

## FINANZAUTO S.A., DISTRIBUIDOR DE LOS MOTORES MARINOS **MaK** EN ESPAÑA



Finanzauto S.A., distribuidor de Caterpillar, es desde julio 2001, el nuevo distribuidor de los motores marinos MaK en España. MaK Motoren GmbH & Co.KG fue adquirida en el año 1997 por Caterpillar, pasando a integrarse en el grupo como una marca propia.

Ahora, Finanzauto S.A. garantiza la continuidad en la comercialización, servicio y suministro de piezas de los motores marinos de esta prestigiosa marca. Pero, además, aporta su larga experiencia en el mercado nacional, su amplia oferta de servicio de asesoramiento y

soporte al cliente y su más extensa red de cobertura asistencial, dotada con los mejores recursos técnicos y humanos.

**Finanzauto S.A. distribuye los motores marinos MaK, para que usted arranque de nuevo con una gran marca y con el mejor servicio.**



**Barloworld**  
Marcas Líderes

**Central:** Arturo Soria, 125 - 28043 Madrid. Tels. 91 413 00 13 - 91 413 90 12. [www.finanzauto.es](http://www.finanzauto.es)

**Bases:** A Coruña: Tel.: 98 179 51 33 • Arganda: Tel.: 91 871 26 12 • Barcelona: Tel.: 93 574 00 90 • Bilbao: Tel.: 94 673 05 00 • Las Palmas: Tel.: 928 70 01 12  
Málaga: Tel.: 952 24 31 50 • Oviedo: Tel.: 98 526 91 14 • Sevilla: Tel.: 95 567 52 80 • Tenerife: Tel.: 922 62 60 00 • Valencia: Tel.: 96 180 45 85 • Zaragoza: Tel.: 976 54 11 00



# La alta tecnología requiere SHELL

Shell cuenta con la más amplia red de instalaciones de suministro y servicios técnicos. En los principales puertos de todo el mundo usted puede disponer de la experiencia de Shell para encontrar la solución más eficaz y económica a su problema de lubricación y consumo.

Use fórmulas Shell  
en todo el mundo.

## SHELL ESPAÑA, S.A.

RIO BULLAQUE, 2 - 28034 MADRID

Tel.: 91 537 01 00 (Centralita)

91 537 02 32 (Directo)

91 537 02 22 (Directo)

Telex: 27734 Shell E - Fax: 91 537 02 61

[www.shell-marine.com](http://www.shell-marine.com)

Departamento de Marina





CONSUMIR PEZQUEÑINES  
NOS HACE DAÑO A TODOS

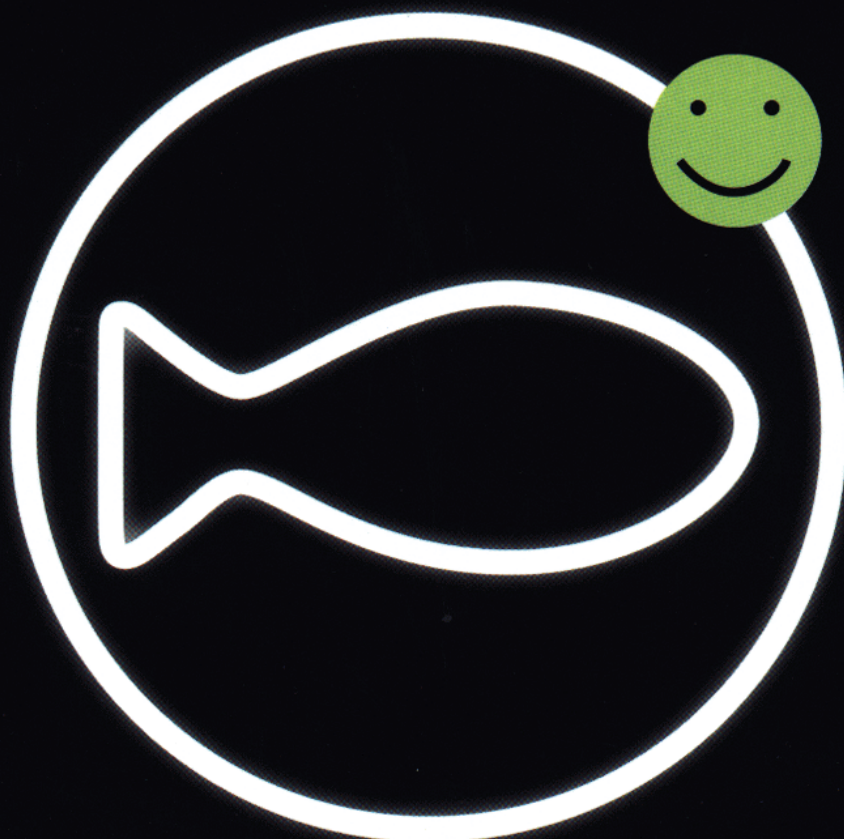
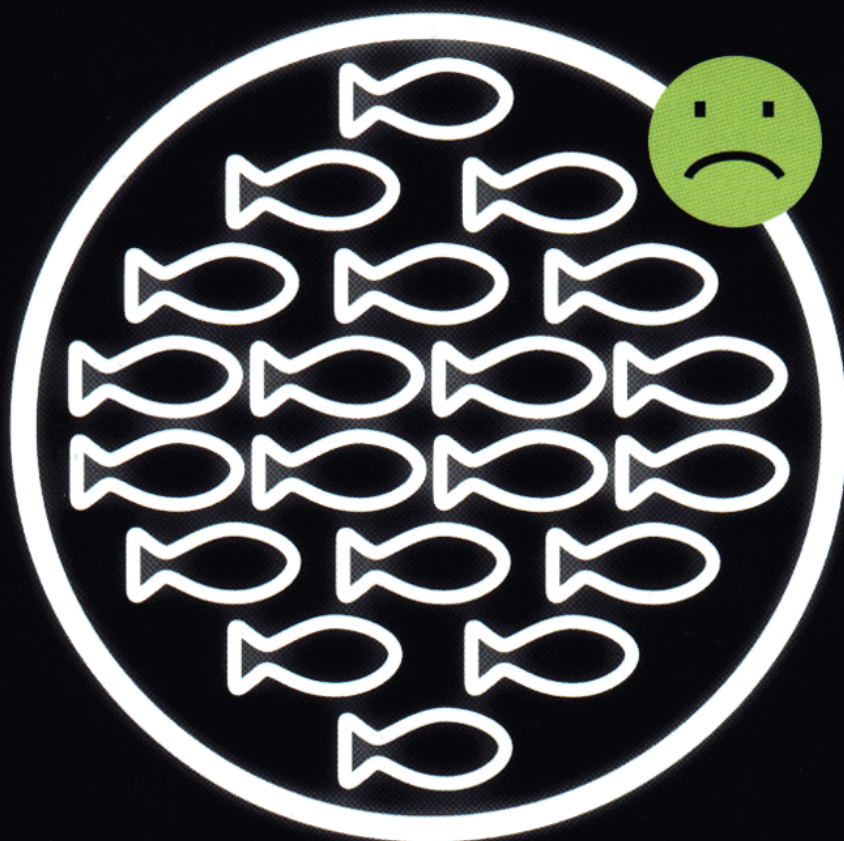
UNIÓN EUROPEA  
Instrumento Financiero  
de Orientación de la Pesca



MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, PESCA  
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA GENERAL  
DE PESCA MARÍTIMA

FROM





# PROPULSIÓN Y ENERGÍA MOTORES



La Fábrica IZAR Propulsión y Energía Motores, ofrece una amplia gama de motores diesel de cuatro tiempos, fabricados en cooperación con, "MAN-B&W" y "MTU", así como los motores de la serie "BRAVO", fruto del Acuerdo Tecnológico con CATERPILLAR INC.

## FUERZA Y CARÁCTER

Todos los productos son adecuados para equipar:

- Plantas propulsoras y auxiliares de buques,
- Instalaciones de Cogeneración "llave en mano",
- Plantas de generación eléctrica,
- Grupos propulsores para vehículos terrestres.

A su capacidad y calidad certificada, IZAR Propulsión y Energía Motores añade su servicio post venta y de repuestos en cualquier lugar del mundo. Todo ello permite ofrecer soluciones integrales y una respuesta ágil al cliente.

Tanto si se trata de un paquete de propulsión marina como de un proyecto completo de generación eléctrica, la respuesta es IZAR.

**Nuestra experiencia es su garantía**





**Financiero S.A.**, distribuidor de Caterpillar, se divide el 2007. El nuevo distribuidor de los motores marinos Mark en España, Mail, comienza a operar en el primer trimestre de año 1997 por Caterpillar, pasando a integrarse en el grupo como una marca propia.

Ahora, Finanzauto S.A. garantiza la continuidad en la comercialización, servicio y suministro de piezas de los motores marinos de esta prestigiosa marca. Pero, además, aporta su larga experiencia en el mercado nacional, su amplia oferta de servicios de asesoramiento y soporte al cliente y su más extensa red de cobertura asistencial, dotada con los mejores recursos técnicos y humanos.

Finanzauto S.A. distribuye los motores marinos Mall, para que usted arranque de nuevo con una gran mano, y con el motor serendino.

soporte al cliente y su más extensa red de cobertura asistencial, dotado con los mejores recursos técnicos y humanos.

**Finanzauto S.A.** distribuye los motores marinos MaK, para que usted disfrute de marero con una gran fuerza y con el mejor servicio.



