del análisis dinámico del conjunto se ha considerado un modelo simplificado que permite la obtención de resultados útiles para el diseño, con la ayuda de programas desarrollados para su uso en un ordenador personal.

a) Hipótesis.

En la realización del modelo se han realizado las siguientes hipótesis:

- Se consideran desacopladas las acciones de la red y de los flotadores.

Es decir, por una parte, se considera el comportamiento dinámico del conjunto flotadores-líneas, de modo que la red solamente impone una acción de arrastre sobre los flotadores. En realidad habrá, por una parte, un incremento de masa añadida, y, por otra, un desfase en los movimientos del conjunto flotadores-red, que reducirá las aceleraciones, y, por tanto, las excursiones y tensiones sobre la línea, con lo que esta hipótesis es conservadora.

El arrastre de la ola y corriente sobre la red, se calcula aparte y se suma después a las fuerzas máximas sobre los elementos y líneas.

- Se ha considerado un modelo bidimensional compuesto por un flotador y dos líneas elásticas, iguales o diferentes, fijas al fondo y sometido a la acción de las olas y la corriente, con la opción de superponer una fuerza constante en la línea (pretensión). De esta manera simplificamos la solución del problema sin perder mucha aproximación, ya que para cada dirección del temporal tendremos unas líneas trabajando, mientras que las perpendiculares a esa dirección solamente mantienen la forma.

b) Condiciones ambientales.

Con respecto a las condiciones ambientales utilizadas en el análisis, definidas en apartados anteriores, se han considerado tres olas características para abarcar toda la gama posible de olas de siete metros de altura de ola.

- Ola corta máxima de diseño: la longitud de ola es del orden del doble de la dimensión de la granja.
Características: altura de ola 7 metros; longitud de ola 67 metros; período 7 segundos.
- Ola larga máxima de diseño: tiene la misma altura de ola que la ola corta, pero con un período y longitud máximas permitidos por la teoría de ola usada (Airy).
Características: altura de ola 7 metros; longitud de ola 164 metros; período 10,25 segundos.

- Ola intermedia: valor intermedio de período y longitud, que nos permite presentar los resultados mediante una gráfica aproximada y poder interpolar valores intermedios.

Características: altura de ola 7 metros; longitud de ola 113 metros; período 8,5 segundos.

En todos los casos se ha supuesto una corriente de 2 m./seg. superpuesta a la acción de la ola.

c) Modelo.

En la figura 3 se presenta esquemáticamente una situación general, mostrando la longitud de ola, su período y la posición relativa de la cresta con respecto a las dos mitades de la granja.

En todos los casos se considera que el frente de ola incidente es paralelo a uno de los lados de la granja (condición más crítica) y que la misma está amarrada con las seis líneas dispuestas tal como se ve en la figura 4. A efectos de resistencia del sistema de amarre se consideran solamente las dos líneas anteriores, simétricas con la dirección perpendicular a la ola incidente, con lo que la acción de la ola más la corriente es soportada únicamente por ambas líneas.

En el análisis se considera la simetría de la granja y la ola incidente y se estudia solamente la acción de la ola más la corriente sobre la mitad de la granja, actuando únicamente sobre una línea, tal como se ve en la figura 5.

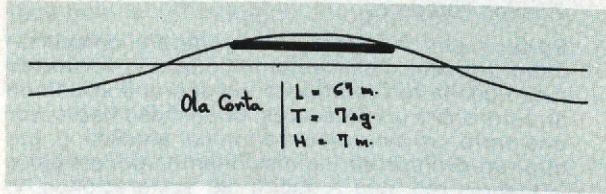


Figura 3.

d) Programas desarrollados.

Como se ha dicho anteriormente, se han desarrollado dos programas de ordenador. El FRED, para el cálculo de la fuerza de arrastre de la ola y corriente sobre la red considerando la variación de la velocidad de partícula con la altura, y el BUOYDYNAMICS, para el estudio del comportamiento dinámico de un flotador anclado al fondo con dos líneas, y sometida a la acción de la ola más corriente, además de la pretensión en la línea, si así se desea.

Este programa dinámico resuelve el problema por el método "paso a paso", planteando la ecuación incremental de equilibrio en cada posición instantánea del flotador, dando en cada instante el desplazamiento de la boya, su velocidad, su aceleración y la tensión en las líneas, así como los máximos de cada apartado en el intervalo de integración.

Se ha usado también el programa CATENARY, desarrollado con anterioridad por Seaplace Iberia, para estudiar el comportamiento de la línea de cadena y obtener la relación fuerza horizontal/desplazamiento que se usa como dato de entrada en el programa BUOYDYNAMICS. Con este programa podemos analizar cualquier tipo de línea o combinación de tipos de líneas (cable, cadena, nylon, etcétera), con pesos o boyas intermedias.

La fuerza de arrastre sobre las líneas representan un porcentaje mínimo de la fuerza de arrastre sobre el sistema, con todo, su contribución es sumada a la fuerza de arrastre total en el diseño de los elementos de agarre al fondo.

Los predimensionamientos iniciales, así como los sondeos de mercado realizados, dirigidos a establecer los elementos estándar de fácil aprovisionamiento que puedan ser utilizados en la construcción de los elementos flotadores de la granja, han conducido a que se hayan considerado las dos alternativas ya mencionadas para la fabricación de estos elementos.

Tiene que quedar claro que estas opciones se han escogido como solución tipo para la realización del diseño, pero que en cualquier caso, este análisis se puede utilizar para la realización del diseño de granjas con dimensiones y características específicas diferentes a estas.

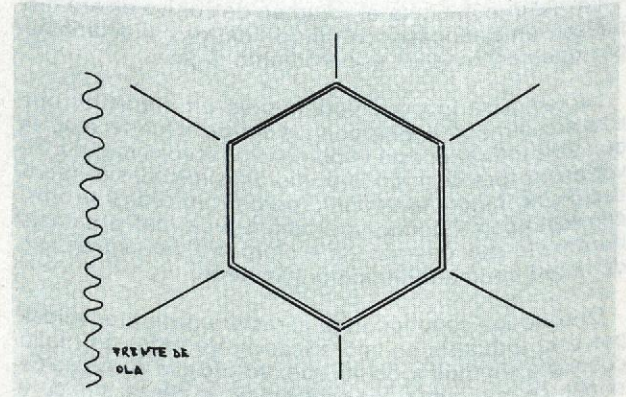


Figura 4.

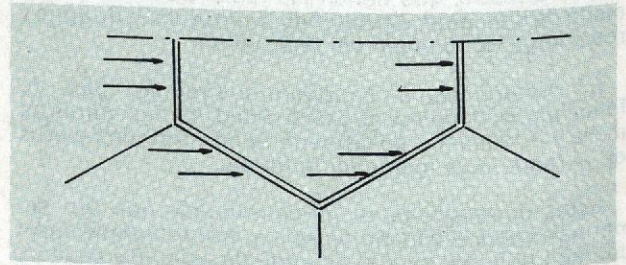


Figura 5.

e) Resultados.

Los resultados del análisis de las distintas opciones estudiadas se presentan a continuación en forma de tabla, mostrando las tensiones máximas en cada una de las dos líneas que soportan la granja, según el modelo analizado, y las excursiones máximas producidas en el extremo de la línea.

En la figura 6 se presentan estos resultados mediante curvas que permiten aproximar resultados intermedios con olas de distintos períodos, aunque con la misma altura de ola (7 metros).

Además de estos cálculos, se ha realizado el análisis dinámico en el caso de una ola de longitud de onda igual a la eslora de la granja, de modo que la instalación reciba el arrastre de dos crestas consecutivas, obteniéndose unos resultados claramente inferiores a los obtenidos para el caso de ola larga. Esta ola de diseño es de menor altura.

El Apéndice I incluye la salida de ordenador del programa BUOYDYNAMICS del caso de granja de tubo de acero con línea de cadena.

f) Comportamiento. Excursiones máximas. Deformaciones.

De los resultados del apartado anterior se obtienen

TABLA 1
Granja de caucho. Tensiones y excursiones en la línea

	Granja de 10 metros de lado. Cilindro de caucho					
	Estacha 6 pulgadas		Cable 22 milímetros		Cadena 24 milímetros	
	Tensiones (kilogramos)	Excursiones (metros)	Tensiones (kilogramos)	Excursiones (metros)	Tensiones (kilogramos)	Excursiones (metros)
Ola corta	11.789	4,69	19.490	1,15	11.330	2,19
Ola media	9.189	3,20	14.009	1,38	9.321	1,99
Ola larga	7.211	2,90	9.325	1,52	7.387	1,77

TABLA 2
Granja de acero. Tensiones y excursiones en la línea

	Granja de 10 metros de lado. Cilindro de acero					
	Estacha 6 pulgadas		Cable 36 milímetros		Cadena 30 milímetros	
	Tensiones (kilogramos)	Excursiones (metros)	Tensiones (kilogramos)	Excursiones (metros)	Tensiones (kilogramos)	Excursiones (metros)
Ola corta	16.998	6,70	46.192	1,05	16.412	2,48
Ola media	13.176	5,19	34.304	1,24	13.561	2,34
Ola larga	10.203	4,40	22.584	1,44	10.804	2,22

algunas conclusiones importantes en el diseño de granjas para aguas abiertas.

Desde el punto de vista de las tensiones máximas en las líneas se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- Se observa primeramente que la granja de acero, bajo las mismas condiciones, produce mayores car-

gas en las líneas, que la granja de caucho, del orden de un 44 por 100 superiores con líneas de polipropileno y cadena, y aún mayores con cable de acero.

- El cable de acero, por sus características elásticas, produce unos movimientos horizontales más bruscos en el conjunto granja-sistema de fondeo, que se traducen, al paso de la ola, en un impacto inicial que da una tensión máxima en la línea superior al

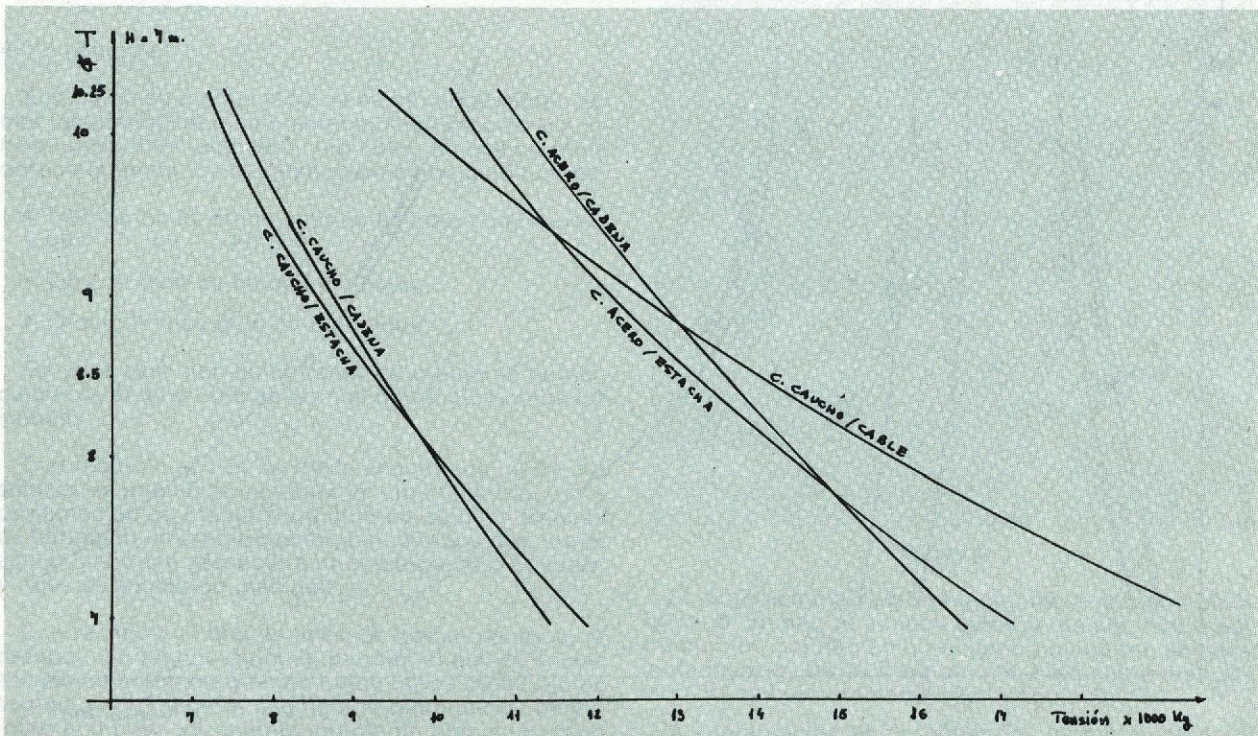


Figura 6.

doble de lo obtenido con líneas de polipropileno o cadena.

Después de este impacto inicial, las fuerzas de arrastre, a lo largo de la longitud de ola, producen tensiones en las líneas similares a las obtenidas con los otros dos tipos de líneas, hasta el impacto de la siguiente ola.

- La estacha de polipropileno y la cadena producen resultados similares en toda la gama de períodos. Desde este punto de vista, las dos soluciones son igualmente válidas, y la decisión entre una u otra deberá hacerse en función de otros condicionantes: económicos, operativos, etcétera.
- De los resultados obtenidos, y aplicando la normativa del D.N.V. para el caso de condiciones extremas (c.s.=2 a la rotura), vemos que con la granja de caucho, tanto la estacha de 6 pulgadas como la cadena de 24 milímetros son líneas válidas, mientras que el cable de 22 milímetros no cumple este requisito. Con granja de acero, la cadena de 30 milímetros es válida, mientras que la estacha de polipropileno habrá de aumentarse a 7 pulgadas y el cable de acero habrá de pasar a uno de 6x37 de 44 milímetros.

Desde el punto de vista de las excursiones el comportamiento es algo diferente:

- El cable de acero es la línea con la que se producen menores excursiones en la granja, tanto en la granja de acero como en la de caucho, a costa de producir las mayores tensiones en la línea.
- La cadena, aunque en el caso más crítico dobla los resultados obtenidos con cable de acero, produce unas excursiones que pueden considerarse dentro del orden de magnitud de las anteriores.
- La estacha de polipropileno es la línea más elástica y por ello produce excursiones notablemente superiores a las obtenidas con los otros dos tipos de línea.
- Las excursiones no son excesivas para las dimen-

siones de la granja estudiada, por lo que esta característica no descarta ninguno de los tipos de línea estudiados.

La solución más costosa será la línea de cable, no por el cable en sí, sino por el mayor coste del sistema de anclaje, debido a las grandes tensiones en la línea.

En la figura 7 se presentan estos resultados mediante curvas, más útiles para establecer una idea comparativa.

4.5.2. Análisis cuasiestático

Se ha realizado un análisis cuasiestático de una granja tubular hexagonal rígida de las mismas dimensiones que la granja semi-rígida de tubo de acero.

El análisis se ha realizado por medio del programa MOORSREAD que ha sido desarrollado por Seaplace Iberia, y aplicado frecuentemente en análisis de sistemas de fondeo de plataformas semi-sumergibles operando tanto en España como en el extranjero.

El análisis cuasiestático es un procedimiento convencional usado habitualmente en el análisis de los sistemas de fondeo multilínea de las plataformas semi-sumergibles de perforación, que calcula una posición media debida a las fuerzas de arrastre de corriente, viento y ola, y la posición final y tiros en las líneas, superponiendo un desplazamiento dinámico debido a las fuerzas de ola.

En el Apéndice II se incluye la salida de ordenador del programa MOORSREAD en el caso de una granja hexagonal de tubo de acero con línea de cadena. Se ha impuesto un desplazamiento dinámico del orden del 30 por 100 de la altura de ola significativa, que es un porcentaje frecuente en el caso de plataformas semi-sumergibles y que da un desplazamiento máximo muy similar al obtenido en el análisis dinámico realizado anteriormente.

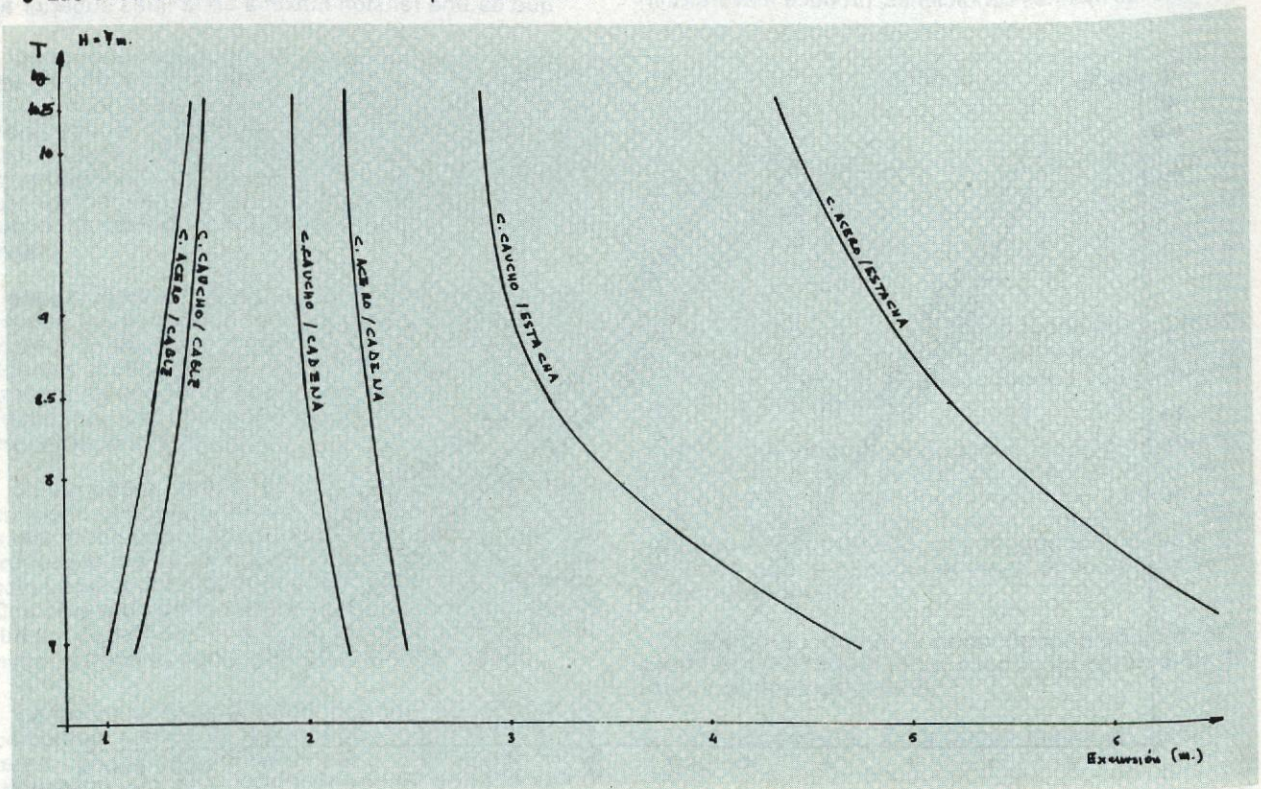


Figura 7.

El tiro máximo en las líneas obtenido (16,7 Tm.) es prácticamente igual al obtenido en el análisis dinámico de la granja de acero de las mismas dimensiones y línea de cadena, presentado en la Tabla 2 (16,4 Tm.).

4.6. Resistencia estructural

El análisis estructural de los elementos está basado en las características resistentes de los mismos.

Los elementos estructurales/flotadores transforman las fuerzas de arrastre sobre la red y sobre los propios elementos en tiros en las líneas de fondeo.

En el caso de tubo de acero, el tubo se analiza considerándolo apoyado en sus extremos y sometido a las cargas ambientales, con lo que las fuerzas de arrastre se traducen en esfuerzos de flexión y tracción además de los esfuerzos cortantes. Puede existir algún efecto de torsión debido al arrastre sobre la red, pero no se considera importante. Se comprueba también el pandeo del tubo.

Para el diseño de los tubos y demás elementos de acero se ha utilizado la reglamentación del American Petroleum Institute, A.P.I. RP-2A, para estructuras "off-shore". Para el análisis se ha usado el programa "MEMBER CHECK", de Seaplace Iberia, que realiza todas las comprobaciones pedidas por el reglamento del A.P.I. El resultado es la validez del tubo elegido, para las condiciones ambientales consideradas en el diseño, en el caso de líneas de cadena y polipropileno, no siendo válido para el caso de líneas de cable de acero.

En el caso de tubos flexibles de neopreno reforzado, con capacidad de deformarse, adaptándose al perfil de la ola, las fuerzas de arrastre se traducen principalmente en esfuerzos de tracción y de cortante.

En este caso, los resultados obtenidos se han comparado satisfactoriamente con los datos de resistencia a la tracción y a cortadura suministrados por el fabricante, como resultado de las pruebas realizadas con el material.

4.7. Anclaje

El sistema de anclaje al fondo viene condicionado por tres características determinantes, cuya importancia relativa variará en cada caso, y no tiene por qué coincidir necesariamente con el orden empleado a continuación:

- Tipo de fondo: arena, roca, o distintos tipos de fangos.
- Tipo de línea de fondeo empleada.
- Orden de magnitud de las cargas.

En cada caso particular habrá de evaluarse la incidencia de cada una de ellas en el diseño de la solución idónea.

Con respecto al tipo de fondo encontrado, están las soluciones tradicionales a base de muerto, ancla, o una combinación de ambas. Para muertos se usan bloques de hormigón, mientras que existen diversos diseños de anclas, cada uno adecuado a un tipo específico de suelo, y otros de aplicación más general.

Con respecto al tipo de línea de fondeo utilizada, la cadena, con largo suficiente, permite el uso de anclas solamente, mientras que con los otros dos tipos de línea es más conveniente el uso de una combinación ancla-muerto, o bien únicamente muerto en función del tipo de suelo y orden de magnitud de las cargas.

De todos modos, los medios de instalación disponibles y el coste de los mismos, pueden influir en la decisión final adoptada, tanto en el tipo de línea como del anclaje al fondo.

Además de los medios de ancla y muerto tradicionales, existen otras soluciones posibles que pueden ser de interés en determinados casos: pilotes, anclas resistentes al levantamiento como: anclas de succión, vibratorias, helicoidales, de carga explosiva, etcétera.

Algunos de estos medios, como la solución de pilotes, pueden ser de interés cuando se contempla la instalación de un buen número de ellos, lo que abarata considerablemente su instalación. En caso de instalar pocas unidades, la solución estándar ancla-muerto sigue siendo la solución más económica.

4.8. Sistema de cambio de la red

El cambio de red es una de las operaciones más delicadas a realizar en la operación de una granja. Mediante el sistema que se describe a continuación se logra que el riesgo durante el cambio de redes sea nulo. Asimismo, se ha tratado de simplificar al máximo las operaciones con el fin de que el trabajo a realizar en mar abierto sea sencillo. Es necesario señalar que existen otros métodos para realizar la operación de red e incluso variantes del método propuesto, sin embargo, el procedimiento propuesto resulta ser fácil y seguro.

La primera característica a destacar del sistema es que la línea de flotadores de las redes será desmontable en tres lados consecutivos de la misma. Es decir, en la mitad del perímetro el borde superior de la red está unido a la línea de flotadores mediante mosquetones o elementos similares. Al desengancharlos la zona de red correspondiente puede hundirse fácilmente. Esto permite que una parte de la nueva red a instalar pueda pasar por debajo de la ya existente sin dificultades.

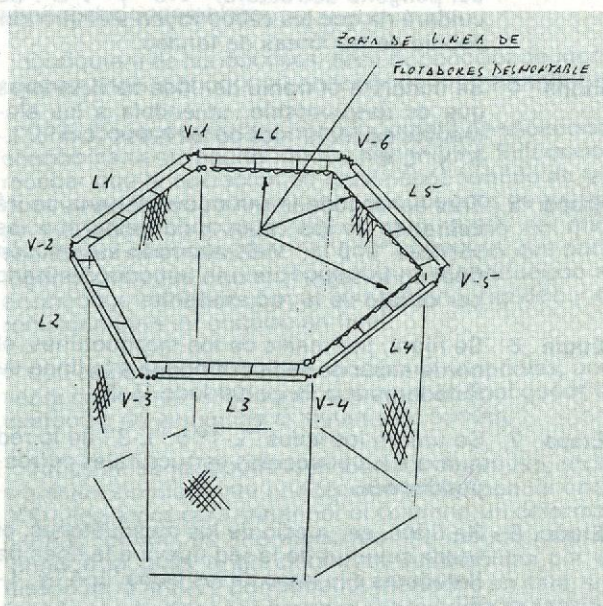


Figura 8.

La disposición general de la granja se muestra en la figura 8. En ella se pueden apreciar los elementos estructurales que forman el polígono y la red con su línea de flotadores. Dicha línea se une a los elementos estructurales como se detalla en la figura 9.

A continuación se describen las etapas necesarias para llevar a cabo el cambio de red:

4.10. Trabajo a bordo. Plataforma. Atraques

Muchos de los diseños actuales de granjas para aguas protegidas contemplan la posibilidad de realizar a bordo diversas tareas de la operación diaria de la granja, para lo cual se disponen unas plataformas de trabajo sobre los elementos estructurales/flotadores, bien sea en todo el perímetro o en parte de él.

Esta posibilidad de trabajo a bordo se ve muy reducida cuando se instala la granja en aguas abiertas debido a varias razones:

- Primeramente, la instalación de una plataforma incrementa notablemente las fuerzas de arrastre sobre la instalación, además de incrementar el peso de la misma.
- Por otra parte, su propia situación en aguas abiertas reduce la posible actividad a bordo, tanto desde el punto de vista de las actividades permitidas, como del número de días aptos para el trabajo a bordo.
- Finalmente, el hecho de instalar la granja en zonas alejadas de la costa, requiere disponer de una embarcación adecuada, que permite realizar los trabajos de operación desde la misma, lo que hace menos necesaria una plataforma de trabajo en la granja.

En el diseño realizado no se contempla ninguna plataforma a bordo, aunque, en caso de requerirse su instalación es necesario realizar el análisis incluyendo el efecto de la misma en el comportamiento del conjunto, al incrementarse las fuerzas de arrastre totales con la contribución debida a la plataforma instalada.

Con respecto a la posibilidad de atraque a la granja, dadas las condiciones de operación supuestas y recogidas en el capítulo 6, se descarta totalmente en el diseño de este prototipo.

5. INSTALACION

5.1. Instalación del sistema de fondeo

Dadas las características del conjunto jaula-sistema de fondeo, es necesario, en primer lugar, instalar con cierta precisión los elementos de anclaje al fondo, a las distancias y con la distribución proyectadas, dado que influirá en el comportamiento de la jaula en las condiciones ambientales extremas de diseño.

Según sea el sistema adoptado para el agarre al fondo, es decir, un sistema combinado ancla-muerto, o bien únicamente muerto pueden necesitarse medios diferentes para su instalación.

En el caso de utilizar el sistema de un muerto único, dadas las dimensiones y peso del mismo puede requerir una embarcación con una grúa de dimensiones considerablemente mayores que en el caso de optar por la solución ancla-muerto.

En el caso de utilizar un sistema combinado de ancla-muerto, o ancla-muertos, para reducir los pesos a instalar, o por necesidades de diseño, se realizará una prueba de garreo de las líneas para asegurar la eficacia del ancla previamente o durante la instalación de la jaula.

5.2. Transporte e instalación de la jaula

El transporte e instalación de la jaula ofrece dos alternativas que en cada caso, y en función de los medios disponibles pueden ser más adecuadas.

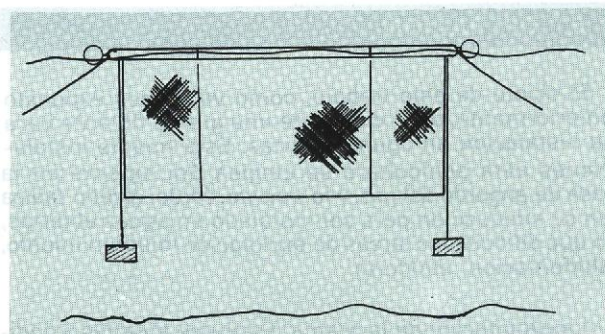


Figura 12.

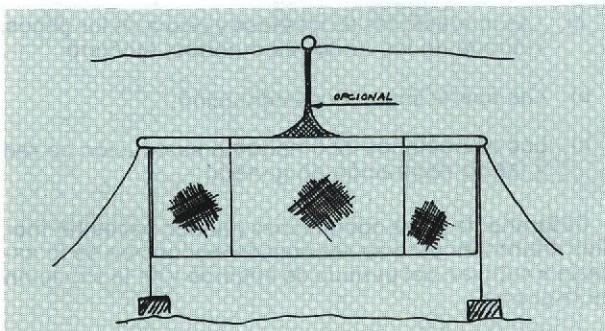


Figura 13.