Central: Arturo Soria, 125 - 28043 Madrid, Tel.: 91 413 06 13 - 91 413 06 12, [www.fonmat.com](http://www.fonmat.com)

Int J. Gynaecol. Obstet. 2014;126:101-104. doi:10.1016/j.ijgo.2013.11.015. Epub 2013 Dec 11. PMID: 24269011

Pesca y Acuicultura • Neptune Aegli

Finanzauto, S.A. es, desde Julio 2001,  
el distribuidor de los motores marinos MaK  
en España, para que usted arranque de nuevo  
con una gran marca y con el mejor servicio

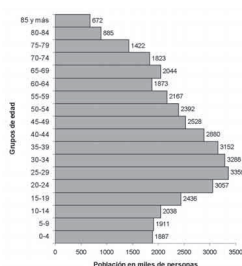
Novedoso diseño de catamaranes de Izar San Fernando con una tercera proa solidaria con la cubierta para amortiguar movimientos e impactos



Audiencia de S. M. el Rey a la  
Junta Directora del Instituto de  
la Ingeniería de España  
encabezada por su Presidenta,  
María Jesús Prieto Laffarque



La convergencia europea en el ámbito de la educación superior obliga a afrontar cambios de calado en la Universidad Española y en concreto también en la ETSIN



<b>website / website</b>	<b>6</b>
<b>editorial / editorial comment</b>	<b>7</b>
<b>breves / news in short</b>	<b>9</b>
<b>actualidad del sector / shipping and shipbuilding news</b>	<b>13</b>
<b>pesca y acuicultura / fishing &amp; aquiculture</b>	<b>15</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Buque palangrero Siempre Beluso construido por Montajes Cies</li><li>• <i>Nuevo Carmen Asunción</i> y <i>Nuevo Nautilus</i>, catamaranes de Izar San Fernando</li><li>• Pesquero <i>Punta Vixia</i> construido por Gondán</li></ul>	
<b>construcción naval / shipbuilding</b>	<b>41</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Buque ro-ro <i>Neptune Aegli</i> construido por Hijos J. Barreras</li></ul>	
<b>noticias / news</b>	<b>59</b>
<b>contratos de buques / ships on order</b>	<b>75</b>
<b>las empresas informan / companies report</b>	<b>77</b>
<b>nuestras instituciones / our institutions</b>	<b>81</b>
<b>resumen tesis doctoral / doctorate thesis summary</b>	<b>83</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Efectos Térmicos en el Mecanizado de Piezas de Acero al Carbono, por J. L. Morán González</li></ul>	
<b>enseñanza / education</b>	<b>85</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• La condición continental, por V. García García</li></ul>	
<b>hace 50 años / 50 years ago</b>	<b>94</b>
<b>artículos técnicos / technical articles</b>	<b>95</b>

próximo número / coming issue

seguridad marítima, normativa/  
maritime security, regulations  
medio ambiente/environment  
flota de remolcadores/  
tugboats fleet





## www.avondale.com

Northrop Grumman Ship Systems es un grupo industrial que dispone de múltiples empresas entre las que se encuentra Avondale Operations, compañía diversificada que contiene múltiples divisiones que incluye la División de Astilleros, División de Construcción Modular, División de Ventas de Acero, División de botes, División de Tecnología IPDE, etc.



Dispone de una página Web bastante completa y bien estructurada, donde podemos encontrar información general de la compañía, notas de prensa actualizadas, pero también están disponibles las notas de prensa desde el año 1995. Contiene información acerca de los proyectos que está desarrollando, tanto militares, como comerciales y otros. Además dispone de una colección de enlaces a sitios relacionados con la empresa y enlaces a otras empresas del grupo Northrop Grumman. La página Web dispone de un enlace para ver las ofertas de empleo ofertadas por el grupo. También encontramos la información sobre su situación geográfica y formas de contacto.

## www.bollingershipyards.com

Los astilleros Bollinger Shipyards Inc. disponen de 15 factorías en el sur de Luisiana y en la Bahía de Corpus Christi en Texas para suministrar un



## Astilleros de EE.UU. (II)

completo servicio en reparaciones y nuevas construcciones de todo tipo de buques como se puede apreciar en el enlace disponible para ver estas localizaciones donde a su vez puedes enlazar con las páginas Web que informan sobre cada una de las factorías. De sus 15 factorías, 12 se pueden dedicar a las reparaciones navales.

En la página Web podemos encontrar un perfil de la compañía con sus certificaciones de calidad, una breve historia sobre la compañía, las notas de prensa de los últimos dos años y en el link de archivos, notas de prensa desde 1998 además de un enlace para contactar con ellos. También encontramos en su página los distintos tipos de diseños en los que Bollinger se ha especializado, pudiendo modificar estos de acuerdo con los requisitos del armador. Los diseños son: patrulleras, buques de suministro offshore, botes salvavidas, remolcadores, barcasas y otras construcciones especiales. Además de esta información general, podemos encontrar información sobre la venta de hélices construidas por ellos, y la forma de contactar con el departamento de ventas.

## www.haltermarine.com

Halter Marine diseña y construye buques de tamaño pequeño y mediano. El grupo posee 10 astilleros en Lousiana y Mississippi, que construyen buques comerciales, militares y de recreo en materiales compuestos, acero y aluminio. Además realizan reparaciones y conversiones.



Su sitio web proporciona información sobre los distintos tipos de buques que construyen, las distintas áreas de negocio de la compañía: ingeniería, construcción y offshore; así como otras informaciones de interés como pueden ser la cotización en bolsa de sus acciones, notas de prensa actualizadas... La página dispone de un buscador y de vínculos con diversas compañías con las que trabajan. La información proporcionada en la sección dedicada a *offshore* es bastante completa en cuanto a tipo de plataformas, buques y su construcción, ya que este grupo es uno de los mayores constructores de este tipo de unidades del mundo.

año LXX • N.º 791  
**INGENIERIA NAVAL**  
marzo 2002

Revista editada por la Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España.

Fundada en 1929  
por Aureo Fernández Avila I.N.



### Presidente de AINE y de la Comisión de la Revista

José Ignacio de Ramón Martínez, Dr. I.N.

### Director

Sebastián Martos Ramos I.N.

### Redacción

Pedro Peñas Vargas  
Belén García de Pablos  
Alberto Larena Montiel

### Publicidad

Director comercial:  
Rafael Crespo Fortún  
Tel. 91 510 20 59  
Fax: 91 510 22 79

### Administración

Nieves García Paramés

### Dirección

Castelló, 66  
28001 Madrid  
Tel. 91 575 10 24 - 91 577 16 78  
Fax 91 781 25 10  
e-mail: rin@iies.es

<http://www.iies.es/navales/revista.html>

### Diseño y Producción

MATIZ Imagen y Comunicación, S.L.  
Tel. 91 446 24 42 - Fax 91 593 34 24

### Suscripción Anual

España y Portugal 65,60 €  
Europa 105,40 €  
Resto del mundo 121,70 €  
Estudiantes España 32,80 €  
Precio del ejemplar 7 €

### Notas:

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

Publicación mensual  
ISSN: 0020-1073

Depósito Legal: M 51 - 1958

Publicación controlada  
por la OJD





# Nuevos retos para el Sector Pesquero



La actividad pesquera sólo aporta una pequeña porción al PIB, menos del 1,2 % a nivel nacional, pero sus efectos derivados, - industria de transformación, construcción naval, suministros, etc. -, y su significación muy especial en algunas Comunidades Autónomas incrementan el interés social de ella. Además, acontecimientos de cierta repercusión, como las largas y encrespadas relaciones con Marruecos, han colocado a la pesca en primera plana y anuncian, al mismo tiempo, importantes luchas de intereses económicos y cambios en el escenario internacional.

El Sector Pesquero se caracteriza por su fragilidad económica, resultado de un exceso de inversión, de unos costes en rápido aumento y de una base de recursos marinos decreciente, todo lo cual se refleja en una escasa rentabilidad, en una reducción continua del empleo - sólo en el período comprendido entre 1990 y 1997, el empleo se redujo, a nivel comunitario, un 19% en el subsector de capturas y un 10% en el de transformación -, y en una disminución importante de la capacidad pesquera - la aplicación del Tercer Programa de Orientación Plurianual (POP) de la Pesca, durante el período 1992/1996, supuso una reducción de las flotas comunitarias de más de un 15% en Arqueo y de un 10% en Potencias -.

No cabe duda de que la flota pesquera comunitaria era demasiado grande y que, para poder sobrevivir con los escasos recursos marinos renovables disponibles en el ámbito europeo, el sector pesquero comunitario tenía que reducirse cada vez más, pues es evidente que el exceso de capacidad repercute negativamente sobre la rentabilidad de las flotas e impide, además, un desarrollo sostenible y viable. La estrecha correlación entre el volumen de negocios y la capacidad de las empresas pesqueras de obtener beneficios refleja la importancia crítica que tiene para la rentabilidad el equilibrio entre el número de buques y su capacidad, por un lado, y los recursos pesqueros disponibles por otro.

En línea con lo anterior, todo indica que se está llegando a una situación de equilibrio y que, en lo que afecta a la Construcción Naval de buques pesqueros, nuevos retos se vislumbran en un futuro próximo. Efectivamente, así como las ayudas concedidas en el Cuarto POP, que comprendió el período 1994-1999, se refirieron fundamentalmente a la flota (55%) y mayoritariamente al ajuste a la baja de la capacidad extractiva (60% del anterior), en el período

2000-2006, además de aumentar la ayuda a la Acuicultura Marina, está previsto concentrar las ayudas a la flota priorizando los procesos de modernización y construcción de nuevas unidades, en detrimento de la financiación destinada a la retirada de buques. De concretizarse este propósito, cabe esperar un nuevo aumento de intensidad de capital de flota y, por lo tanto una reactivación del sector de la Construcción Naval.

La Unión Europea, cuya producción acuícola marina representa tan sólo el 3% de la producción mundial, se sitúa a la cabeza en lo que respecta a la mayor parte de las especies cultivadas en su territorio. La industria acuícola de la Comunidad se centra, de momento, en unas pocas especies cultivadas mediante técnicas que han experimentado un desarrollo espectacular, del que se ha derivado un enorme aumento de la producción durante los últimos veinte años, tales son los casos del salmón, la dorada, la lubina y el rodaballo. No hay que olvidar que el desarrollo de la Acuicultura ha contribuido a la oferta de productos de la pesca sin aumentar la presión sobre las poblaciones naturales. Asimismo ha proporcionado puestos de trabajo alternativos en muchas regiones dependientes de la pesca, desempeñando una función importante en la mejora de la situación socioeconómica de las poblaciones costeras. Así, puede decirse que la Acuicultura Marina constituye el único segmento del sector pesquero comunitario en el que se ha registrado un aumento del empleo durante los últimos años. Además, según se desprende de escenarios plausibles sobre la evolución a medio plazo, el número de puestos de trabajo podría continuar aumentando.

Conviene insistir, que las relaciones entre la Acuicultura Marina y el Medio Ambiente son sumamente importantes. Toda actividad relacionada con los cultivos marinos tiene una incidencia en el ecosistema, aunque a menudo se desconoce su gravedad y el tiempo necesario para invertir sus efectos, siendo cada vez mayor la preocupación por la degradación de los hábitats, causada por la actividad acuícola. Es por lo tanto necesario encontrar un equilibrio aceptable entre los intereses medioambientales y acuicultores, ya que la sostenibilidad del sector dependerá del buen funcionamiento del ecosistema y de sus especies.

Ahora bien, para ser justos, es necesario subrayar que muchos problemas del entorno marino no se deben exclusivamente a las actividades acuícolas; la contaminación resultante de la industria y de otras actividades, así como el cambio climático, han contribuido a la reducción o desaparición de algunas cadenas tróficas. Ello supone la necesidad de gestionar la Acuicultura Marina y las demás actividades, especialmente las realizadas en las proximidades de la costa, de forma coherente, mediante un sistema de gestión integrada de las zonas costeras que ofrezca una serie de mecanismos para garantizar la oportuna coordinación entre las diferentes políticas. Un avance significativo, encaminado a la obtención de este difícil equilibrio es, sin duda, el desplazamiento de las instalaciones acuícolas hacia aguas más profundas y más alejadas de la costa, mediante tecnologías bien conocidas por los Ingenieros Navales y Oceánicos.

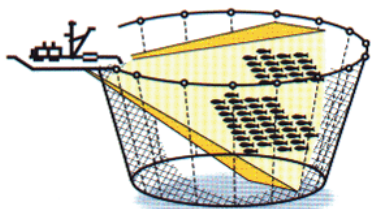


# Nunca lo vió tan claro



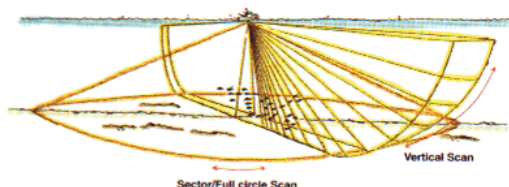
## Ahora ya puede pescar a la carta

Sonares de alta velocidad y rendimiento, combinan la moderna tecnología de FURUNO de exploración Punto a Punto con la Sectorial (Array de Proyectores en Fase). Presentaciones exclusivas de la imagen sonar que proporcionan una mejor comprensión y facilidad de la captura.



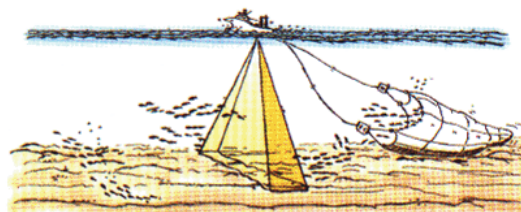
### EXPLORACIÓN ABANICO EN UN CERQUERO

La exploración es realizada en modo abanico en un área seleccionada por el usuario en un cerquero. Su orientación puede ser fijada en cualquier dirección dentro de los 360°.



### DUAL: EXPLORACIÓN HACIA PROA Y ABANICO DE FONDO

Detección de pesca en modo dual (hacia proa y perfil vertical) con velocidad de exploración rápida que facilita la captura de la pesca.



### EXPLORACIÓN EN ABANICO VERTICAL

Exploración en abanico vertical que facilita la imagen perfil del fondo de una faena de arrastre.



*Número uno en el mundo*

FURUNO ESPAÑA, S.A.  
Francisco Remiro, 2 - B. 28028 Madrid • Tel.: 91 725 90 88 • Fax: 91 725 98 97  
Email: furuno@furuno.es

Distribuidores y Servicio Técnico autorizados en todo el mundo.



### Fuertes inversiones en los puertos españoles

Gracias a inversiones tanto privadas como de la UE y al crecimiento del mercado de contenedores, se está dando a los puertos españoles de Barcelona, Algeciras, Valencia, Bilbao y Las Palmas un fuerte respaldo ante las previsiones de que el comercio de contenedores en el Mediterráneo se duplicará en la próxima década. Según el ministerio de Obras Públicas español, las inversiones privadas ascienden a un 40% del total invertido en este tipo de instalaciones portuarias y se espera que lleguen a unas cifras de 495 MUS\$ entre el año 2001 y el 2005.

### España apoya la liberalización de los servicios portuarios

El gobierno español pretende llegar, durante el semestre en que ejerce la presidencia europea, a un consenso en la controvertida propuesta de Bruselas sobre la liberalización de los servicios portuarios. Afirma que dicha liberalización portuaria es vital tanto para conseguir el objetivo de reducir costes portuarios como para llegar a descongestionar puertos con excesivo tráfico. Aparte de esta medida el gobierno español pretende incentivar la seguridad en los puertos europeos.



### Greco Ibérica obtiene la certificación ISO 14001

La empresa viguesa Greco Ibérica, S.A., ha obtenido el Certificado de Gestión Medioambiental de acuerdo con las normas ISO 14001, aplicado al Diseño, Instalación y Reparación de Plantas Frigoríficas. Este certificado se viene a unir al que ya poseen desde el pasado año según ISO 9001, lo que acredita la mejora continua en la calidad de los servicios que ofrecen.

### HDW e Izar firman un acuerdo de cooperación

El astillero alemán HDW ha firmado un acuerdo de cooperación con el grupo Izar para actuar de forma conjunta en sectores tales como el de submarinos de alta tecnología y el de ferries. Según Lederer, presidente de HDW, con este acuerdo se contribuirá a la integración de la industria naval europea y será la adecuada respuesta a la competencia de los países de Extremo Oriente y a la globalización de la construcción naval. HDW ya tenía firmado un acuerdo de colaboración con Fincantieri y pretende adquirir el astillero griego Hellenic.

### Polish Steamship comenzará este año a renovar su flota

La compañía polaca Polish Steamship Co (PZM) pretende comenzar este año un amplio programa de renovación de flota por el cual contrataría 20 bulk carriers por un presupuesto total de entre 350 y 400 MUS\$. Las nuevas construcciones serán buques *panamax* y *handymax* y se espera que sean construidos en diferentes astilleros de Corea y Japón. PZM posee en la actualidad una flota de 87 bulk carriers que totalizan 2,3 millones de tpm y transportan 24 millones de toneladas de carga al año.

### Crece el interés en el mercado de bulk carriers

Comienza a crecer el interés en la compra y venta de bulk carriers como consecuencia de las positivas expectativas de recuperación durante esta primavera de los fletes en este mercado. Dicho alto interés en la compra de bulk carriers está sorprendiendo incluso a los armadores que habían preferido no vender tras las consecuencias del 11 de septiembre.



### Nuevas construcciones de bulk carriers

Pese a que las actuales construcciones de nuevos bulk carriers se cifran en 13 millones de tpm y que el mercado se encuentra en una delicada situación, algunos armadores opinan que es un buen momento para realizar nuevas contrataciones. Realmente lo que está evitando que haya nuevas construcciones es la falta de astilleros con instalaciones disponibles para ello y no la falta de interés por parte de los armadores.

### Acuerdo IMO - EE. UU. para reforzar la seguridad en el transporte marítimo

La IMO ha mostrado su principio de acuerdo sobre las medidas propuestas por el gobierno de EE.UU. para reforzar la seguridad en el transporte marítimo. Las medidas estarían encaminadas tanto al paso de convenios de "defensa nacional" a legislación marítima internacional, como a un mayor control sobre las tripulaciones, la mercancía y los servicios portuarios. Algunas de las reticencias presentadas por la IMO están relacionadas con detalles de estas medidas y en sobre quienes recaerían las distintas responsabilidades en cada caso.

### EE.UU. propone más seguridad en el transporte de contenedores

La Aduana de los EEUU está llevando a efecto una propuesta mundial para incentivar la seguridad en las cadenas de suministros y evitar que sean introducidas armas químicas en los contenedores. Con esta medida pretenden "crear una estructura mundial para la protección del comercio de contenedores" y trabajar de forma conjunta con los países en los que se encuentran las principales terminales de contenedores, entre los que están China, Corea, Japón y Holanda. Los puertos americanos reciben una media de 50.000 contenedores al día, viniendo casi la mitad de ellos de las 10 principales terminales de contenedores mundiales.

### Incremento en la cartera mundial de LNGs

La cartera mundial de LNGs se recupera pese a las negativas expectativas en otros sectores. Una serie de proyectos de LNG a largo plazo, como el de RasGas, han permitido mantener un alto nivel de contrataciones en los últimos meses. En los últimos seis meses los datos no oficiales de nuevas contrataciones de LNGs han incrementado la cartera mundial en 10 nuevos buques por un total de 1.600 MUS\$. En septiembre pasado la cartera mundial de este tipo de buques de alta tecnología estaba cifrada en 49 unidades.



### Wärtsilä paga un alto coste por la reestructuración de su mercado

Tras la caída en un 15% de la facturación por parte de Wärtsilä durante el año 2001 se ha



comprobado el alto coste que le ha ocasionado la reestructuración de su mercado. Los costes de dicha reestructuración ascendieron a 122,4 M Euros, lo que causó que se pasara de unas ganancias operacionales de 87,8 M Euros en el 2000 a unas pérdidas de 34,6 M Euros durante el 2001.