Por una parte, se puede realizar el ensamblaje de la jaula en tierra, proceder a su puesta en el agua, o bien realizar el ensamblaje en el agua a pie de muelle, y remolcar la granja a su lugar de emplazamiento en mar abierta.

Por otra parte, se puede hacer el transporte de los elementos sin ensamblar o parcialmente montados hasta el lugar de emplazamiento y realizar o completar "in situ" dicho ensamblaje.

Cualquiera de los dos tipos, dada su sencillez de montaje, es adecuado para su ensamblaje en mar abierta.

De todos modos, esta operación vendrá condicionada económicamente por los medios disponibles. Solamente resaltar que la operación es igualmente factible de las dos maneras. En emplazamientos muy alejados de puerto, para evitar un remolque largo y caro, puede ser más económico el ensamblaje "in situ", mientras que para lugares cercanos a puerto puede ser más ventajoso el ensamblaje en tierra, por su comodidad y rapidez, y el remolque para su instalación final.

Con cualquiera de las dos soluciones adoptadas, una vez la jaula ensamblada y en su situación final queda la operación de enganche al sistema de fondeo.

Tal como se ha diseñado el sistema de fondeo, en la situación sin ola existe una tensión en la línea de unos 400 kilogramos para mantener el polígono sin deformaciones. Por ello, es más adecuado el ir conectando las líneas a la jaula a las distancias establecidas por el diseño de la línea, y previamente marcadas en ésta, sin instalar en la línea las boyas que producen la tensión en la situación sin ola. De esta manera, la línea, de mayor longitud que la distancia ancla-jaula, no está en tensión en el momento de la conexión, y no dificulta el trabajo.

Una vez conectada la jaula a las líneas, se instalarán las boyas a la distancia proyectada para inducir la tensión en las líneas y obtener de este modo la elasticidad precisa en el sistema de fondeo.

6. OPERACION

El objeto de este trabajo, como ya hemos expuesto anteriormente, es el diseño de una granja flotante para su instalación en aguas abiertas. Este tipo de instalaciones para acuicultura se emplea únicamente en la fase de engorde del pez, y la innovación del diseño radica en su adecuación para ser instalado en aguas abiertas, lo que dificulta las tareas de explotación (mantenimiento, alimentación, etcétera).

La explotación de la granja, en aguas abiertas y dedicada a la fase de engorde conlleva tres operaciones diferentes:

- Las operaciones de trasvase y pesca de los peces, retirada de las unidades muertas, etcétera.
- Las operaciones de alimentación.
- Las operaciones de limpieza o sustitución de red y las de reparación en general.

Cada una de estas operaciones pueden necesitar medios diferentes para su realización en función de la especie a cultivar, del período de engorde y de la situación de la granja.

a) Para las operaciones de trasvase y pesca pueden utilizarse embarcaciones especialmente preparadas para la operación, con amplia superficie libre en cubierta para el manejo de tanques, cestas, etcétera, y una pluma adecuada para su manejo.

b) Las operaciones de alimentación se pueden realizar de dos maneras:

- La operación se realiza de una manera manual o mecánica, desde la embarcación auxiliar, lo que en algunos casos, debido a la frecuencia de las operaciones y a la lejanía de la granja, puede ser una solución desfavorable desde el punto de vista económico.

Además, la continuidad de la operación, puede verse comprometida en períodos de mala mar, con el consiguiente perjuicio para el cultivo.

- Se dispone de una instalación automatizada permanente, que puede ser controlada por ordenador, registrándose una serie de variables (temperatura, altura de ola, etcétera) y dosificando la alimentación en función de las mismas, tanto en cantidad como en frecuencia. Esto permite largos períodos de autonomía.

c) Las operaciones de mantenimiento y limpieza de red dependen de la posibilidad de realizarlas "in situ", o bien proceder a su sustitución. Estos trabajos dependen de la situación de la granja, el tratamiento anti-alga de la red, y el precio de engorde.

La reparación de los elementos de la granja puede hacerse en tierra, con la simple sustitución del mismo, dada la facilidad de intercambiar los elementos.

Para estas operaciones también es necesario disponer de una embarcación con grúa para la operación de sustitución de la red, caso de ser necesario el cambio.

En todo caso, la explotación de las granjas requerirá unos medios que variarán en cada caso particular, pero que en todo caso incluirá el uso de una embarcación específicamente preparada para estas operaciones.

7. CONCLUSIONES

1. En este trabajo se han analizado diversos tipos de granjas flotantes para peces en aguas abiertas. Incluye principalmente instalaciones de tipo semi-rígido, pero la red, y sobre todo los elementos de unión estarán sometidos a movimientos más bruscos y, por tanto, a esfuerzos mayores. Este es uno de los motivos por los que cuando se piensa en una solución rígida se piensa en soluciones basadas en un concepto diferente: semi-sumergible, barcaza (efecto "piscina"), etcétera.

2. Las granjas semi-rígidas presentan la enorme ventaja de poder capear los temporales deformándose, esto reduce las cargas sobre la estructura, red y el sistema de fondeo.

Un polígono flotador rígido y sus sistemas de fondeo se pueden diseñar para las mismas cargas ambientales, pero la red, y sobre todo los elementos de unión estarán sometidos a movimientos más bruscos y, por tanto, a esfuerzos mayores. Este es uno de los motivos por los que cuando se piensa en una solución rígida se piensa en soluciones basadas en un concepto diferente: semi-sumergible, barcaza (efecto "piscina"), etcétera.

3. Se han elaborado unos programas de ordenador para llevar a cabo el análisis y diseño de estas instalaciones, sean de tipo rígido, semi-rígido o sumergible.

4. De entre las soluciones descritas, se han analizado en detalle dos prototipos de granjas semi-rígidas sobre la base de la utilización de elementos tubulares de acero o neopreno reforzado. Asimismo, dentro del sistema de fondeo se han analizado tres soluciones de líneas: cadena, nylon y cable de acero.

5. Las granjas semi-rígidas presentan un coste por unidad de volumen útil de cultivo muy inferior al de las soluciones de tipo rígido. En contrapartida resultan más complicados los trabajos a bordo, siendo casi siempre necesario realizarlos desde una embarcación auxiliar.

6. En este trabajo se propone también una alternativa sumergible, capaz de mantener la instalación lejos de la zona batida, con todas las ventajas que ello supone: mayor tamaño, posibilidad de un polígono flotador rígido que tenga plataforma de trabajo, etcétera.

APENDICE I

Análisis dinámico. Salida de ordenador del programa BUOYDYNAMICS

*****		LINE CHARACTERISTICS	
* DYNAMIC RESPONSE OF BUOY'S *		LINE 1	
* MULTIPLE MOORING SYSTEM *		LINE LENGTH = 32	
* BY: A. MUJINA *		BREAKING LOAD = 36800	
* REV. 0 FEB. 1987 *		AREA = 1.41E-03	
* C: SEAPLACE IBERIA S.A. *		YOUNG'S MODULUS = 89788673	
*****		LINE 2	
JOB TITLE: TUBO ACER/CADENA 30		LINE LENGTH = 32	
SYSTEM CHARACTERISTICS		BREAKING LOAD = 36800	
*****		AREA = 1.41E-03	
BUOY CHARACTERISTICS		YOUNG'S MODULUS = 89788673	
*****		ELONG. CTE. (A) = .289914	
DISPLACEMENT = 78.5		ELONG. CTE. (B) = .08484	
DIAMETER = .51		*****	
CYL. LENGTH = 10		WAVE CHARACTERISTICS	
*****		*****	
WAVE LENGTH = 70		DRAG COEFF. = .71	
WAVE PERIOD = 7		INERTIA COEFF. = 2	
WAVE HEIGHT = 7		WATER DENSITY = 105.6	
WATER DEPTH = 10		CONSTANT FORCE = 0	
*****		CURRENT VELOCITY = 2	

SYSTEM RESPONSE

TIME	DISPL	ELEV	VELOC	ACC.	TEN 1	TEN 2
0.000	0.00	-2.48	0.000	12.42	0.0	0.0
0.430	0.85	13.31	2.850	4.02	-0.0	0.0
0.859	2.12	12.88	2.827	0.29	-0.0	0.0
1.289	3.22	12.22	2.191	-0.40	-0.0	0.0
1.718	3.99	11.28	1.330	-1.40	-0.0	0.0
2.148	4.36	10.11	0.426	-1.79	-0.0	0.0
2.577	4.37	8.81	-0.357	-1.78	-0.0	0.0
3.007	4.09	7.60	-0.890	-1.38	-0.0	0.0
3.436	3.65	6.77	-1.093	-0.69	-0.0	0.0
3.866	3.19	6.50	-0.954	0.16	-0.0	0.0
4.295	2.87	6.85	-0.514	1.02	-0.0	0.0
4.725	2.78	7.69	0.137	1.76	-0.0	0.0
5.154	3.00	8.80	0.896	2.32	-0.0	0.0
5.584	3.56	9.97	1.672	2.70	-0.0	0.0
6.013	4.44	11.05	2.402	2.94	-0.1	0.0
6.443	5.62	11.94	3.047	3.02	-10.4	0.0
6.872	7.06	12.63	3.525	2.30	-328.2	0.0
7.302	8.54	13.12	3.014	-6.08	-4641.4	0.0
7.731	9.11	13.45	-0.487	-5.20	-11846.9	0.0
8.161	8.80	13.39	-0.470	2.40	-7645.6	0.0
8.591	8.69	12.79	-0.229	0.51	-4852.1	0.0
9.020	8.56	11.77	-0.430	-0.16	-2441.1	0.0
9.450	8.32	10.43	-0.712	-0.81	-884.9	0.0
9.879	7.94	8.99	-1.045	-1.22	-229.5	0.0
10.309	7.43	7.69	-1.307	-1.14	-43.9	0.0
10.738	6.84	6.79	-1.368	-0.61	-7.1	0.0
11.168	6.28	6.50	-1.151	0.18	-1.3	0.0
11.597	5.88	6.85	-0.662	1.03	-0.5	0.0
12.027	5.74	7.70	0.027	1.78	-0.5	0.0
12.456	5.92	8.83	0.818	2.34	-2.0	0.0
12.886	6.43	10.01	1.618	2.70	-17.4	0.0
13.315	7.31	11.09	2.333	2.55	-206.3	0.0
13.745	8.40	12.00	2.554	-1.15	-2143.0	0.0
14.174	9.17	12.77	0.568	-9.02	-9311.1	0.0
14.604	8.98	13.37	-0.689	1.73	-9576.4	0.0
15.033	8.81	13.47	-0.181	0.74	-8024.6	0.0
15.463	8.74	13.02	-0.227	0.43	-5838.4	0.0
15.893	8.61	12.11	-0.384	0.12	-3136.5	0.0
16.322	8.40	10.85	-0.628	-0.59	-1235.8	0.0
16.752	8.06	9.41	-0.948	-1.14	-352.3	0.0
17.181	7.59	8.04	-1.245	-1.21	-73.1	0.0
17.611	7.01	7.00	-1.377	-0.80	-12.1	0.0
18.040	6.43	6.52	-1.245	-0.06	-2.0	0.0
18.470	5.97	6.69	-0.832	0.78	-0.6	0.0
18.899	5.75	7.41	-0.193	1.57	-0.4	0.0
19.329	5.83	8.48	0.578	2.20	-1.2	0.0
19.758	6.25	9.67	1.385	2.62	-8.6	0.0
20.188	7.02	10.79	2.140	2.72	-98.1	0.0
20.617	8.06	11.75	2.612	0.80	-1113.4	0.0
21.047	9.04	12.55	1.451	-8.43	-7091.3	0.0
21.476	9.07	13.23	-0.767	-0.18	-10189.7	0.0
21.906	8.84	13.50	-0.261	1.20	-8450.0	0.0
22.335	8.76	13.21	-0.190	0.42	-6612.7	0.0
22.765	8.66	12.43	-0.333	0.28	-3895.6	0.0
23.194	8.48	11.25	-0.546	-0.37	-1684.3	0.0
23.624	8.18	9.85	-0.850	-1.02	-529.4	0.0
24.054	7.74	8.43	-1.168	-1.25	-120.2	0.0
24.483	7.19	7.26	-1.362	-0.97	-20.9	0.0
24.913	6.40	6.59	-1.314	-0.30	-3.4	0.0

MAX. VALUES

MAX. DISPLAC.: 9.18483375
 MAX. REL. VELOCITY: 7.2388097
 MAX. CYL. VELOCITY: 3.56754861
 MAX. ACEL.: 16.7047206
 MAX. L1 LENGTH: 40.4266944
 MAX. L2 LENGTH: 31.9495641
 MAX. L1 TENSION: -11846.8946
 MAX. L2 TENSION: 0

APENDICE II

Análisis cuasiestático. Salida de ordenador del programa MOORSREAD

```

* SPREAD HOOPING ANALYSIS *
* * * * *
* BY: J.M. SENDAGORTA *
* C: SEAPLACE IBERIA 1983 *
* * * * *
* REVISION: 1 - FEB. 85 *
* * * * *
    
```

TITLE: GRANJA HEXAGONAL

DATE: WEDNESDAY, 14TH OCTOBER 1987
 TIME: 8:02:24 PM

SPREAD GEOMETRY

NUMBER OF LINES 6
 NUMBER OF ATTACHMENT POINTS 6

COORDINATES OF ATTACHMENT POINTS

POINT	X(M)	Y(M)
1	8.66	5.00
2	0.00	10.00
3	-8.66	5.00
4	-8.66	-5.00
5	0.00	-10.00
6	8.66	-5.00

DEFINITION OF LINES

LINE	ATTACHED TO POINT	ANGLE WITH X AXIS	LINE TYPE	LENGHT (M)
1	1	30.00	CATENARIA 30/200	40.0
2	2	90.00	CATENARIA 30/200	40.0
3	3	150.00	CATENARIA 30/200	40.0
4	4	210.00	CATENARIA 30/200	40.0
5	5	270.00	CATENARIA 30/200	40.0
6	6	330.00	CATENARIA 30/200	40.0

ENVIRONMENTAL LOADS AND MOTIONS

ANCHOR COORDINATES

ANGLE	CONDITION	FORCE SURGE/SWAY	PRETENSION
180.	1	7.0 1.000	0.3 TONNES

LINE PRETENSIONS

LINE	X (M)	Y (M)
1	38.9	22.5
2	0.0	44.9
3	-38.9	22.5
4	-38.9	-22.5
5	0.0	-44.9
6	38.9	-22.5

DIFFERENT PRETENSION CASES

CASE	PRETENSION
1	0.3

SUMMARY OF SPREAD HOOPING BEHAVIOUR

PRETENSION 0.30 TONNES
 ANGLE OF ATTACK 180.00 DEGREES

EXCURSION FORCE - X FORCE - Y MOMENT - 3

	FORCE - X	FORCE - Y	MOMENT - 3
4,000	-2.25	0.00	0.00
5,000	-9.06	0.00	0.00
6,000	-40.38	0.00	0.00
7,000	-92.50	0.00	0.00

(M) (T) (T) (T*M)

EXCURSION LATERAL EXCURSION 1 M ROTATION 1 D

	FORCE - X	FORCE - Y	MOMENT - 2
4,000	-0.28	-0.43	0.03
5,000	-2.17	-5.49	0.10
6,000	-1.85	-14.07	0.43
7,000	-21.07	-7.20	0.96

(M) (T/M) (T/M) (T*M/D)

RESULTS

PRETENSION 0.30 TONNES
 ANGLE OF ATTACK 180.00 DEGREES
 CONDITION NUMBER 1
 SLACKING POLICY NO
 TOTAL ENVIRONMENTAL LOAD 7.00 TONNES
 SURGE/SWAY MOTION 1.00 METERS

MEAN POSITION

EXCURSION 4.73 METERS
 LATERAL MOVEMENT 0.00 METERS
 ROTATION 0.00 DEGREES
 X COORDINATE OF ORIGIN -4.73 METERS
 Y COORDINATE OF ORIGIN 0.00 METERS

FINAL POSITION

EXCURSION 5.73 METERS
 LATERAL MOVEMENT 0.00 METERS
 ROTATION 0.00 DEGREES
 X COORDINATE OF ORIGIN -5.73 METERS
 Y COORDINATE OF ORIGIN 0.00 METERS

LINE TENSIONS

LINE	HOR. FORCE (TONNES)	TENSION (TONNES)	CHAIN ON BOTTOM (M)	ANCHOR TENSION (TONNES)
1	16.70	16.89	-93.84	16.97
2	0.12	0.31	25.07	0.46
3	0.00	0.20	29.48	0.46
4	0.00	0.20	29.48	0.46
5	0.12	0.31	25.07	0.46
6	16.70	16.89	-93.84	16.97

Discusión

N. Huther

Primero quiero agradecer a los autores por la precisa presentación de gran interés del trabajo efectuado, lo que con toda evidencia me permite formular unas preguntas:

1. Referente a las condiciones ambientales.

- A las mencionadas adjuntaría dos, las mareas y las posibles oscilaciones de bajas frecuencias de niveles, estas últimas pudiendo originar resonancias de anclaje muy peligrosas.
- Como existen dos sentidos al término ola máxima, ¿pueden los autores precisar si se trata del máximo significativo (o visual) o del máximo individual? A mí me parece por la zona E tratarse del máximo significativo, pero puedo estar equivocado.
- Considerando las prácticas "offshore", el período de retorno de 10 años me parece poco. ¿Cuál es la duración de vida prevista por las instalaciones?

2. El cálculo de los esfuerzos sobre la estructura se puede hacer según dos métodos:

- Método espectral, más adaptado para elementos de grandes dimensiones.
- Método temporal, más adaptado para elementos de poco diámetro.
¿Podrían los autores precisar cuál se escogió?

3. Referente a la dinámica estructural.

- Se fijó tres olas de proyecto, ¿se verificó las frecuencias propias de la estructura referente a las de las olas posibles? En el caso de tubos de neopreno, ¿no existen más riesgos de resonancias?
- Página 9 se menciona una simetría para reducir el cálculo. En el caso de los cálculos "offshore", se considera una ola pasando con unos 10 pasos intermedios, entonces si se respeta esta práctica, no se puede aplicar una reducción por simetría. ¿Hubo un estudio preliminar justificando esta simplificación?

Los autores

En primer lugar, agradecer al señor Huther sus palabras y el interés mostrado en nuestra conferencia, y esperamos poder aclarar suficientemente sus cuestiones.

1. Referente a las condiciones ambientales.

- La marea, en lo que supone de carga ambiental sobre la instalación, se ha tenido en cuenta como componente de la corriente de diseño, tal como se indica en el apartado 4.1.

Los 2 m./sg. (4 nudos) supuestos engloban tanto la corriente debida a la marea como la debida al viento, que son las dos principales componentes de la corriente total. De todos modos, este valor, aunque alto, ha de ser adecuado a la ubicación de la instalación teniendo en cuenta las condiciones reales de cada emplazamiento.

La marea, en lo que supone de variación de la profundidad, es importante no como carga ambiental sino por el efecto de variar las condiciones de tensión en las líneas, sobre todo en emplazamientos con poca profundidad como es el ejemplo presentado.

El efecto de la marea, que en un fondeo convencional

no se tiene en cuenta, caso de las plataformas de exploración, aquí es importante, dado que la tensión en las líneas de fondeo es utilizada para el mantenimiento de la forma de la granja. Por ello, se dispone de un sistema de línea con flotadores intermedios, en los casos de amarre con cable de acero y estacha, de manera que la línea permanezca en tensión tanto en marea alta como en marea baja.

En cuanto a las oscilaciones de baja frecuencia, suponemos que se referirá a las oscilaciones de segundo orden asociadas a los trenes de olas. Este fenómeno tiene gran trascendencia cuando coinciden el período de incidencia de dichos trenes con el período propio del conjunto plataforma-sistema de fondeo, provocando la resonancia. Obviamente es necesario que el período propio del movimiento sea grande, lo cual sucede en el fondeo de las plataformas semi-sumergibles, buques almacén, etcétera. Curiosamente, a pesar de su importancia, es un fenómeno aleatorio de tan difícil predicción que no se tiene habitualmente en cuenta en los cálculos de dichos sistemas de fondeo.

En nuestro caso, con períodos propios mucho más bajos, del orden de dos segundos y menores (varía con el tipo de fondeo), no existe ningún problema de resonancia asociado a los trenes de olas.

- En lo referente a la ola máxima, tal como se indica en el apartado 4.1, en el párrafo dedicado a la ola se establecen las alturas significativas máximas, por zonas, en las costas españolas. Más adelante, en el párrafo en que se establecen las condiciones de diseño, utilizadas para el diseño estructural y del sistema de fondeo, se usa la ola máxima absoluta (individual) como queda indicado en dicho párrafo.

El motivo de haberse utilizado una ola máxima (individual) de diseño menor que las significativas arriba indicadas, motivo tal vez de la duda suscitada, obedece al hecho de que para la profundidad de agua considerada (10 metros), la altura de ola de siete metros es la máxima posible antes de que la ola rompa. Por otra parte, los datos de olas significativas presentadas corresponden a los resultados esperados en zonas abiertas, alejadas de la costa, etcétera, es decir, para una instalación fondeada en aguas más profundas, será necesario conocer esas limitaciones a fin de obtener la ola de diseño.

- En la práctica "offshore" se usan, para el diseño de las plataformas fijas, períodos de retorno entre 50 años (D.O.E.) y 100 años (DnV). Se trata de estructuras que permanecerán en la posición durante 20 años o más. En lo que respecta a las plataformas móviles, la práctica exige cifras similares para el diseño de la estructura, considerando, por supuesto, el 1/3 de aumento de los esfuerzos admisibles en dicha condición. Sin embargo, la práctica habitual en el diseño de los sistemas de fondeo es la de considerar una cifra muy inferior, estando extendido por todo el mundo el uso de un período de retorno de 10 años. Es el caso de las plataformas de perforación, que lógicamente sufren inspecciones periódicas con entradas en dique al menos cada cinco años.

De todos modos, y como ya se indicó en el punto anterior, las condiciones de diseño, en el ejemplo presentado, no han estado determinadas por el período de retorno, sino por las razones anteriormente explicadas. Es decir, dada la limitación de la altura de ola con la profundidad es imposible que la ola supere el valor considerado.

En lo que respecta a la vida de la instalación hay que distinguir entre la red, el sistema de fondeo y el sistema flotador. La red deberá ser limpiada y sustituida cuando presente un deterioro que presente

peligro de rotura, aspecto que está indicado en el estudio. Las líneas de fondeo deben ser inspeccionadas periódicamente y reemplazadas "in situ" al presentar deterioro. En cuanto a la estructura, deberá ser igualmente inspeccionada periódicamente, considerándose que al menos una vez cada cinco años deberán inspeccionarse a fondo cada uno de los tubos.

2. Referente al cálculo de los esfuerzos sobre la estructura.

- En nuestra opinión, la utilización de un método espectral o temporal (si por temporal se entiende ola máxima) no depende del tamaño de los elementos. En ocasiones podrá ser así, pero en otras puede ser lo contrario.

En el apartado 4.5 se describe el método de análisis empleado para el cálculo de las fuerzas en las líneas de fondeo y esfuerzos en los elementos de la granja.

Para ello se han usado dos métodos: el dinámico, por medio del programa desarrollado en este estudio, BUOYDYNAMICS, consistente en la resolución de un modelo simplificado de flotador/líneas de fondeo, y el método cuasiestático, por medio del programa MOORSPREAD usado para el análisis del fondeo de grandes plataformas semi-sumergibles. En ambos casos se usa la ola máxima de diseño de siete metros. En el método dinámico se somete el modelo a la acción de un tren de olas regulares, con la altura de ola máxima, durante un número de ciclos suficiente hasta que la respuesta se estabiliza, tal como se indica en el apartado 4.5.1.

En el método cuasi-estático se calcula el desplazamiento medio producido por las fuerzas ambientales cuasi-estáticas corriente y fuerzas de ola de segundo orden (drift) y se superpone el desplazamiento dinámico producido por las fuerzas de ola de primer orden, tal como se indica en el apartado 4.5.2.

El análisis espectral se podría llevar a cabo a partir de las funciones de transferencia, obtenidas con el programa BUOYDYNAMICS, seguido del proceso clásico, o bien introduciendo en dicho programa unos registros de olas irregulares y tratando estáticamente dicha respuesta.

Concretando la respuesta, se ha seguido el método de diseño de la ola máxima, con dos aproximaciones: dinámica y cuasiestática.

3. Referente a la dinámica estructural.

- Con respecto a la dinámica estructural, no es que se fijasen tres olas de proyecto, sino que se fijó la altura de ola máxima, y para esta altura se tomaron tres combinaciones de período/longitud de ola, de modo que se pudiese tener una curva aproximada de los resultados en cada caso estudiado (tubo/línea de fondeo).

Las frecuencias propias de la estructura son muy superiores a las de la ola máxima. Los posibles efectos de resonancia con olas menores no se han estudiado, cosa que puede ser realizada con el programa aquí desarrollado.

Los tubos de neopreno tendrán lógicamente problemas adicionales, siendo muy importante la presión dispuesta.

- La simetría geométrica utilizada está basada en que la ola incidente es paralela a uno de los lados del hexágono, que es la posición en que la ola produce mayores esfuerzos en los tubos y mayores tensiones en las líneas (se ha supuesto que en esta posición las dos líneas laterales, paralelas al frente de onda, no contribuyen a la resistencia al arrastrarse y solamente mantienen la forma de la granja). Con estos supuestos, y utilizando una aproximación similar a la "strip theory" usada en el análisis del comportamiento en la mar de los barcos, se ha considerado que cada pareja de líneas (anterior y posterior) enfrentadas a la ola, soporta la mitad de la granja (ver figura 5).

La aplicación de la simetría propuesta en el comentario, no es aplicable en este caso, ya que al tratarse de un estudio dinámico interesa el comportamiento de la instalación a lo largo de varios ciclos (hasta que la respuesta se estabilice) y no a lo largo de medio período. El comentario indicado es válido en el diseño de plataformas fijas donde se consideran varios momentos de paso de la ola a fin de calcular los esfuerzos máximos.

FE DE ERRATAS

En el apéndice "BUQUES TERMINADOS POR LOS ASTILLEROS NACIONALES DURANTE 1987", del número especial de octubre 1988, se han introducido los siguientes errores, ajenos por completo a nuestra voluntad.

En la página 524, línea 27:

Dice:	Debe decir:
155 Khadija I	Astilleros Ojeda y Aniceto
156 Khadija II	155 Khadija I 156 Khadija II

En la página 526, en la primera línea:

Dice:	Debe decir:
469 Carolina P	C. N. Santodomingo
470 Sil	469 Carolina P 470 Sil
548 San Waitaki	548 San Waitaki
552 Tizguit	552 Tizguit
553 Guigou	553 Guigou
572 Río Vello	572 Río Vello
619 Marrajero	619 Marrajero
620 Tintoreta	620 Tintoreta
640 Moraleda	640 Moraleda

En la página 527, líneas 6 y 8:

Dice:	Debe decir:
Frigoríficos Martínez	Frigoríficos Marítimos

En el apéndice "CARTERA DE PEDIDOS", del mismo número, en la página 542, línea 41:

Dice:	Debe decir
357 Maposa Doce	Pesquero congelador de arrastre por popa
	312 150 800
357 Maposa Doce	Pesquero congelador/ Factoría
	1.453 1.160 2.070

TRAFICO MARITIMO

El baile de los registros

Por Miguel Pardo Bustillo (*)



1. SITUACION Y EVOLUCION DE LAS FLOTAS EUROPEAS

Quando la oferta supera a la demanda como ha ocurrido y sigue ocurriendo en algunos tráficos del transporte marítimo, sólo sobreviven aquellos que tienen menores costes de explotación de sus buques.

Esta es la causa por la que los buques abanderados en países tradicionales pero con altos costes de explotación, han sido transferidos a banderas de conveniencia o más propiamente llamados registros de libre matriculación RLM, donde, y debido principalmente al coste y nacionalidad de los tripulantes, los costes de explotación son menores.

Este hecho que se viene produciendo desde hace tiempo, ha cobrado en estos últimos años, debido a la depresión del mercado de fletes, una gran importancia en el reparto de banderas de la flota mundial.

Las últimas cifras publicadas por el ISL dan cuenta de las variaciones de tonelaje de los países con sus principales flotas, de las que extraemos a continuación los 20 primeros países y su situación comparativa de 1986 y 1987.