### **Creación de la compañía ReeferShip de buques frigoríficos**

Tres de las principales compañías del mercado de buques frigoríficos van a unirse para así tratar de evitar las altas pérdidas económicas que han sufrido en los últimos tiempos. LauritzenCool, Eastwind Transport y Armada Shipping van a formar la compañía ReeferShip Ltd con un total de más de cincuenta buques con una capacidad combinada de unos 20 millones de pies cúbicos. Los buques de la nueva compañía, en un rango comprendido entre los 185.000 y 668.000 pies cúbicos, serán redistribuidos en función de las condiciones de mercado.

### **Unión de sociedades de clasificación asiáticas para mejorar la calidad**

Cuatro sociedades de clasificación asiáticas van a colaborar conjuntamente para mejorar la calidad tanto de sus buques nuevos como viejos. Las cuatro sociedades son: ClassNK de Japón, Korean Register, China Classification Society e Indian Register of Shipping, y han creado un grupo de estudio enfocado en 14 áreas. Entre los principales puntos a estudiar se encuentran el análisis de la construcción y de la corrosión y formas de prevenirla.

### **Nueva asociación de armadores japoneses y noruegos**

Una poderosa nueva asociación entre distintas asociaciones de armadores japoneses y noruegos puede ser una gran amenaza sobre el actual control de la International Transport Workers' Federation (ITF) en la industria naval. Esta nueva coalición podría llegar a controlar más de 100.000 marineros navegando en más de 3.000 buques. Los acuerdos entre ambas asociaciones de armadores aún no han sido revelados, pero serán especificados en próximas reuniones.

### **Paralización de la fusión Rina - Bureau Veritas por el caso Erika**

Asuntos relacionados con la responsabilidad sobre el hundimiento del *Erika* fueron los causantes de que se paralizasen los acuerdos sobre una posible fusión entre Rina y Bureau Veritas, según afirma la Sociedad de Clasificación francesa. Al parecer, las negociaciones para crear dos nuevas compañías en Italia fracasaron en diciembre ante el miedo por parte de BV a ser envuelta en el proceso de indemnización tras las grandes pérdidas ocasionadas por el hundimiento del *Erika*.

### **Ralentización de la integración entre Blohm-Voss y Thyssen**

El previsto acuerdo de integración entre los astilleros Blohm+Voss y Thyssen Nordseewerke

del grupo ThyssenKrupp y los astilleros alemanes HDW se está ralentizando por el momento. Ambas partes se han dado un tiempo para reestructurar los acuerdos que tenían previsto firmar. HDW, junto con su socio Ferrostaal, firmó recientemente un preacuerdo con el gobierno griego para la compra de los astilleros Hellenic, colabora con Fincantieri en la construcción de pequeños submarinos y ha firmado recientemente un acuerdo de cooperación con Izar.

### **Stolt-Nielsen aumenta sus ganancias espectacularmente**

Las ganancias del grupo Stolt-Nielsen Transportation sufrieron un increíble aumento hasta llegar a los 69,9 MUS\$ durante el año 2001, comparados con los 0,87 MUS\$ en el año anterior. En gran medida estas cifras fueron debidas a su división de petroleros que obtuvo unos ingresos de 96,6 MUS\$, el doble que el ejercicio anterior.



### **PSA anuncia un incremento en el volumen de contenedores manejados**

En una señal de que la economía mundial puede estar recuperándose, PSA Corporation ha anunciado un incremento en un 11,4% en el volumen de contenedores manejados por sus terminales de Singapur durante el mes de enero. Las terminales de PSA en Singapur manipularon 1,31 millones de teu en enero, lo que representa un 11,4% más que en Enero de 2001.

### **Nuevo grupo Aker Kvaerner Yards**

La fusión de los astilleros Aker de Kjell Inge Rokke y Kvaerner se va formalizando con el nacimiento de la compañía Aker Kvaerner Yards. Con una facturación anual de 2.200 MUS\$, el nuevo grupo asegura que se convertirá en el cuarto constructor naval mundial, por detrás de Hyundai, Daewoo y Mitsubishi. El grupo contará con 12 factorías, 13.500 empleados y una cartera de pedidos de 80 buques valorados en 3.850 MUS\$, pero no parece que se vaya a producir la completa fusión hasta el año 2003.

### **El crecimiento de las reparaciones no bloqueará la reestructuración de la industria**

Según el estudio realizado por Ocean Shipping Consultants, el previsto crecimiento de la demanda en los astilleros de reparaciones no frenará la previsible reestructuración de la industria. Ocean prevé un crecimiento anual de un 2,1% en los servicios realizados por este tipo de astilleros para los próximos cinco años,

y un 2,6% anual entre el año 2005 y el 2010. Por otro lado, aún se desconoce las posibles reparaciones a realizar a buques tales como los petroleros con doble casco construidos durante los años 90.

### **Dalian aumenta sus instalaciones**

China incrementa su potencial en la construcción naval mundial con la cada vez mayor expansión de sus astilleros. Por ejemplo, el astillero chino Dalian New Shipbuilding aumentará la longitud de su principal dique seco hasta los 540 m, y también pretende aumentar en 80 m su principal dique para VLCCs de 365 m y añadir un pequeño nuevo dique. Actualmente dicho astillero chino produce 600.000 tpm al año y entrega entre seis y siete buques.

### **Daewoo triplica sus beneficios**

El constructor coreano Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co (DSME) ha visto como sus beneficios se triplicaban durante el año 2001 gracias a la contratación de un gran número de lucrativos LNGs. DSME presentó unos beneficios netos de 119,2 MUS\$ en comparación con los 48,3 MUS\$ del año 2000.

### **Robotización de los procesos de soldadura en Samsung**

Los responsables de Samsung Heavy Industries están muy satisfechos con la forma en que se están robotizando los distintos procesos de soldadura en el astillero. Según la compañía, con dicha "robotización" han ahorrado 800.000 horas de trabajo durante el pasado año, lo que representa la producción de 450 trabajadores. Para el año 2005 el astillero pretende ahorrarse un millón de horas de trabajo (equivalente a 570 trabajadores) de la misma forma. Para mantener su alta competitividad, el astillero de Okpo pretende incrementar el porcentaje de robots en sus procesos de soldadura desde el 45% durante el año 2001 al 60% durante el 2002.



### **Nápoles invierte en una terminal para contenedores**

El puerto italiano de Nápoles va a invertir 207 millones de US\$ (240 millones de Euros) en un ambicioso proyecto de construcción de una terminal para contenedores. Pretende conseguir el mismo éxito que el obtenido por la terminal italiana Gioia Tauro y por el Free Port de Malta y para ello en los dos próximos meses presentará una oferta pública a nivel europeo para el diseño de dichas instalaciones. Las autoridades portuarias de Nápoles pretenden que el



diseño esté aprobado en un año y las obras terminadas en un plazo de tres años.

### Ucrania aumenta su producción

Según los datos presentados por los once astilleros ucranianos, su producción aumentó durante el año 2001 en un 25% respecto al año anterior. Dichas cifras representan una continuidad del anterior incremento en un 31% entre el año 1999 y el 2000. Según anuncian dichos astilleros, estos datos son debidos a la deficiente situación en que se encontraban hace unos años y a la ayuda estatal recibida con el programa "Law on State Support of Shipbuilding" que comenzó hace dos años.

### Aumento del francobordo para mayor seguridad en los bulk carriers

Un grupo de conocidos ingenieros navales, liderados por Ernst Vossnack, han sugerido que un gran número de bulk carriers de gran tonelaje cuentan con un insuficiente francobordo en proa y que deberían elevar el castillo de proa para prevenir la entrada de agua en las bodegas de proa. Una de las principales deficiencias que observan es la facilidad con que un *capesize* hunde su proa en mala mar debido a la escasez de altura en proa. Para evitar esto aconsejan que el francobordo a proa debería ser tal que el ángulo de cabeceo no fuese menor que 6° ó mejor aún 6,5°.

### Los fletes de petroleros no subirán a corto plazo

Los bajos valores de los fletes de los petroleros en este principio de año no parece que vayan a subir a corto plazo según los datos presentados por la consultora Drewry Shipping en su último informe sobre el mercado de petroleros. Dicha consultora afirma que los fletes para los VLCC se mantendrán en torno a los 20.000 US\$ para los próximos doce meses, muy lejos de las máximas cifras obtenidas en el 2000 de hasta cerca de 100.000 US\$ por día.

### Intertanko solicita a la IMO medias para reducir el número de inspecciones

La asociación de armadores de petroleros Intertanko ha solicitado a la IMO que tome medidas para reducir el número de inspecciones a las que se deben someter los petroleros en la actualidad. Dichas inspecciones continúan debilitando la industria petrolera y lejos de irse reduciendo, muchos buques están siendo inspeccionados hasta 35 veces al año. Intertanko pretende que se reduzcan hasta en un 75% las inspecciones llevadas a cabo por Sociedades de Clasificación, Autoridades Portuarias y por su país de bandera.

### Fincantieri preparado para su privatización

El astillero estatal Fincantieri está listo para ser privatizado según afirma el IRI, la empresa estatal que lo gestiona. Con la entrega del crucero *Star Princess* a P&O, el astillero italiano confirma su positiva y más rápida recuperación de lo esperado tras el 11 de septiembre. Se espera que el gobierno italiano confirme la

privatización para finales de este año y que haya un gran interés en la compra de las acciones.



### Incremento en los fletes de los portacontenedores

Según fuentes solventes, el ligero incremento en la actividad de los portacontenedores está elevando de nuevo los fletes. Los fletes de buques entre 1.000 y 2.000 teu subieron unos 250 US\$ por día, representando el primer incremento en los fletes desde mayo del año pasado. Los brokers analizan los emergentes contratos por doce meses en lugar de por tres meses o por rutas como una señal de que los precios no bajarán más.