Flota en millones TPM

N.º	País	1986 ¹	1987 ¹	Cambio 87/86
1	Liberia	107,1	98,5	- 8,0
2	Panamá	65,6	67,4	+ 2,8
3	Japón	60,3	55,5	- 8,1
4	Grecia	50,5	46,2	- 8,5
5	URSS	24,9	24,9	0,0
6	USA	24,7	24,5	- 0,6
7	Chipre	14,7	21,3	+45,0
8	China	16,1	17,6	+ 9,7
9	Hong Kong	11,5	13,4	+16,9
10	Filipinas	8,4	13,0	+55,0
11	Bahamas	9,1	12,8	+40,6
12	U.K.	19,2	12,5	-34,8
13	Italia	12,3	12,0	- 2,9
14	Singapore	10,5	11,5	+10,3
15	Noruega	19,9	10,8	-45,5
16	Corea	11,1	10,6	- 4,4
17	Brasil	10,0	10,2	+ 1,9
18	India	10,6	10,1	- 3,8
19	Francia	10,5	8,1	-23,0
20	España	9,6	8,1	-16,0

(1) A 1 de enero de cada año.

(*) Presidente del Instituto Marítimo Español.

Estas cifras que todavía serán más llamativas cuando aparezcan los datos de 1988, muestran claramente el traspaso de tonelaje de países tradicionales como U.K., Noruega, Francia, Grecia, etcétera, a RLM como Filipinas, Chipre, etcétera.

Ante esta situación, los primeros países debieron de tomar una serie de decisiones que analizamos a continuación.

2. LOS PRIMEROS PASOS

(Los Registros Light)

De aquellos países con mayor vocación y experiencia en el transporte marítimo, fue el Reino Unido el que percibiendo de la magnitud del problema, inició la búsqueda de fórmulas para solucionarlo basándose en el cambio de registro.

La Administración de dicho país atenta a la falta de competitividad de su flota, ofreció rápidamente a sus armadores la solución de un segundo registro en la ISLA DE MAN, mediante el cual se ofrecían a los armadores que matriculasen sus buques en dicho registro, la obtención de una serie de mejoras en los costes de operación, permitiéndoles recuperar parte de su falta de competitividad.

Esta solución tenía que apoyarse en la ISLA DE MAN por imperativos comunitarios, ya que a causa de la libre competencia por la que aboga el Tratado de Roma, el espacio geográfico elegido no debería estar incluido en el tratado de adhesión del Reino Unido a la CEE o incluido con ciertas reservas o condiciones especiales, como ocurría en el caso de la Isla de Man.

Esta iniciativa británica fue seguida a continuación por Francia, que eligiendo un territorio colonial, la Isla de Kerguelen en el Océano Pacífico, implantó, asimismo, un segundo registro, que, sin embargo, limitó para los buques en tráfico Tramp y para un número de buques determinado.

Estos registros, suponían una solución intermedia a la falta de competitividad, porque mediante algunas exenciones fiscales, y otro tipo de medidas principalmente en tripulaciones, permitían operar estas flotas a menores costes que con registros de U.K. y Francia, si bien con mayores que las típicas banderas de conveniencia.

Por ello, estas iniciativas fueron denominadas con el nombre de "Registros Light".

Sin embargo, esta iniciativa permitía a los gobiernos de estos países, seguir controlando totalmente su marina mercante, en lugar de dejar que pasaran sus buques a otras banderas.

3. EL CASO ESPAÑOL

En España en verano de 1986 y a la vista de la importante caída de la flota mercante, los armadores a través de su asociación ANAVE, promueven iniciativas encaminadas a buscar soluciones a sus problemas, que no diferían mucho de sus vecinos europeos.

El plan de flota que la Administración española promulgó a principios de 1986 se veía que no era la solución adecuada a los problemas, como posteriormente se demostró.

Ante esa situación los armadores españoles a través de ANAVE, conjuntamente con el gobierno autónomo canario y la asociación de refinerías de ASERPETROL, encargan al INSTITUTO MARITIMO ESPAÑOL (IME) el estudio de viabilidad para establecer un "Registro Especial de Matriculación de Naves en Canarias".

La razón de la elección de Canarias estriba en sus condiciones especiales en el acta de adhesión de España a la CEE, así como a su especial régimen fiscal.

Dicho estudio, presentado en octubre de 1986 y realizado por prestigiosos juristas y profesionales del sector coordinados por el IME, concluye que el proyecto es viable, recomendando su implantación.

Es de destacar que al contrario de otros países, donde es la Administración, la que propone este tipo de soluciones, en España, no sólo la propuesta parte de los armadores, sino que la Administración la rechaza argumentando motivos de seguridad de la flota.

De este modo, este débil argumento acaba con el proyecto.

Y decimos que es un débil argumento, porque es público y demostrable que desde hace varios años la flota española tiene una mayor siniestralidad que la de banderas de conveniencia como Liberia o Panamá, razón por la que no se puede pensar que este registro comporte un mayor riesgo.

4. LA EXPLOSION DE LOS REGISTROS ABIERTOS

Un año después, a finales de 1987, empiezan a entrar en actividad nuevos registros, que durante este último año han proliferado hasta el punto, que la oferta a los armadores es de lo más variado y sugestivo que se puede imaginar.

Para no dejarnos en el tintero ninguna de las nuevas iniciativas, intentaremos describir los últimos movimientos en este sentido.

NORUEGA

En septiembre de 1987, la Administración marítima noruega establece el nuevo registro internacional Noruego NIS.

Este registro es totalmente abierto, contando al año de su implantación con 225 buques inscritos y otros 50 que han solicitado en inscripción.

De ellos nueve son de compañías extranjeras, trece de compañías mixtas y el resto de navieras noruegas.

Al no pertenecer Noruega a la CEE no existen límites a las ayudas o subvenciones al NIS.

ALEMANIA

En el verano de 1988, la coalición demócrata-liberal ha planteado un proyecto en el Parlamento para la creación de un segundo registro libre.

U.K.

El registro de la Isla de Man contaba a finales de 1987 con 3,2 millones de TPM.

FRANCIA

El nuevo registro de Kerguelen, ha supuesto un éxito, habiendo cubierto el cupo establecido de buques a inscribir.

Hay que destacar que 11 buques, que bajo intereses franceses navegaban en otros pabellones, se han pasado a este registro.

PORTUGAL

Existen dos proyectos para la creación del segundo registro.

Uno es la Isla de Madeira y el otro el Registro de MACAO.

Parece en la actualidad más avanzado este último, que ofrece sueldos y salarios libres de impuestos y utilización de la bandera portuguesa hasta finales de 1999 en que el territorio pasará a la soberanía china.

HOLANDA

Los armadores holandeses, transfieren sus flotas a las Antillas Holandesas.

DINAMARCA

Constituye el caso más espectacular de los estudiados hasta ahora. Se crea el nuevo registro internacional danés DIS en agosto de 1988 y en pocas semanas, cuenta con el 90 por 100 de su flota nacional.

Este registro abierto a todo tipo de buques excepto a los de cabotaje y a los ferries que hacen el servicio entre Dinamarca y Suecia y Noruega requiere como mínimo un 20 por 100 de capital danés.

La iniciativa ha sido apoyada por los sindicatos, habiendo eximido a los tripulantes de la totalidad de impuestos sobre la renta percibida en estos buques.

No cuentan con cuadros indicadores de tripulaciones, cuyo número se fija en función de la operación y seguridad del buque.

En este último aspecto conviene destacar que los requerimientos de seguridad son análogos a la de los buques daneses.

Uno de los efectos importantes obtenidos con la implantación del DIS es el retorno de grandes armadores daneses que habían optado por abanderar en otros registros como A. P. MOLLER, LAURITZEN, etcétera.

Es de destacar, sin embargo, que se trata del primer país comunitario que establece un segundo registro en el interior de su país, con las posibles implicaciones que este aspecto pueda tener en relación con la libre competencia que defiende el Tratado de Roma.

LUXEMBURGO

La implantación del LIS, se ha visto como la solución para crear un registro comunitario, sin necesidad de que cada país resuelva su problema por separado.

Las medidas positivas de apoyo al sector, emanadas de las directivas comunitarias, sin embargo, no consideran esta solución, y los expertos comunitarios estiman que existen tantos problemas legislativos para su implantación que, caso de producirse, se demoraría mucho.

POLONIA

El Ministerio de Transportes está preparando una modificación de la legislación marítima para incluir el segundo registro.

Además de estas opciones europeas, países de otros continentes han iniciado también actividades en este campo, como, por ejemplo:

REPUBLICA DE VANUATU

Este país del Pacífico Sur, cercano a Australia y compuesto por 80 islas, alcanzó su independencia en 1980.

Ha establecido un registro de libre matriculación disponiendo ya de 275 buques y dos millones de TPM.

GAMBIA

Esta república del Africa occidental tiene previsto establecer un registro abierto para finales de 1988.

ISLA MAURICIO

En el Océano Indico, quiere establecer un registro libre, que no sea bandera de conveniencia, a principios de 1989.

Va a imponer para ello una serie de limitaciones, como puede ser la edad de los buques que no podrán pasar de

15 ó 20 años y una utilización de, al menos, un 30 por 100 de tripulación del país.

5. ¿Y EN ESPAÑA QUE?

No cabe otra pregunta a los hechos expuestos anteriormente.

Todos los países están buscando soluciones a sus problemas, y mientras tanto, ¿qué hacemos en España?

La negativa de la Administración española al Registro Canario o cualquier otro segundo registro, fue compensada con la "Solución particular española".

Consistía ésta en los llamados "Planes de viabilidad de las empresas navieras", por lo cual cada compañía armadora debía:

- a) Demostrar su viabilidad.
- b) Realizar algún tipo de aportación por parte de sus accionistas.
- c) Solicitar de la Administración y BCI ayudas a cada uno por cuantías equivalentes a las realizadas por la empresa.
- d) Solicitar, asimismo, a la Administración ayudas institucionales para conseguir la competitividad en el mercado internacional.

Pues bien, estos planes de viabilidad que se presentaron en septiembre de 1987, van a ser, después de numerosos estudios, analizados por una nueva gerencia que ha comenzado sus actividades en noviembre de 1988.

Es curioso observar cómo la mayor parte de los armadores solicitaban en dichos planes la creación de un segundo registro, como ayuda institucional para la consecución de la ansiada competitividad.

Parece ser, sin embargo, que el nuevo titular del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, no ha visto con malos ojos esta iniciativa, por lo que es posible que todavía se pueda coger el tren en marcha, ya que la otra alternativa propugnada por otros sectores que sería la de esperar al LIS o segundo registro europeo, parece que va para largo.

Esperemos, pues, que se tomen las decisiones más adecuadas para el bien de nuestra marina mercante.

PRECIOS DE SUSCRIPCION ANUAL A "INGENIERIA NAVAL" - 1989

España (incluido IVA)	3.800
España (Ceuta, Melilla, Canarias) y Portugal	3.600
Países hispanoamericanos	5.300
Demás países	6.200
Número suelto	500

Las expediciones españolas en la costa del Pacífico de Norteamérica en el siglo XVIII (II)

Por María Pilar de San Pío
Licenciada en Filosofía y Letras

Las noticias traídas en 1786 por el explorador francés Conde de La Pérouse acerca de la presencia rusa en Alaska y en otros puntos de la costa noroeste de América descubiertos por españoles, harían que España reanudase sus expediciones marítimas por aquellos territorios, tras un paréntesis de casi diez años. En efecto, en enero de 1787, el Rey Carlos III, daba las órdenes pertinentes para proseguir las exploraciones, aunque, debido a la muerte del Virrey de Nueva España, Bernardo de Gálvez, éstas no se iniciarían hasta un año más tarde. El nuevo Virrey, Manuel Antonio Flórez, sería quien pusiera en marcha la primera de esta nueva serie de expediciones¹.

1. Expedición de Esteban José Martínez y Gonzalo López de Haro (1788)

Aunque en un primer momento las instrucciones para este viaje fueron dadas a José Camacho, comandante encargado del establecimiento naval de San Blas, y a Francisco Antonio Mourelle, y los navíos que iban a ser despachados eran la fragata *Concepción*, que se estaba construyendo en Realejo, Nicaragua, y la *Favorita*, una súbita enfermedad de Camacho y la ausencia de Mourelle obligaron al Virrey a nombrar al alférez de navío Esteban José Martínez y al segundo piloto de la Real Armada, Gonzalo López de Haro, para llevar a cabo esta cuarta expedición a la costa noroeste².

Tampoco los buques previstos en principio estuvieron en San Blas a tiempo de ser aprestados para salir, Martínez mandaría, pues, la fragata *Princesa*, mientras el paquebote *San Carlos*, alias *Filipino*, iría a las órdenes de López de Haro. El primero llevaría a los pilotos Antonio Palacios, Antonio Serantes y Esteban Mondofia, y el segundo tendría por pilotos a Juan Martínez y Zayas y José María Narváez, y al pilotín José Verdía. La *Princesa* llevaría dos capellanes: José López de Nava y José María Díaz, mientras Nicolás Noera ocuparía este puesto en el *San Carlos*³.

La expedición salió de San Blas el 8 de marzo de 1788, llegando el 17 de mayo a la isla de Montague, pero, una vez allí, vientos contrarios le impidió entrar hasta el día 28 en la ensenada del Príncipe Guillermo,

cuya latitud estimaron en 60° 8' N, donde tomarían posesión del lugar que nombraron puerto de Flores. Desde este puerto los pilotos Mondofia y Narváez fueron enviados a hacer dos exploraciones distintas, no encontrando muestras de establecimientos rusos. Sus resultados no cambiaron la decisión que había sido tomada en la *Princesa* de navegar hacia California, lo que intentarían el día 16. Sin embargo, vientos que les empujaban hacia el oeste, separaron los dos navíos el 24 de junio⁴.

López de Haro con el *San Carlos* pasó al sur del cabo Elizabeth, desde donde divisó el lugar que el capitán James Cook había llamado Pt. Banks, pasando junto al cabo que nombró Cabo de Dos Puntos, en la isla de Kodiak. Dos millas al sur de este lugar iba a permanecer anclado el paquebote varias semanas, mientras López de Haro entraba en contacto con el comandante ruso Delarof que le informó acerca de sus planes para ocupar Nootka y le dio un mapa que mostraba todos los establecimientos rusos en Alaska. En esta bahía, más tarde llamada bahía de los Tres Santos, López de Haro fue informado de que Martínez estaba en Trinidad.