### Armadores chinos buscan nuevos buques de segunda mano

Está habiendo una gran competencia entre armadores chinos de *handysize*, *handymax* y *panamax* para adquirir este tipo de buques de segunda mano antes de que expire, en marzo, la prórroga de tres meses para licencias de importación, por lo que el precio de estos buques está subiendo en gran medida. Los armadores chinos están bajo una gran presión para renovar su flota y deshacerse de sus buques más viejos. Deben de reemplazarlos por buques construidos después de 1984, ya que el gobierno chino ha puesto como edad límite los 17 años para poder ser registrados por la sociedad de clasificación china.

### Chantiers podría volver a construir gaseros

El astillero francés Chantiers de l'Atlantique parece que vuelve a la construcción de gaseros tras la carta de intención firmada con la francesa Gaz para la construcción de un LNG de 74.000 m<sup>3</sup>. El astillero, integrado en el grupo Alstom, no ha construido ningún LNG desde hace cinco años y sería el primero en el mundo con una planta de propulsión eléctrica. Por otro lado, se especula con que Alstom podría intentar vender los astilleros Chantiers de l'Atlantique para reducir su actual deuda. Su director ejecutivo, Pierre Bilger, dijo que el grupo ha crecido rápidamente en los últimos tres meses y que había llegado ya la hora de reestructurarlo para así reducir las deudas. Entre las posibles ventas se encuentra Alstom Marine, la división naval que dirige el astillero Chantiers de l'Atlantique en St Nazaire. El volumen de operaciones de Alstom descendió un 2% hasta los 17.390 M de Euros (15.500 M\$) entre abril y diciembre de 2001, principalmente debido al escaso desarrollo de su división marina.

### Kawasaki confirma su plan para reducir pérdidas

Kawasaki Heavy Industries (KHI) ha confirmado sus planes para reconvertir su división

de astilleros en una compañía independiente en octubre de este año. Con esta operación KHI pretende reducir las pérdidas que esta división le estaba ocasionando asegurando que no pretende para ello realizar un recorte de personal. Tadokoro, el principal astillero de KHI, plantea especializarse en la construcción de VLGCs y LNGs, y conseguir atraer la atención de los armadores con su nuevo diseño de LNG para 145.000 m<sup>3</sup>.

### La pérdida de potencia posible causa principal del hundimiento del Christopher

Un fallo estructural debido a una pérdida de potencia puede ser la causa principal del hundimiento a finales de diciembre del pasado año del *capesize* *Christopher* con sus 27 tripulantes. El capitán avisó de un fallo en el motor propulsor poco antes de su hundimiento, provocando que el buque quedase a merced de la tormenta que estaba atravesando. No se cree que el agua que entró en las bodegas una y dos sea causa suficiente por sí misma, ya que el bulk carrier estaba cargado con carbón.

### Los dos principales astilleros de Japón comienzan a revelar sus planes de fusión

Los dos principales astilleros japoneses, NKK e Hitachi Zosen, han comenzado a revelar datos sobre su futura fusión. La creación formal de la compañía, Universal Shipbuilding Corporation (USC), no será hasta abril de 2003 y se espera que tenga una capacidad de operación de 1,5 millones de gt y una facturación de 1.140 M\$ al año. USC se estructurará en dos divisiones independientes, una relacionada con el mercado militar y la otra enfocada en buques comerciales y offshore.



### Corea espera una caída en nuevas contrataciones durante este año

Los astilleros surcoreanos esperan una caída de hasta un 6,4% en las nuevas contrataciones durante el año 2002 en términos de toneladas de registro bruto, tras la caída en un 38% del año anterior. Por otro lado, dichos astilleros están entregando actualmente una cifra récord de nuevos buques. Dichas entregas representaron un 6,4% de las exportaciones totales de Corea del Sur durante el 2001, lo que representa un 1,6% más que el año anterior. Según el Ministerio de Comercio surcoreano, las cifras de cgts construidas durante el año pasado ascendieron a 6,44 millones de cgts.

### El crecimiento de la industria rusa aumenta la contratación de nuevas construcciones

El crecimiento de la industria rusa está produciendo un efecto muy positivo sobre la con-



tratación de nuevas construcciones. Distintas compañías rusas están planeando contratar nuevas buques continuando con el alto número de contrataciones realizadas durante el año pasado. El alto crecimiento, tanto de la industria rusa como de sus exportaciones, provocaron que el año pasado sus compañías llegasen a contratar 16 petroleros y 13 cargueros.

#### **BP podría desembolsar 10.000 MUS\$ en sus proyectos de LNGs**

La compañía británica BP podría llegar a desembolsar hasta 10.000 MUS\$ en sus proyectos de LNGs si se llegan a cumplir todas sus expectativas. La producción de LNG por parte de BP se espera que crezca rápidamente hasta llegar a duplicar su actual proporción en la producción de gas del grupo. BP cuenta actualmente con intereses en proyectos de LNG en Trinidad, en Abu Dhabi, Indonesia y en la costa noroeste de Australia, y espera que se desarrollen otros nuevos en Indonesia, en Oriente Medio y en Bolivia.

#### **MAN anuncia un gran incremento en sus ventas**

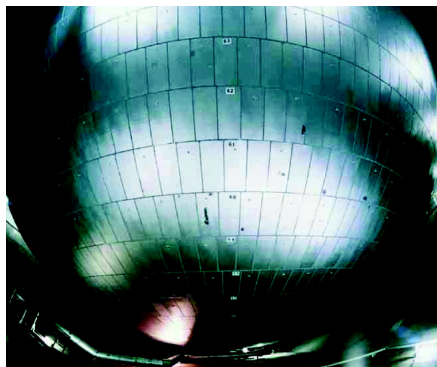
Empujado por su división de motores diesel, el grupo MAN ha anunciado un incremento en sus ventas en un 11% durante el año pasado pese al retroceso en la economía mundial. Ferrostaal, también parte del grupo MAN y altamente relacionada con la ingeniería naval, también contribuyó en gran medida al incremento en el volumen de ventas. Según fuentes del grupo, dicho incremento se produjo en gran medida debido al alto número de contrataciones realizadas a principios del año pasado.

#### **Babcock reacciona negativamente al informe de Thyssen sobre la posible fusión de sus astilleros**

Babcock Borsig, el socio del astillero Howaldtswerke Deutsche Werft, ha reaccionado de forma muy negativa ante el informe presentado por su socio Thyssen Krupp sobre la posible fusión de sus astilleros. Le acusa de haber cambiado su postura sobre el futuro de los astilleros Blohm+Voss y Thyssen Krupp en repetidas ocasiones y de no estar preparado para sobrellevar los efectos de una posible fusión. Estas acusaciones son las últimas que demuestran el escaso entendimiento entre ambas firmas alemanas.

#### **Nuevo sistema de contención para LNG**

El nuevo sistema de contención para LNGs diseñado entre Gaztransport y Technigaz (GTT) combina las mejores cualidades desarrolladas por ambas compañías francesas y abre el camino para la construcción de mayores LNGs. El nuevo sistema de contención por membranas para LNGs desarrollado durante diez años ya está listo para salir al mercado. El resultado es un sistema que se diferencia principalmente del anterior en contar con membranas primarias y secundarias. Según GTT tendrá un coste de instalación entre un 15 y un 20% menor que los actuales y ya ha sido aprobado por Bureau Veritas.



#### **Los gobiernos europeos desarrollan medidas para incentivar la construcción naval**

Para incentivar la construcción naval los gobiernos europeos están desarrollando distintos programas económicos con distintas ventajas fiscales. Por ejemplo, Alemania ha financiado su sector naval con el banco estatal Landesbanks, permitiendo a los armadores recibir préstamos a bajo interés. En Irlanda, Francia, Reino Unido y Holanda, las navieras tienen la oportunidad de contratar nuevas construcciones bajo nuevos planes de arrendamiento. En EE.UU., el Eximbank está actuando de igual forma al Landesbanks de Alemania.



# Panorama de actualidad de los sectores naval y marítimo

Ferliship. Marzo 2002

**C**omentamos en nuestro Panorama de Actualidad del pasado mes de febrero cómo la economía de los Estados Unidos experimentaba una mejoría de acuerdo con todos los analistas. Todo hace indicar que la mejoría se extiende a la economía de los países desarrollados en general, que se reponen del impacto del 11-s.

Lo malo es que los países productores de petróleo y el cártel OPEP han consolidado la noticia anterior haciendo realidad la subida de los precios del crudo, lo que también apuntábamos en febrero como un posible riesgo. En efecto, el precio del crudo subió en la primera semana de marzo por encima de los 22 US \$ por barril y la OPEP quiere que se cotice entre los 22 y los 28 US \$, como franja a lo largo del presente año. Hay expertos que sitúan para final de año un precio del barril de Brent de 26 US \$, argumentando el efecto cuasi bélico que se cierne sobre Oriente próximo y, según parece, puede rebrotar en Irak.

Al sector marítimo se le endurece el mercado con ello y más aún con la aparición en la escena económica y, más en concreto, energética internacional de lo que ya se ha dado en denominar la "OPEP de Gas", el Foro de países exportadores de gas. Cártel formado por los principales países productores y exportadores de gas, con idéntica finalidad que la que se marcó en su día la OPEP y que no es otra que la de controlar la producción para establecer los mecanismos de regulación de los precios.

A finales del mes de febrero, el mercado de fletes continúa, en casi todos los tráficos, en cifras bajas. Los fletes de crudo para los VLCC's han bajado desde nuestro último Panorama de Actualidad de WS 40 a WS 37,5 para las rutas MEG/West y de WS 50 para destinos a Japón a tan solo WS 39,5 lo que supone un descenso notable. Por su parte, los Suezmax se mantienen en los mismos márgenes, con leve subida, entre WS 65 y WS 67,5, mientras que los Aframaxes bajan de un promedio de WS 96,5 hasta WS 90 en rutas Norte de África a Europa Mediterránea y U.K. con Europa continental, respectivamente.

Los tráficos para productos limpios son los que han marcado una mayor subida. Los petroleros de productos, de entre 75.000 y 50.000 tpm, han pasado de estar entre WS 105 y WS 130, a situarse entre WS 127,5 y WS 157,5 de los que los más altos corresponden a los fletes pagados para tráficos desde el Golfo a Japón y si se trata de petroleros más pequeños, de unas 30.000 tpm., se han alcanzado niveles de WS 200.

Por lo que respecta a los fletes de crudo en *time-charter* a un año, han bajado en todos los rangos. Así descienden VLCC's y Suezmaxes en unos 500 US \$ por día, pasando de 26.500 US\$/día y 18.500 US\$/día a 26.000 y 18.000, respectivamente. Por su parte, los Aframaxes han perdido 1.000 US\$ día bajando de los 18.000US\$ día a 17.000 US\$ día. El *time-charter* para productos limpios pierde también 1.000 US\$/día en los buques de 80.000 tpm, que ingresan 19.000 US \$ día en lugar de los 20.000 desde nuestro último Panorama y los de 40.000 tpm bajan en 400 US\$ /día quedando en 13.000 US \$ por día.

Se ve que el mercado de transporte del petróleo continúa con índices muy moderados, sin síntomas de una recuperación estable, debido a la gran cantidad de buques que se han venido incorporando a la flota mundial, frente a un mercado de desguace aún poco drástico.

En lo que respecta a los fletes de graneles sólidos, los *handy size* (entre 60.000 tpm y 30.000 tpm) están entre los 7.500 US\$/día y los 5.500 US\$/día, lo que supone una mejora frente a la leve caída del *time-charter* para los 45.000 tpm, que bajan de los 6.500 US \$ al día a los 6.400 US \$ por día.

Los Panamax, a pesar de mostrar actividad en el mercado de transporte, no alcanzan subidas en sus fletes como para alcanzar los niveles de noviembre de 2000. Los fletes para grano en las rutas Gulf/Japón están a 17,95 US \$ por tonelada y el *time-charter* a un año ha ganado 300 US\$ pasando de los 7.700 US \$ por día a 8.000 US \$/día.

Los graneleros tipo Capesize, están prácticamente igual que hace un mes, cobrando por transportar mineral de hierro desde Tubarao a Róterdam, 4,5 US \$ por tonelada, aunque en el caso del carbón desde Queensland se está ganando 1 US \$ por tonelada, sobre los 7 US \$ por tonelada que tenían hace un mes. El *time-charter* para un Capesize de 150.000 tpm está ahora en torno a los 10.500 US \$ por día, con una subida de 500 US \$.

La actividad en el transporte de gas ha mejorado moderadamente en los rangos de grandes y medianos buques gaseros, mientras que los gaseros pequeños de en torno a los 5.000 m<sup>3</sup> han mejorado su actividad de forma más significativa. Los fletes para los gaseros de 75.000 m<sup>3</sup> están a 375.000 US \$, a 625.000 US \$ los de 54.000 m<sup>3</sup>, y a 500.000 US \$ los de 15.000 m<sup>3</sup>.

Los fletes de portacontenedores parecen despegar saliendo de sus cotas más bajas en las que permanecían desde hace ya tiempo. La fuerte bajada que experimentaron el pasado año 2001 junto a la reducción experimentada de los volúmenes transportados, redujeron de forma drástica los resultados de las compañías navieras implicadas en el transporte de contenedores. Evergreen por ejemplo, siendo una de las más importantes del mundo, si no la más, reportó reducciones de ingresos del 30%, sobre el ejercicio anterior. Ahora parece que llega la recuperación y los fletes han subido entre 100 US \$ y 200 US \$ por TEU.

El mercado de buques de segunda mano, continúa muy activo y con precios que se mantienen sin cambios respecto del pasado mes, entre un 10 y un 15 por ciento por debajo de los registrados hace un año.

Los datos conocidos respecto al volumen de desguaces con que se ha cerrado el año 2001, dan una cifra de 608 buques vendidos para su desguace con un tonelaje total de 28,2 millones de toneladas de peso muerto, lo que ha supuesto un crecimiento respecto al año 2000 de cerca del 25%. Los petroleros han contribuido con el desguace de 29 unidades de VLCC's y 35 de Suezmaxes que totalizaron 13,9 millones de tpm, lo que significa casi el 50% del total del tonelaje anual vendido para su desguace y el 10,5% del total de buques.

En el mercado de buques nuevos, poco que resaltar, salvo la apuesta que están haciendo los países asiáticos por la recuperación en la demanda de bulkcarriers. En cuanto a la situación de cartera de pedidos, está bajando como consecuencia del mayor número de entregas que de contratos que se viene produciendo.

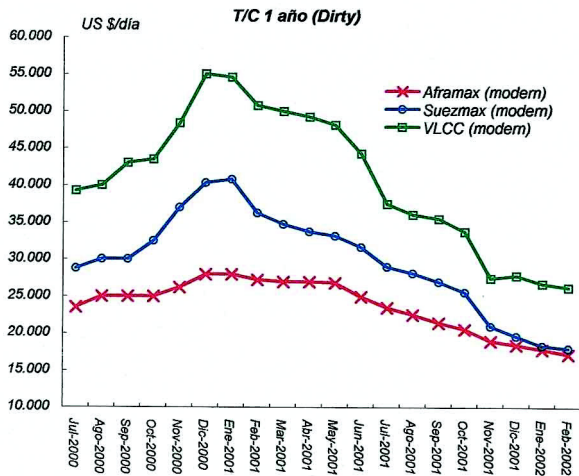
El plazo para la adjudicación de licitaciones en la venta y posterior privatización de Trasmediterránea quedará definitivamente cerrado el 15 de Abril, fecha a partir de la cual se determinará el comprador que mediante una OPA verá transferidas de la SEPI las acciones por el 95 %, debiendo por el mismo sistema, adquirir en un período no mayor de medio año, el resto de las acciones.

Comentar finalmente la buena trayectoria de nuestros puertos que en el 2001 crecieron en un 3% sobre el volumen movido durante el año 2000. La actividad portuaria superó los 348 millones de toneladas de tráfico total, frente a los 338 millones del año anterior.

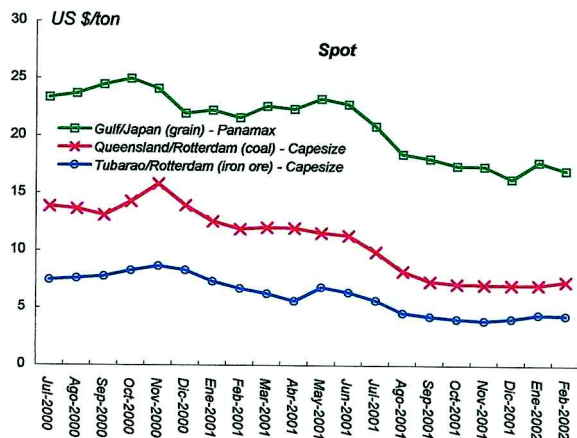
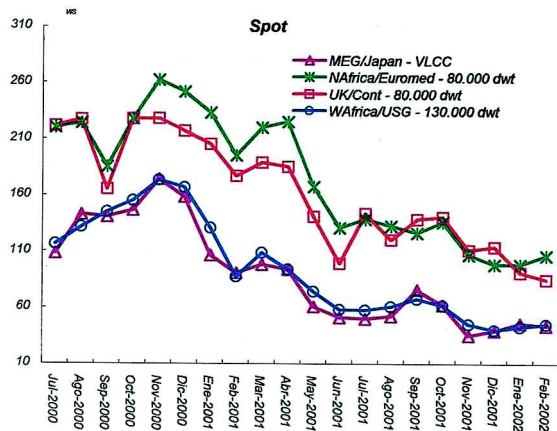
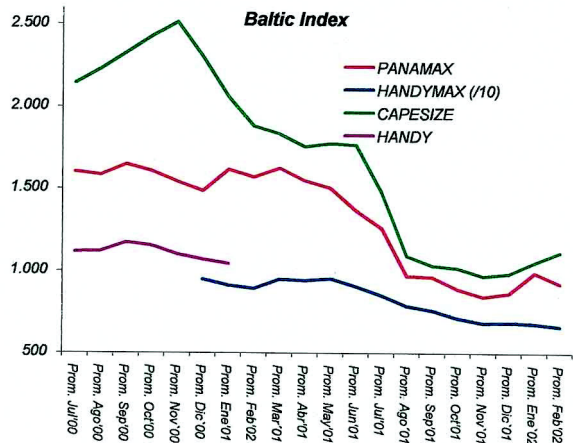
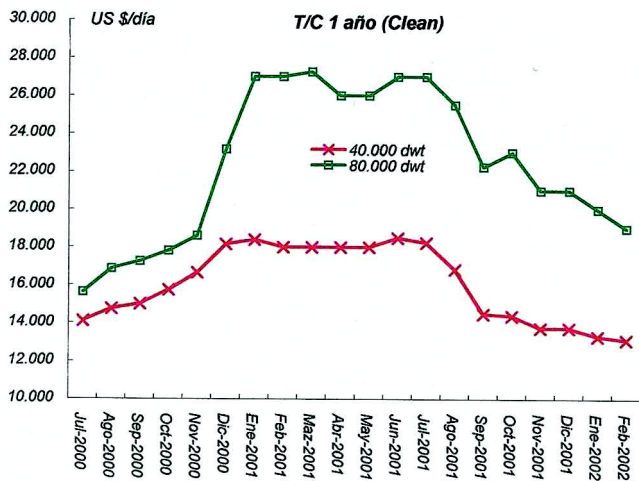
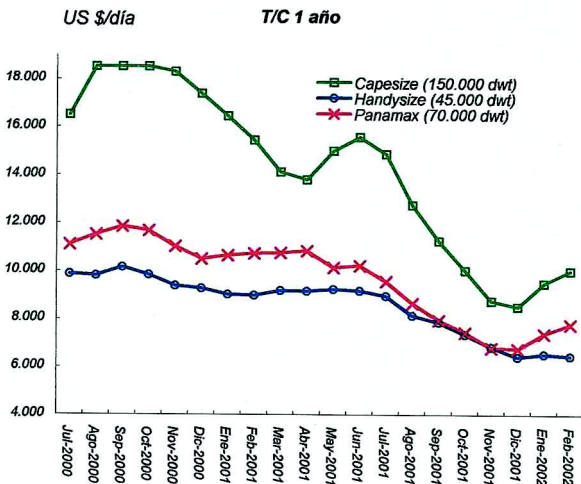


## FLETES

### PETROLEROS



### BULKCARRIERS



Ferlishop - Fedica



# Buque palangrero *Siempre Beluso* construido por Montajes Cies

En el segundo semestre del pasado año, Montajes Cies entregó el buque *Siempre Beluso*, proyectado para la pesca de palangre de superficie en el Atlántico Sur. El buque está equipado con los medios apropiados para el sistema americano de palangre, dotado de dos carreteles, además de disponer de la maniobra del halador de costado de platos y haladores estibadores de rodillos en popa.