En efecto, Esteban Martínez, por su parte, había alcanzado en la fragata *Princesa* la isla Trinidad, situada en la entrada sur de la isla de Kodiak, donde tomó posesión el 30 de junio de la Punta de Floridablanca. Tras ser informado por los comerciantes rusos asentados en dicha isla del lugar donde se hallaba López de Haro, los dos expedicionarios se reunieron de nuevo el 5 de julio en la isla de Kodiak, y llegaron a establecer relaciones sumamente cordiales con los comerciantes rusos, lo que les permitiría conocer su plan de crear un establecimiento permanente en Nootka.

En los días siguientes navegaron juntos en dirección sur, divisando las islas de Chirikof y Shumagin, fondeando cerca de la isla de Sanak, y pasando cerca de Unimak y Acutan hasta Unalaska, donde recibieron más información sobre los asentamientos y planes rusos. A fines de agosto la expedición iniciaría el regreso hacia Nueva España. El *San Carlos* llegó a San Blas el 22 de octubre, y la *Princesa* lo haría el 5 de diciembre, por haberse detenido durante un mes en Monterrey.

Aunque muchos historiadores han coincidido en que esta expedición no aportó mucho desde el punto de vista de exploración, ni de descubrimiento, es necesario, sin embargo, resaltar que sí cumplió sus objetivos de

¹ Este artículo es continuación del aparecido en la Revista INGENIERIA NAVAL, números 638-639 (1988); páginas 463-466, donde se describían las expediciones anteriores.

² Una breve biografía de estos personajes aparece en el artículo de Donald C. Cutter: *California Training Ground for Spanish Naval Heroes*. "California Historical Society Quarterly", 40 (1961), páginas 109-122.

³ Ver la obra de Michael Thurman: *The Naval Department of San Blas*. "Glendale, Ca.", 1967, páginas 264-265.

⁴ Una detallada descripción de este viaje figura en Henry R. Wagner: *The Cartography of the Northwest Coast of America to the Year 1800*. "Berkeley", 1937, páginas 202-204; y en la obra de Enrique Vila Vilar: *Los Rusos en América*, páginas 69-86.

informar sobre las actividades de los rusos, así como de advertir al Virrey sobre el potencial peligro que significaba la presencia de muchos comerciantes de pieles ingleses en aquellos territorios ⁵.

A su retorno de Alaska, Martínez informó al Virrey Flórez de la necesidad de establecer un fuerte en Nootka para defender el derecho de España en este territorio. Convenido el Virrey de la importancia de ocupar este puerto, decidió organizar una nueva expedición y dio instrucciones, en este sentido, a Esteban Martínez para esta comisión el 23 de diciembre.

2. Expedición de Esteban José Martínez y Gonzalo López de Haro (1789)

Con el encargo preciso de construir una batería en Nootka y de explorar la zona comprendida entre Nootka y los 55° N., salieron de San Blas, el 17 de febrero de 1789, la fragata *Princesa*, a las órdenes de Esteban Martínez, y el paquebote *San Carlos* a las de Gonzalo López de Haro ⁶. La tripulación de estos navíos era mucho más numerosa que en el viaje anterior, pero sufrieron también muchas más bajas por enfermedades.

El 5 de mayo Martínez llegó a Nootka donde tomaría posesión el 24 de junio del puerto que llamó Santa Cruz de Nootka o puerto de San Lorenzo. Estableció cordiales relaciones con los capitanes americanos Kendrick y Gray, mientras que dejó patente su disconformidad con la presencia de los ingleses, en aquel lugar deteniendo a principios de julio al capitán James Colnett y capturando los navíos ingleses *Argonaut* y *Princess Royal*, que enviaría a San Blas. Colnett había recibido la orden de ocupar el puerto para Inglaterra y establecer allí factorías de pieles de nutria. La actuación de Martínez derivaría en la famosa controversia del Estrecho de Nootka entre España e Inglaterra ⁷.

En cumplimiento de las órdenes recibidas, Martínez empezó la fortificación del puerto, pero pronto recibió órdenes desde Méjico de abandonar Nootka antes del invierno. Saliendo de allí el 31 de octubre de

⁵ Thurman: *The Naval Department of San Blas*, página 275.

⁶ El diario de Esteban José Martínez fue editado por Roberto Barreiro Meiro y publicado en la *Colección de diarios y relaciones para la historia de los viajes y descubrimientos* (Madrid, 1964).

⁷ Aunque se ha publicado mucho este tema, el estudio más completo es, sin duda, William R. Manning: *The Nootka Sound Controversy*. "Annual Report of the American Historical Association, 1904" (Washington, 1905), páginas 281-478.

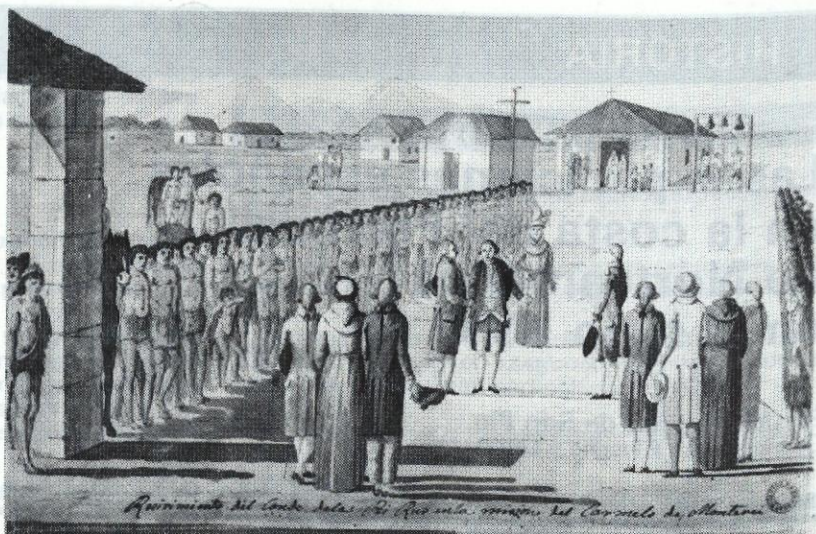


Fig. 1.—Recibimiento del Conde de La Pérouse a la misión de Carmelo en Monterrey en 1786. Dibujo a pluma y aguada sepia por José Cardero. Museo Naval de Madrid. Ms. 1723 (1).

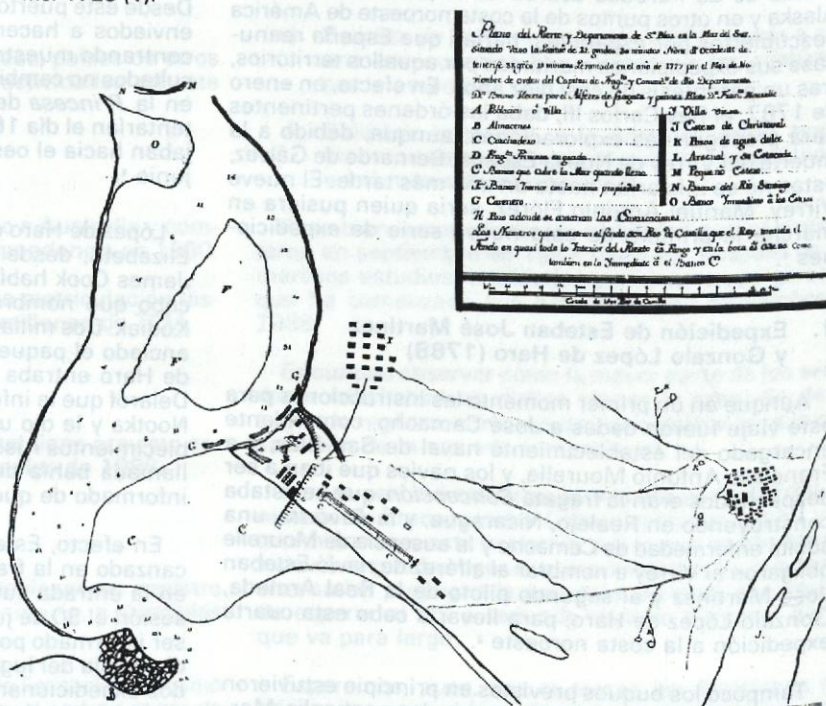


Fig. 2.—Plano del puerto y departamento de San Blas en la Mar del Sur, levantado por el primer piloto Francisco Mourelle en 1777. Manuscrito. Museo Naval de Madrid. Atlas 10.096, número 1.

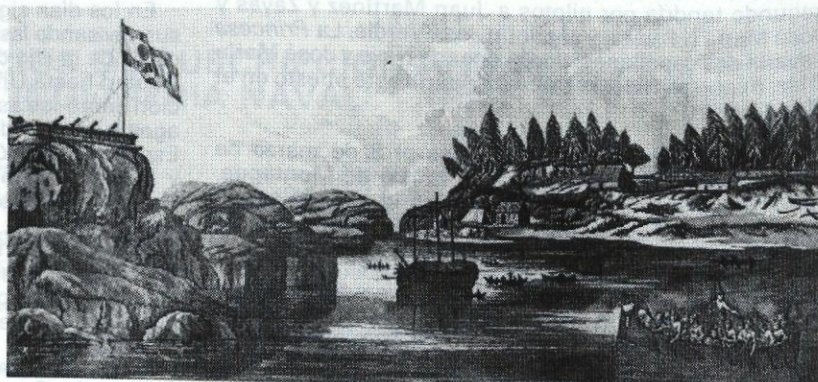


Fig. 3.—Vista del interior de la Cala de los Amigos en la entrada de Nootka Grabado. Museo Naval de Madrid.

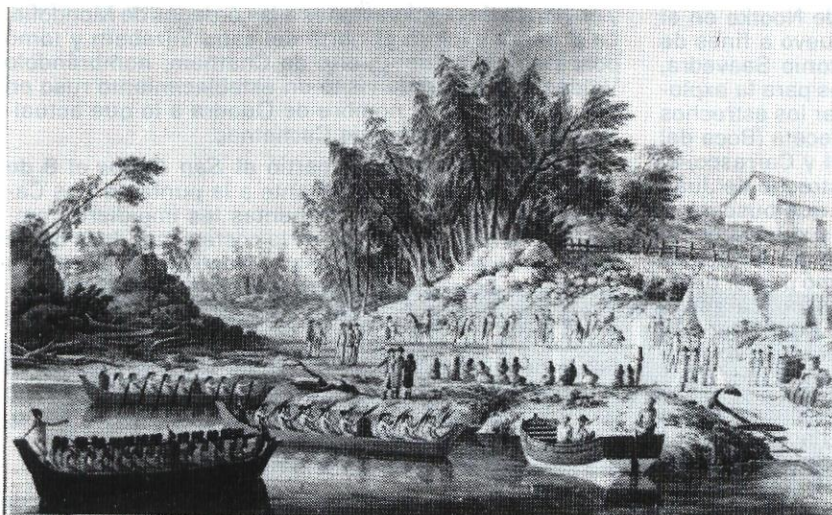


Fig. 4.—Baile en la playa. Dibujo a tinta y aguada sepia por Tomás de Suria. Museo Naval de Madrid. Ms. 1723 (7).

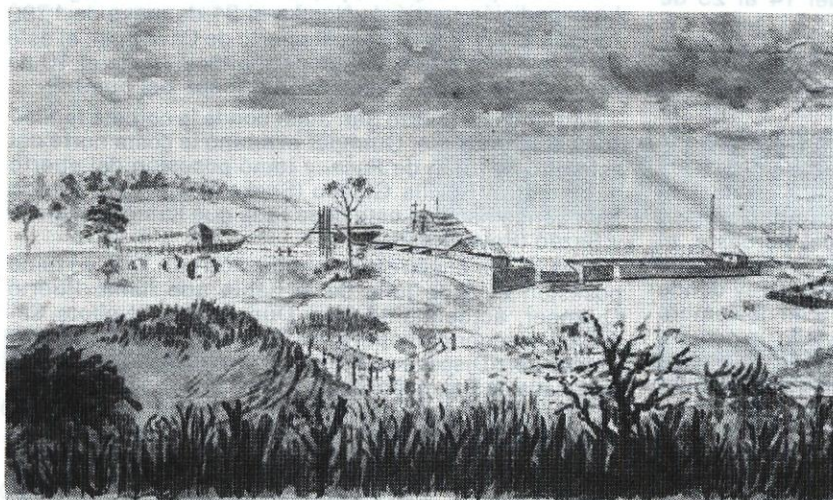


Fig. 5.—Presidio de Monterrey. Dibujo a pluma y aguada sepia por José Cardero. Museo Naval de Madrid. Ms. 1723 (3).

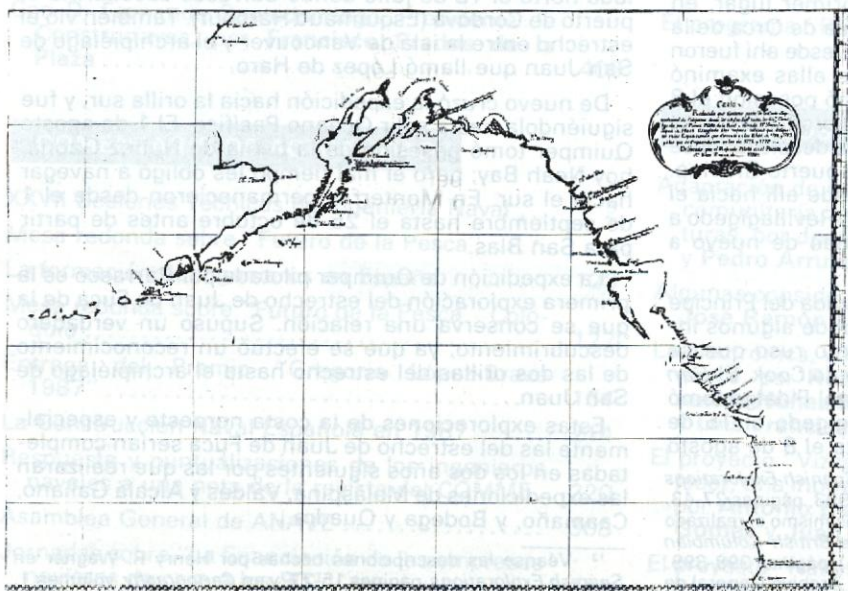


Fig. 6.—Carta de la costa septentrional de California desde los 40° hasta los 64°. Realizada por Gonzalo López de Haro en 1790. Manuscrito. Museo Naval de Madrid. Atlas 10.096, número 11.

1789, llegaría a San Blas el 6 de diciembre llevando la *Princesa*, la *Santa Gertrudis* y una goleta americana llamada *Fair American*.