La proa del buque es lanzada con bulbo y secciones de abanico. La popa es de estampa con buenas salidas de agua pues dispone de cantos redondeados en la estampa.

El proyecto técnico ha sido desarrollado por Cintraval Vigo, en estrecha colaboración con el Armador y Astilleros M. Cies, S.L.

## Disposición general

El buque dispone de dos cubiertas corridas de proa a popa, la cubierta principal y la cubierta superior. Cuenta además con otra cubierta puente desde el centro hasta la línea de popa, sobre la cual va situado el puente de gobierno. En proa dispone de un cierre de protección, desde la roda hasta el palo. La sala de máquinas se halla situada a popa.

La zona del buque reservada a bodegas está situada hacia el centro y dispone de los medios adecuados para la congelación de las capturas en dos túneles y mantenerlas refrigeradas en la bodega y el entrepuente.



El *Siempre Beluso* está especialmente equipado para la pesca de palangre en superficie por sistema americano

- Tanques verticales de combustible.
- Túneles de congelación en los laterales, con pañol entre los dos túneles.
- Parque de pesca con hueco en estribor.
- Entrepuerto de carga con escotilla enrasada y una gambuza refrigerada en estribor.
- Zona de acomodación en la que se ha situado el guardacalor al centro, el local del grupo de puerto y aire acondicionado, un camarote de 4 plazas y otro doble, en babor, así como aseos, un camarote doble y otro de 4 plazas, en estribor.
- Local del servo.
- Pañoles y talleres de máquinas con tanques de A.D.
- Tanques verticales de combustible a popa.

### Sobre cubierta superior

- Zona de amarre y fondeo de proa.
- Palo de proa.
- Escotilla de carga y descarga y tambor de monofilamento.
- Zona de acomodación en babor, en la que se ha situado dos camarotes (uno doble y otro individual), local de ropas de aguas, aseo con acceso exterior, aseos interiores, lavandería, guardacalor y troncos de subida y bajada, cocina con gambuza refrigerada en su interior, comedores de oficiales y marinería, gambuza seca y enfermería con botiquines.

### Sobre cubierta puente

- Puente de gobierno en el que se ha dispuesto: Consolas de aparatos, bajada a cubierta superior, 2 camarotes individuales, aseo, derrota y sala.
- Chimenea con lumbreira.
- Zona de largado de balsas y amarre de popa.

## Equipos de pesca

El buque dispone para la faena de pesca de los siguientes equipos:

- Tambor de recogida de palangre, marca Nuñez Vigo 25 km de monofilamento de diámetro 36.

Cuenta con una central hidráulica para el servicio de dos tambores de red y lanzadera del sistema de palangre

Características principales	
Eslora total	39,00 m
Eslora entre perpendiculares	32,00 m
Manga de trazado	8,10 m
Puntal a cubierta principal	3,65 m
Puntal a la cubierta superior	5,85 m
Potencia propulsora	613 CV
Velocidad media de servicio	10 nudos
Arqueo	371 GT
Tripulación	17 personas

Capacidades	
Bodegas	315 m <sup>3</sup>
Combustible	270 m <sup>3</sup>
Agua dulce	7 m <sup>3</sup>
Aceite	3,5 m <sup>3</sup>

El buque dispone de los siguientes compartimentos:

### Bajo cubierta principal

- Pique de proa para agua de lastre.
- Tanques verticales de combustible.
- Bodega de carga refrigerada con tanques de combustible en el doble fondo.
- Sala de máquinas con tanques laterales y tomas de mar a proa.
- Pique de popa y tanques de combustible, incluyendo el tanque de servicio diario.

### Sobre cubierta principal

- Pañol de proa.





**La instalación frigorífica tiene una capacidad de 2.500 kg/ciclo lo que permite congelar desde 15 °C a -18 °C durante 16 horas**

capacidad se realiza por expansión directa del refrigerante R-404-A en los serpentines instalados en el techo de la misma. La temperatura de entrada del pescado en la bodega es de -18°C.

La instalación frigorífica se ha proyectado para que los 2 túneles de congelación, con una capacidad de 2.500 kg/ciclo de capacidad, cada uno, puedan realizar la congelación del pescado con una temperatura de entrada de +15 °C y una temperatura final en espina de -18°C, durante un período de 16 horas.

La instalación frigorífica está formada por:

- Dos compresores de tornillo Bitzer tipo OSN 7451, accionados cada uno por un motor eléctrico de 75 HP, para los túneles.
- Un compresor de tornillo Bitzer tipo OSN 5361 para la bodega y entrepuente, accionado por un motor eléctrico de 40 CV.
- Tres condensadores para agua de mar, de fabricación horizontal, con refrigerante R-22, accionados por tres electrobombas Azcue centrífugas de 25 m³/h a 15 m.c.a.
- 4 Electroventiladores Woods para los túneles de congelación, dos en cada túnel, aptos para ambientes húmedos y bajas temperaturas, con un caudal de 12.000 m³/h a una presión estática de 30 m.c.a. y una potencia de 4 CV.
- Un juego de serpentines, contruidos con tubería de acero estirado, dispuestos en los techos de bodega y entrepuente, con una superficie total de transmisión de 325 m².
- Un deposito de líquido refrigerante de 260 l.
- Dos evaporadores, uno para cada túnel, contruidos con tubo de acero sin soldadura de 20 mm. La superficie de transmisión es de 300 m² por evaporador y la separación de aletas de 15 mm.

- Cabrestante tipo C-1000 en acero inoxidable para la pluma del barco, incluyendo un sistema de accionamiento eléctrico con dos velocidades, equipado con un motor Danfoss OMR-375. Dispone asimismo de 1 distribuidor rotativo, 1 válvula de frenado, 1 electroválvula para el control eléctrico del cabrestante, 1 regulador de caudal y 1 electroválvula de 2 vías y 2 posiciones.
- Halador de palangre de platos colocado en el hueco de pesca, totalmente contruido en acero inoxidable. El halador va provisto de motor Danfoss OMR - 50 y distribuidor rotativo.
- Central hidráulica para sistema de palangre americano, para el servicio de dos tambores de red y lanzadera del sistema americano así como del halador de espada de platos de proa y cabrestante de la pluma. Esta central está situada en el pañol de proa e incluye un tanque de aceite hidráulico y dos motores eléctricos de 20 CV.
- Distribuidor electrónico progresivo, marca Danfoss, con mando electrónico Pvel instalado en el puente para sistema de tambor americano.
- 1 Lanzadera para el sistema americano, totalmente contruida en acero inoxidable, accionada por un motor hidráulico Danfoss OMR 50.
- 1 Cabrestante vertical con un cabirón, accionado por un motor eléctrico de 10 CV.
- Halador de popa de rodillos, consistente en 2 haladores con motor OMM-20 montados sobre vía de acero inoxidable preparadas para soldar al techo con sus carros.
- Central hidráulica doble para el manejo del halador de popa, que incluye un tanque de aceite hidráulico, dos motores eléctricos de 4 CV, 220/380 V, y dos bombas hidráulicas de 22 l.

## **Congelación y conservación del pescado**

El pescado se congela en dos túneles que trabajan por expansión directa del refrigerante R-404-A en los frigorígenos y circulación forzada del aire frío a través del mismo. La conservación del pescado congelado en la bodega de 315 m³ de

**El cabrestante para la pluma del barco cuenta con un sistema de accionamiento eléctrico con dos velocidades**

## **Planta de propulsión y eléctrica**

El *Siempre Beluso* está propulsado por un motor diesel Caterpillar 3512B de 613 CV a 1.200 rpm, con sistema de arranque eléctrico y neumático, que acciona, a través de un acoplamiento elástico Horset, tipo RB, y un reductor marino Reintjes WAF 862, una línea de ejes, constituida por un eje de cola de acero inoxidable AISI-316 L, y una hélice de paso fijo y 5 palas, fabricada en CUNIAL.

Para generación de la energía eléctrica necesaria a bordo, el buque dispone de dos grupos electrógenos formados, cada uno, por un motor Caterpillar 3406 de 6 cilindros en línea, 307 BHP a 1.500 rpm, y un alternador Caterpillar de 270 kVA, 380 V, 50 Hz.







#### **PROGRAMA:**

- TRANSMISIONES HIDRÁULICAS RÁPIDAS Y LENTAS DE 12 A 450 CV, SUNDSTRAND, EATON, RUSTON.
- EMBRAGUES, REDUCTORES Y ACOPLAMIENTOS FLENDER.
- FILTROS HIDRÁULICOS.
- MANDOS NEUMÁTICOS Y ELÉCTRICOS, WABCO Y HONEYWELL.