Durante su estancia en aquel lugar confió una exploración al piloto José María Narvéez en la goleta nombrada *Santa Gertrudis la Magna*, que había sido capturada y que anteriormente era llamada *Northwest America*, examinando la entrada del estrecho de Juan de Fuca desde el 21 de junio al 5 de julio. El diario de Martínez y una carta náutica levantada por Narvéez de los reconocimientos efectuados durante este viaje son las únicas fuentes de información relativa a esta salida, ya que no se ha encontrado ninguna relación directa de la misma ⁸.

3. Expedición de Francisco de Eliza (1790)

Esta expedición fue organizada en cumplimiento de las reales órdenes de mantener la ocupación de Nootka dadas al Virrey Conde de Revillagigedo quien, el 17 de octubre de 1789, había sucedido al Conde de Flórez. En efecto, tras la llegada de Esteban Martínez de Nootka, Juan Francisco de la Bodega y Quadra, que había sido recientemente nombrado comandante del Departamento de San Blas, dio al teniente de navío Francisco de Eliza las instrucciones para este viaje. Expedidas el 28 de enero de 1790, las órdenes que Eliza recibió eran ir a Nootka y continuar con la fortificación de aquel lugar y, en segundo lugar, explorar la entrada del río de Cook, la bahía del Príncipe Guillermo y la costa hasta la entrada de Fuca ⁹.

Salió, pues, Eliza como comandante de la expedición embarcado en la fragata *Concepción*, acompañado de Salvador Fidalgo en el paquebote *San Carlos*, alias *Filipino*. La expedición llegó a Nootka el 4 de abril, donde se le uniría dos días más tarde, Manuel Quimper en la balandra *Princesa Real*. Empezó Eliza inmediatamente la fortificación del puerto y destacó a Fidalgo y a Quimper para llevar a cabo sendas exploraciones. Mientras estos dos expedicionarios, tras llevar a cabo sus reconocimientos, volverían a San Blas, Eliza permanecería en Nootka aquel invierno ¹⁰.

⁸ Henry Wagner en *Cartography* localiza este mapa en el Archivo General de la Nación de Méjico, Historia 31.

⁹ En el Museo Naval de Madrid se conserva un extracto del diario de Eliza en el Ms. 332, así como importantes ejemplares de la cartografía levantada durante este viaje Wagner: *Cartography*, volumen 1, página 219; Michael E. Thurman: *Juan Bodega y Quadra and the Spanish Retreat from Nootka 1790-94*, en *Reflections of Western Historians*, J. A. Carrol ed. (Tucson: University of Arizona Press, 1969), páginas 54-55.

¹⁰ Warren L. Cook: *Flood Tide of Empire: Spain and the Pacific Northwest, 1543-1819*. New Haven, 1973, páginas 276-277.

El 5 de mayo de 1791 Eliza partiría de Nootka en el *San Carlos*, que había llegado allí de nuevo a fines de marzo bajo la dirección de Ramón Antonio Saavedra, trayendo bastimentos y las instrucciones para la exploración. El objetivo de Eliza sería examinar los estrechos de Bucareli y de Fonte, la entrada de Heceta (Boca del río Columbia), las bahías de San Rafael y Carrasco, el puerto de Clayoquat, y el interior del estrecho de Juan de Fuca. Bodega en una carta le pedía que buscara el río de Martín Aguilar que se encontraba supuestamente en 43° N. y que llevaba al Mar del Oeste de los mapas de Delisle. Juan Pantoja y Arriaga iba como primer piloto y José Antonio Verdía era el segundo piloto. La goleta *Santa Saturnina* bajo el mando de José María Narváez con el piloto Juan Carrasco acompañaba la expedición¹¹.

Aunque tenían orden de empezar los reconocimientos por el norte, los vientos les condujeron hacia el sur. En primer lugar examinaron cuidadosamente la región del estrecho de Clayoquat donde Narváez y Pantoja llevaron a cabo una exploración detallada y levantaron una carta, entraron en el estrecho de Juan de Fuca el día 26 de mayo y llegaron a alcanzar Cordova, el actual Esquimault Harbor, desde donde Pantoja en su goleta se dirigió a examinar el canal de López de Haro del 14 al 25 de junio.

Cruzando hacia la orilla sur del estrecho fondearon en Puerto de Quadra, hoy Port Discovery. Narváez hizo una exploración desde el 1 al 22 de julio: pasó el estrecho de Rosario, cruzó el Golfo de Georgia y examinó el lado oriental de la isla de Vancouver.

Después de descubrir Port Angeles el 2 de agosto, ambos navíos fondearon en la bahía de Núñez Gaona el día 7. A pesar de los fuertes vientos del noroeste, el *San Carlos* llegó a Nootka el 29 de agosto, mientras que Carrasco en la *Saturnina* se dirigió a Monterrey donde llegó el 15 de septiembre. Más tarde, el 9 de noviembre llegaría a San Blas. El *San Carlos* fue enviado en octubre del mismo año por Eliza con su diario y mapas. La fragata *Concepción* permaneció en Nootka hasta que salió para San Blas en mayo de 1792 bajo las órdenes de Eliza.

4. Expedición de Salvador de Fidalgo (1790)

Como subexpedición de la anterior se puede considerar esta de Salvador Fidalgo que salió de Nootka el 4 de mayo de 1790 en el *San Carlos* y en cumplimiento de las instrucciones dadas a Eliza, fue a explorar la entrada del Príncipe Guillermo¹². Fondeó, en primer lugar, en Hinchinbrook Island y penetró en la bahía de Orca de la cual tomó posesión llamándola Cordova. Desde ahí fueron realizadas varias exploraciones, una de ellas examinó la entrada oriental de dicha bahía y tomó posesión el 8 de junio de la ensenada de Menéndez, probablemente la actual bahía de Sheen. Al día siguiente desplazándose hacia el norte, Fidalgo tomó posesión de puerto Gravina. Una pequeña embarcación enviada desde allí hacia el norte descubrió puerto Valdés y nombró Revillagigedo a la actual bahía de Columbia, regresando de nuevo a Gravina.

El 21 de junio Fidalgo abandonó la entrada del Príncipe Guillermo, alcanzó el cabo Elizabeth donde algunos indígenas le llevaron a un establecimiento ruso que se encontraba a la entrada de la ensenada de Cook. El *San Carlos* fondeó en puerto Graham del cual Fidalgo tomó posesión y le llamó puerto de Revillagigedo el 15 de julio de 1790, permaneciendo allí hasta el 8 de agosto

¹¹ El estudio hecho por Henry R. Wagner: *Spanish Explorations in the Strait of Juan de Fuca*, Santa Ana, Ca., 1933, páginas 27-43, es el mejor referente a esta exploración. Véase asimismo el realizado por Walter N. Sage: *Spanish Explorers of the British Columbian Coast*. "Canadian Historical Review", 12 (1931), páginas 398-399.

¹² El diario de este viaje se encuentra en el Archivo General de la Nación de Méjico, Historia, volumen 68. Martín Fernández de Navarrete hizo una breve relación de este expedición en su introducción a la *Relación del viaje de las goletas Sutil y Mexicana*, Madrid, 1802.

y enviando dos exploraciones a las órdenes de Mondofia. La primera exploró el norte del cabo Elizabeth y tomó posesión del actual puerto de Chatham, nombrándolo Valdés, y la segunda visitó un establecimiento ruso en 60° 30' N. y dio el nombre de Quadra a lo que actualmente se llama bahía de Cachemac.

Desde puerto Graham partió el *San Carlos* el 8 de agosto y fondeó el día 15 frente a la punta de Dos Cabezas de Cook. Fuertes tormentas les impidieron emprender el reconocimiento de la costa al sur de la bahía de Bucareli e incluso regresar a Nootka. Dieron la vela hacia San Blas y lo alcanzaron el 14 de noviembre.

Fidalgo sería enviado de nuevo por el Virrey en 1792 con la *Princesa* para fundar una base permanente en la bahía de Núñez Gaona en 48° 22' N., puerto del cual Manuel Quimper ya había tomado posesión el 1 de agosto de 1790, pero este establecimiento duraría sólo un año.

5. Expedición de Manuel Quimper (1790)

Esta, como la anterior, fue enviada por Francisco de Eliza, pero su objetivo era explorar el estrecho de Juan de Fuca. Fue encargado de llevarla a cabo Manuel Quimper en la corbeta *Princesa Real*, con Gonzalo López de Haro como primer piloto, y Juan Carrasco como segundo. La expedición partió de Nootka el 31 de mayo de 1790 navegando primero hasta el puerto de Cayocloat, al este de la isla de Vargas, donde permaneció hasta el 10 de junio examinando y haciendo un mapa del puerto¹³.

Partiendo de puerto San Juan donde la corbeta fondeó dos días más tarde, Quimper examinó la costa norte del estrecho de Juan de Fuca, y tomó posesión del puerto que nombró Revilla Gigedo (Sooke Inlet), y más tarde navegando hacia el este de la rada que llamó de Valdés y Bazán (Royal Roads).

Tras cruzar el estrecho en dirección sur, Fidalgo tomó posesión el 8 de julio de la bahía que llamó Puerto Quimper, actualmente New Dungeness. El piloto Carrasco descubrió el puerto de Bodega y Quadra, actualmente port Discovery, Carrasco (Protection Island) y la ensenada de Caamaño, bahía donde empieza la ensenada de Admiralty. Fue él igualmente quien navegó el estrecho de Rosario, nombrándolo Boca de Fidalgo por creer que era una ensenada. Quimper llamó al final del estrecho Seno de Santa Rosa, pensando que era un cuerpo de agua cerrado y que lo que hoy es llamado archipiélago de San Juan era la tierra firme.

Desde puerto Quimper, la expedición pasó hacia el lado norte el 18 de julio donde Carrasco descubriría el puerto de Cordova (Esquimaud Harbour). También vio el estrecho entre la isla de Vancouver y el archipiélago de San Juan que llamó López de Haro.

De nuevo cruzó la expedición hacia la orilla sur, y fue siguiéndola hasta salir Océano Pacífico. El 1 de agosto Quimper tomó posesión de la bahía de Núñez Gaona, hoy Neah Bay; pero el mal tiempo les obligó a navegar hacia el sur. En Monterrey permanecieron desde el 1 de septiembre hasta el 25 de octubre antes de partir para San Blas.

La expedición de Quimper pilotada por Carrasco es la primera exploración del estrecho de Juan de Fuca de la que se conserva una relación. Supuso un verdadero descubrimiento, ya que se efectuó un reconocimiento de las dos orillas del estrecho hasta el archipiélago de San Juan.

Estas exploraciones de la costa noroeste y especialmente las del estrecho de Juan de Fuca serían completadas en los dos años siguientes por las que realizaran las expediciones de Malaspina, Valdés y Alcalá Galiano, Caamaño, y Bodega y Quadra.

¹³ Véanse las descripciones hechas por Henry R. Wagner en *Spanish Explorations*, páginas 15-27, y en *Cartography*, volumen 1, páginas 221-222.

Se conserva el diario de Quimper en el Archivo General de la Nación de Méjico, mientras que el de López de Haro no se ha encontrado.

INGENIERIA NAVAL

REVISTA TECNICA DE LA ASOCIACION DE INGENIEROS NAVALES DE ESPAÑA

TOMO LVI - AÑO 1988

INDICE

Págs.

ENTREVISTA

- Con D. Rafael Jaén Vergara, Director General de Ordenación Pesquera, por **Francisco Prados de la Plaza** 120
- Con D. Jorge Mercader, Presidente de la Empresa Nacional Bazán de Construcciones Navales Militares, S. A., por **Francisco Prados de la Plaza** 262
- Con D. Fernando Santodomingo, Presidente de Construnaves, por **Francisco Prados de la Plaza** 408

COMENTARIO DE ACTUALIDAD

- XXVII Sesiones Técnicas de Ingeniería Naval ... 2
- Mesa redonda sobre "Futuro de la Pesca" 4
- La formación de ingenieros en España 123
- Mesa redonda sobre "Futuro de la Pesca". Coloquio 127
- Entrega del Premio "Gregorio López-Bravo 1987" 164
- La Construcción Naval Española en 1987 214
- Respuesta y puntualizaciones de los ingenieros navales a una nota de la revista del COMME. 220
- Asamblea General de ANAVE 308
- Jornadas sobre "La financiación de las empresas navieras de cara a los 90" 411
- I.S.S.C.'88, por **Francisco Fernández González**. 565
- XXVIII Sesiones Técnicas de Ingeniería Naval... 604

DOCUMENTO

- Capacidad mundial de construcción de buques mercantes 221
- Marina Mercante y Transporte Marítimo 354
- La Construcción Naval en 1987 485
- Situación y oportunidades de la construcción naval 558
- El programa "RENAVAL" 562

ARTICULOS

- Adaptación de la política pesquera nacional a la comunitaria, en materia de recursos y estructuras, por **José María de Lossada y Aymerich** y **Pedro Arruza Beti** 20
- Algunas consideraciones en torno a la pesca, por **José Ramón Larburu Echániz** 47
- La electrónica, vector de interés en los barcos de pesca, por **Roberto Faure Benito**, **José Fernando Núñez Basáñez**, **Pedro Martínez Bravo** y **Luis Francisco García de España** 65
- El proyecto "Vizcaya", buque bacaladero congelador, una innovación en los criterios de diseño, por **Antonio Bellón Izquierdo**, **Gonzalo Pérez Gómez** y **Juan González-Adalid** 79
- El proyecto "Halios" del programa "Eureka". Una experiencia de participación española en un proyecto de I+D Internacional, por **José Luis Martínez Rubio**, **José Manuel Poudereux Tejero** y **Marcelo Martín Saavedra** 94

	<u>Págs.</u>		<u>Págs.</u>
Normativa de calidad en la Defensa, por Enrique Blanco Pinto y Pedro Luis Ferrer Fernández .	131	TRAFICO MARITIMO	
Programación de ordenadores: ideas para un proyecto docente, por Aurelio Vahí Serrano	136	La informática en la empresa naviera, por Miguel Pardo Bustillo y José Ignacio Peláez-Campomanes de Labra	155
Estudio comparativo de diversos procedimientos para corregir los resultados de las pruebas de velocidad, por E. Minguito Cardeña , J. C. Robres Calvo y J. I. Pérez Pastor	140	La informática en la empresa naviera (II), por Miguel Pardo Bustillo y José Ignacio Peláez-Campomanes de Labra	205
Líneas regulares: Reflexiones en torno a planificación estratégica, por Aquilino Blanco Alvarez	169	¿Hacia una nueva normativa en las puertas estancas?, por Luis Pérez Rojas	253
Estudio comparativo de diversos procedimientos para corregir los resultados de las pruebas de velocidad, por E. Minguito Cardeña , J. C. Robres Calvo y J. I. Pérez Pastor	174	Mesa redonda sobre la Construcción Naval y la Marina Mercante después de la reconversión	282
Métodos de predicción de los niveles de presión sonora a bordo de un buque, por José Lequerica Curros	187	La seguridad de la flota española (Primera parte), por Miguel Pardo Bustillo	332
La selección de dimensiones y coeficientes en el proyecto del buque, por Manuel Meizoso Fernández	231	La seguridad de la flota española. Diagnóstico de las causas (Segunda parte), por Miguel Pardo Bustillo	396
Métodos de predicción de los niveles de presión sonora a bordo de un buque, por José Lequerica Curros	238	La seguridad de la flota española (Tercera parte), por Miguel Pardo Bustillo	462
Programación estructurada, por Aurelio Vahí Serrano	265	El baile de los registros, por Miguel Pardo Bustillo	640
La plataforma de los modernos buques de combate, por Ricardo Alvariño Castro	270	HISTORIA	
Reflexiones sobre las líneas regulares de navegación: Incidencia de las operaciones de embarque y desembarque, por Gerardo Polo	310	La primera Escuela Especial de Ingenieros de la Armada, por Lola Higuera	157
La plataforma de los modernos buques de combate, por Ricardo Alvariño Castro (Continuación)	318	La evolución histórica de la figura del Capitán y Piloto de la Marina Mercante y el nacimiento de las Escuelas de Náutica: ensayo para un estudio, por José Miguel Blas Orbán	198
La renovación de la flota mercante en la CEE 1982-1987. La situación española, por Alvaro G. de Aledo	366	El tercer tratado de construcción naval español, por María Luisa M. Merás	255
La plataforma de los modernos buques de combate, por Ricardo Alvariño Castro (Conclusión)	370	Primeras promociones de la Escuela Especial de Ingenieros de la Armada (Cádiz, 1848-1860), por Lola Higuera	284
Ensayo de formulación analítica de la Serie-64, por Joaquín Ramírez García , César Cristina del Peso y Luis Salas Rodríguez	383	La gran controversia sobre construcción naval en España durante el siglo XVIII, por María Jesús Melero Guillo y María del Carmen López Calderón	336
Estudio analítico-experimental de la estabilidad dinámica de buques pesqueros en olas regulares, por Marcelo de Almeida Santos Neves , Nelson Alejandro Pérez Mega y Carlos Sanguinetti Villanueva	413	Las expediciones españolas a la costa del Pacífico de Norteamérica en el siglo XVIII (I), por María Pilar de San Pío	463
Definición de las características básicas de buques para la pesca de arrastre en el Atlántico Sur, por Guillermo Gefaell Goróstegui	428	Tráfico comercial prehistórico (III): Cabo Creus, escala en la ruta del estaño, por Olga Vallespín Gómez	597
La seguridad de los buques pesqueros, por Francisco Zapata Molina	448	Las expediciones españolas a la costa del Pacífico de Norteamérica en el siglo XVIII (II), por María Pilar de San Pío	643
Cálculo de vibraciones torsionales por el método de "amortiguamiento forzado", por Luis Tallón Sanz	577	PAGINA JURIDICA	
CIM. Consecuencia de la competitividad internacional, por Federico Flórez Gutiérrez	584	Humanismo y jubilación, por José Antonio Ferrer Sama	204
Sobre la propulsión con hélices de palas orientables, por Luis de Mazarredo	588	PESCA	
Industria naviera y productividad portuaria: el cabotaje regular, por Gerardo Polo	613	Acuerdo sobre las relaciones en materia de pesca marítima entre la Comunidad Económica Europea y el Reino de Marruecos, por Jorge Magaz Carrillo de Albornoz	289
Granja semi-rígida para aguas abiertas, por Arturo Muñia Domínguez , Manuel Moreu Munáiz y J. A. Aláez Zazurca	622	Ayudas concedidas por la CEE para la modernización de buques pesqueros españoles, por Abelardo Almécija Cantón	339

	<i>Págs.</i>		<i>Págs.</i>
Hacia una mejora y aumento de la producción de los cultivos de mejillón en Galicia, por José Fernando Núñez Basáñez	467	Congreso Internacional sobre Contaminación Marina	259
Una opinión sobre la "NOR-FISHING", por Francisco José Gómez Giráldez	596	Agenda	304
NOTICIAS		Mesa redonda sobre ahorro energético en el transporte marítimo	346
BARCOS		Agenda	347
Pesqueros españoles	103	Symposium NAV'88/WEMT'88	473
RO-RO para transporte de papel	343	Sinaval - Eurofishing'88	475
ASTILLEROS		XXVIII Sesiones Técnicas de Ingeniería Naval... ..	475
Actividad de los astilleros nacionales durante los meses de octubre y noviembre de 1987	161	Agenda	602
Actividad de los astilleros nacionales durante el mes de diciembre de 1987	206	PUBLICACIONES	
Estadísticas de la OCDE	207	Bibliografía.—43. El casco como estructura	305
La construcción naval mundial en el cuarto trimestre de 1987	207	Publicaciones del Bureau Veritas sobre construcción y explotación de instalaciones propulsoras y buques con bajo nivel vibratorio	348
Actividad de los astilleros nacionales durante el mes de febrero de 1988	258	Bibliografía.—45. Resistencia al avance del buque. Series sistemáticas	351
Estadísticas de la OCDE	258	Bibliografía.—41. Cuestiones relacionadas con el proyecto	556
Actividad de los astilleros nacionales durante los meses de febrero y marzo de 1988	295	VARIOS	
La construcción naval mundial en 1987	297	Nuevo Presidente del Instituto de la Ingeniería de España	260
Investigación y desarrollo en la Construcción Naval en la CEE	299	Premios IME 88	260
Certificado de garantía de calidad	345	Convenios y otros instrumentos convencionales de la OMI	299
Actividad de los astilleros nacionales durante el mes de abril de 1988	403	La mayor hélice del mundo	303
Reuniones Japón-Corea	404	El cierre de las puertas de proa	303
Fusión de astilleros	404	Premios IME 88	349
Noticias de Corea	404	La estabilidad en los buques ro-ro	405
Informes de Agentes	404	Premios FEIN 1986/87 y Convocatoria 1988/1989	406
Actividad de los astilleros nacionales durante los meses de mayo y junio de 1988	470	Premios PYMAR-Universidad	478
Dificultades de entrega	472	Debate sobre fragatas	479
La construcción naval mundial en el segundo trimestre de 1988	600	Normas de la IACS	480
Estadísticas de la OCDE	600	Reglamento para pesqueros del ABS	480
El proyecto "Phoenix"	601	Fe de erratas	480
Opinión optimista	601	Central maremotriz	602
TRAFICO MARITIMO		Fe de erratas	639
La flota mundial según el Lloyd Register	208	Indice anual	647
Estudio sobre tripulaciones	345	LAS EMPRESAS INFORMAN	
Ayuda a los armadores	473	Sulzer - Omnilogic - Bombas Itur - Sistemar, S. A. - Lloyd's Register - University of Bath	293
Reducción de costes	473	Castell - Pirelli	340
Reducción de tripulaciones	473	Clifco - MEM - DEUTZ MWN - Mitsubishi	401
Devolución de impuestos	602	Astilleros Españoles, S. A. - Ingeniería de Sistemas de Información, S. L.	553
REUNIONES Y CONFERENCIAS		Cámara de Comercio Hispano-Holandesa - Germanischer Lloyd - Construcciones Navales del Sureste, S. A. - Polyships - Astilleros Españoles, S. A.	554
La Conferencia Internacional de Canales de Experimentación Naval	209	Sab Nife	555
XVI Seminario Internacional de la FEANI	210	Pompes Itur, S.A.R.L. - John Crane Ibérica, S. A. - Goyal Ingenieros, S. A.	599
		Sulzer - Clifco - Librería Náutica Robinson	650

LAS EMPRESAS INFORMAN

NUEVO MOTOR SULZER

Sulzer Brothers, Ltd., ha introducido un nuevo motor diesel de velocidad media, de cuatro tiempos, para propulsión marina y aplicaciones auxiliares, con el fin de atender los requerimientos del mercado de la década de 1990. Denominado como S20, las dimensiones del cilindro son 200 mm. de diámetro y 300 mm. de carrera. Modelos con seis, ocho y nueve cilindros en línea cubren una gama de potencia de 570 a 1.305 kW (765 a 1.778 BHP) con una gama de rpm de 720 a 1.000. Es un proyecto adecuado tanto para operación en servicio normal con fuel-oil pesado como para operación en servicio pesado continuo quemando diesel-oil marino.

Usando la tecnología probada en los motores Sulzer de cuatro tiempos existentes, tipos ZA y AT, el S20 tiene las ventajas siguientes:

— Bajo consumo de combustible, de 189 g/kW×hora (139 g/BHP×h) a la potencia máxima.

— Capacidad para quemar fuel pesado de 700 cSt, estando proyectado específicamente para quemar fuel-oil pesados superiores al CIMAC clases H55, por lo que es ideal para instalaciones uni-fuel.

— Combustión limpia, incluso a carga parcial, debido a la alta relación de compresión, alta relación carrera/diámetro (1,5), sistema de inyección de fuel muy eficiente y sistema de turbo-

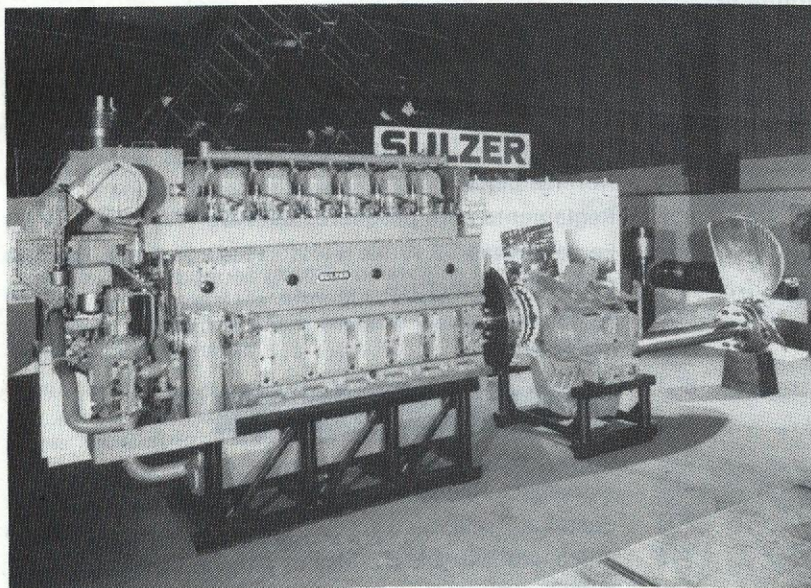
alimentación adaptable a la carga, sin necesidad de utilizar un sistema de calefacción del aire en operación a baja potencia.

— Proyectado para alta fiabilidad y durabilidad con dos años al menos de funcionamiento entre revisiones quemando fuel pesado, y hasta cuatro años quemando diesel-oil marino.

Normalmente los motores diesel S20 están disponibles en conjuntos probados en factoría, con una calidad y disponibilidad asegurada para instalación a bordo. Para aplicaciones auxiliares marinas, los motores S20 se suministran como grupos generadores completos sobre una bancada con todo el equipo auxiliar acoplado. Para instalaciones de propulsión, el paquete S20 incluye el reductor, embrague/acoplamiento, propulsor de paso controlable y sistema de control remoto. Las bombas accionadas por el motor son estándar para lubricación, refrigeración y alimentación de combustible.

SULZER®

Sulzer España, S. A.
Apartado de Correos, 14.291
28080 Madrid



NUEVO CONDUCTO SEALTITE-ANACONDA Z.H.C.

CLIFCO ha presentado el nuevo conducto Sealtite-Anaconda Z.H.C. para la protección de cables eléctricos.

Z.H.C. significa "Zero Halogen Conduit" (conducto con nulo contenido de

halógenos), lo que implica que en caso de incendio produce poco humo y la toxicidad se ve reducida en un 90 por 100 comparada con la producida por los plásticos habituales. Este producto encuentra aplicaciones en lugares donde la seguridad del público es de la mayor importancia, como, por ejemplo, en edificios de gran altura, oficinas públicas, sistemas de transporte co-

CATALOGO DE LIBRERIA

La Librería Náutica ROBINSON ha editado recientemente un catálogo profesional que recoge unas mil quinientas referencias de libros relacionados con actividades marítimas. Las secciones en que está dividido son:

- Arquitectura Naval. Ingeniería de puertos.
- Construcción embarcaciones menores.
- Derecho marítimo, Economía, Seguros.
- Diccionarios. Métodos de inglés náutico.
- Directorio de Buques, Empresas, Puertos, etc.
- Estiba, Transporte, Seguridad.
- Mantenimiento, Armamento, Cabullería.
- Medicina.
- Meteorología.
- Motores.
- Navegación, Compás, Maniobra.
- Organización Marítima Internacional (OMI).
- Pesca Industrial, Oceanográfica, Biología Marina.
- Radar, Electrónica, Telecomunicación.
- Reglamentos, Señales, Tablas.
- Señales Seguridad de la OMI.

Se puede solicitar a:

Librería Náutica

ROBINSON

Fernando el Católico, 63 - 28015 MADRID
Tel.: (91) 244 35 18 - Fax: (91) 243 51 41

lectivo como ferrocarriles y metro, etcétera.

Su cubierta exterior está prácticamente exenta de halógenos. En caso de incendio no desprende humos tóxicos. La densidad de los humos queda reducida en el 81 por 100 según norma ASTM E-662. Los gases tóxicos se reducen en un 90 por 100 según especificación SMP-800.

Los resultados de las pruebas realizadas demuestran que el contenido de cloruro de hidrógeno (HC1) se elimina en el 97 por 100 y el nivel de monóxido de carbono es un 54 por 100 más bajo.

La cubierta es autoextinguible cuando se le somete a la prueba de llama vertical según UL 360.

Temperatura de utilización de -45° C a +80° C.

CLIFCO®

CLIFCO Española, S. A.
Rodríguez Arias, 60 - 48013 BILBAO
Tels.: (94) 441 22 50/54/58
Fax: (94) 441 40 50 - Telex: 32144