#### **APLICACIONES:**

- MAQUINILLAS DE PESCA.
- CABRESTANTES.
- HÉLICES TRANSVERSALES.
- SERVO-TIMONES.
- MOLINETES.
- ALTERNADORES HASTA 200 CV.
- MAQUINARIA DE OBRAS PÚBLICAS, AGRÍCOLA Y FORESTAL.



**«EN 20 AÑOS DE EXPERIENCIA  
HEMOS MONTADO  
MÁS DE 1.000 PESQUEROS»**

**Perea Marítima, S. A.**

Alfonso Gómez, 25 - 28037 MADRID  
Teléfono: 754 14 12 - Telefax: 754 54 04



El *Siempre Beluso* dispone también de un grupo de puerto formado por un motor diesel turboalimentado, con arranque eléctrico y sistema de inyección directa, Caterpillar 3304 T, de 4 cilindros en línea, 127 BHP a 1.500 rpm, y un alternador de 106,25 kVA, 380 V, 50 Hz.

Los dos alternadores de los grupos electrógenos están acoplados en paralelo, con sus correspondientes aparatos de medida y protección y con interruptores automáticos para los distintos circuitos de fuerza y alumbrado.

El buque dispone de una red de 380 V, 3 fases, para los equipos de fuerza, y otra de 220 V, 3 fases, para proyectores de cubierta, auxiliares de cocina, servicios de fuerza de poca potencia, alumbrado, enchufes, equipo de radio, etc. También dispone de una red de corriente continua de 24 V, para alumbrado de emergencia y servicios reglamentarios.

## Maquinaria auxiliar

El *Siempre Beluso* dispone de los siguientes equipos:

- 3 Bombas eléctricas para servicios generales, achique, baldeo y contraincendios, Azcue, de 30 m<sup>3</sup>/h a 30 m.c.a.
- Bomba de husillos para trasiego de gas-oil, Azcue, de 13 m<sup>3</sup>/h a 10 m.c.a.
- Bomba de achique del tanque de aguas fecales, Azcue, de 30 m<sup>3</sup>/h a 6 m.c.a.
- 2 Bombas de achique del parque de pesca, Azcue, de 20 m<sup>3</sup>/h a 5 m.c.a.
- 2 Grupos hidróforos para agua dulce y para agua salada, Azcue, de 2,5 m<sup>3</sup>/h a 30 m.c.a.
- Separadora centrífuga para tratamiento de gas-oil, con retención de sólidos, Alfa-Laval MAB-103 de 1.150 l/h.
- Equipo de presión de agua CAT 661, especial para agua de mar, compuesto por una bomba CAT de acero inoxidable, de 38 l/min. a 220 bar.
- Dos equipos de generación de agua dulce por ósmosis inversa de 4.500 l/día de capacidad.
- Esterilizador de agua por rayos ultravioleta Min, 1000 con una potencia de 15 W.
- Dos grupos electrocompresores ABC, modelo VA-30-E-PC, de 14 m<sup>3</sup>/h a 30 kg/cm<sup>2</sup>.
- Dos botellas de aire de arranque Termojet de 125 l a 30 bar.

## Gobierno

El equipo de gobierno del *Siempre Beluso* está compuesto por:

- Un servomotor electrohidráulico de 3,5 t x m, compuesto por 2 cilindros hidráulicos con vástagos en acero inoxidable cromado.
- 1 central hidráulica doble para accionamiento del servomotor, compuesta por 1 tanque de aceite hidráulico de 90 + 90 litros, 2 bombas hidráulicas de 16 l, 2 motores eléctricos Siemens de 4 CV a 380 V y 2 placas base con válvulas seguridad.

El puesto de gobierno de emergencia está formado por un Orbitrol Danfoss OSPB-160, una columna de orbitrol para OSPB-160 y un timón para la columna de orbitrol.

## Otros equipos

El sistema fijo para extinción de incendios por CO<sub>2</sub> está compuesto por 3 cilindros de 67 litros, equipados con válvula de actuación neumática, y un cilindro piloto de 67 litros. El *Siempre Beluso* también cuenta con dos extintores portátiles de espuma y 4 extintores de polvo seco de 5 kg.

Dispone de un bote de rescate Duarry, modelo S.R.5 homologado, propulsado por un motor Yamaha de eje largo



**El barco cuenta con un grupo de puerto de arranque eléctrico e inyección directa capaz de suministrar 127 BHP**

de 25 CV. El bote dispone de un gancho de disparo para destriaca y una pluma para arriado en chimenea.

El *Siempre Beluso* está provisto también de una balsa salvavidas, así como de los aros y chalecos salvavidas, cohetes y señales fumígenas, reglamentarios.

En el local de cocina se ha dispuesto una cocina portátil eléctrica, marca Buraglia, una freidora eléctrica, una amasadora Samic con capacidad para 18 kg de masa, un frigorífico y una lavadora.

La instalación de gambuzas frigoríficas la forman tres gambuzas para almacenar productos a distintas temperaturas: frescos a 0 °C y carnes y pescados a -16 °C. La instalación consta de un compresor para R-404A, marca Bitzer modelo IV, para las gambuzas de congelados y de frescos, con un motor eléctrico de 4 CV, un condensador, una electrobomba centrífuga de 1,5 m<sup>3</sup>/h, dos evaporadores y un cuadro eléctrico de maniobra, con los elementos necesarios para el funcionamiento de la instalación.

El equipo de fondeo está compuesto por un molinete de anclas con barbotén desembragable y 2 cabirones, así como dos anclas tipo Hall de 570 kg, y su correspondiente cadena.

## Acomodación

El buque dispone de acomodación para una tripulación de 17 personas, para la que cuenta con dos camarotes de 4 plazas y dos camarotes de 2 plazas en la cubierta principal, un camarote individual y otro doble en la cubierta superior, así como dos camarotes individuales en el Puente de gobierno.

La habilitación y trabajos de carpintería corrieron a cargo de la firma Regenasa.

Los costados y techos de las zonas de intemperie de la acomodación se han aislado con lana de roca de 50 mm de espesor. Los mamparos y costados interiores de la cocina y guardacalores se han aislado con manta de lana de roca homologada A-60. Los mamparos divisorios están formados por paneles sandwich tipo "Panelfa" de 50 mm de espesor.

El forro de los costados está formado por paneles sándwich de 25 mm de espesor tipo "Panelfa" y los techos están for-

**El sistema de detección de incendios está compuesto por 3 botellas de CO<sub>2</sub> de 67 litros**





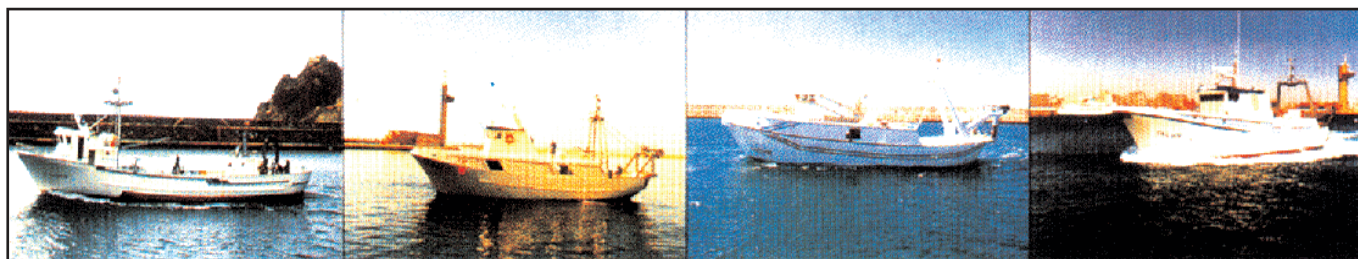
mados por lamas de 300 mm de ancho y 30 mm de espesor tipo "Panelfa".

### Equipos de navegación y comunicaciones

El buque dispone de los siguientes equipos de navegación y comunicaciones:

- Navegador GPS Furuno GP-31, con 2 canales, pantalla LCD retroiluminada, datos alfanuméricos, 250 waypoints, 20 rutas y 750 puntos de evento.

- Sonda color Furuno FCV 1200L LCD (TFT) de 10,4", potencia seleccionable a 1, 2 ó 3 kW, con doble frecuencia con Sintetizador libre de frecuencias de 15 a 200 kHz.
- 2 Transductores 28F-24 de 3 kW.
- Indicador digital de temperatura Furuno T-2000, con display en LCD, que incluye sensor de temperatura T-02MSB con 8 m de cable.
- Radiogoniómetro Koden KS5131, frecuencia 26,5 MHz-28 MHz, con 99 canales de memoria, escáner, antena de cuadro de 0,6 m de diámetro.
- Radioteléfono Furuno FS5000 BLU de 400 W, con acoplador de antena AT-5000 que cumple con GMDSS.
- Terminal DSC para radioteléfono MF/HF FS-5000.
- Receptor AA-50 Furuno, de alarma MF/HF.
- Receptor Navtex Furuno NX 500, que cumple con IMO y SOLAS, con pre-amplificador de antena NX-5.
- Radioteléfono VHF Furuno FM 8500, que cumple con GMDSS. Incorpora DSC Semi-Dúplex.
- Giroscópica Simrad Robertson RGC11
- Radiobaliza Kannad 406 WH
- Radar Furuno FR.2125-B (Black Box), 25 kW, antena abierta XN20AF de 6,5 pies, con una escala máxima de 96 mn, compuesto por: unidad procesadora RPU-011, unidad de control RCU-011-I, unidad de antena RSB 0074-62 con radiador y alimentación 220 VCA.
- Programa Plotter Telchart V de pesca para PC (Windows). Utiliza cartografía vectorizada C-MAP en CD-Rom y con entrada de datos ARPA hasta 20 blancos.
- 2 Equipos de comunicación por satélite Standard C Furuno, Modelo Felcom 12 Standard-C SatCom, compuesto por unidad de antena, unidad de comunicaciones IC-212, una con terminal IB-581 con teclado y alimentación 24 VDC.



**i**NNOVACIONES  
**t**ECNOLÓGICAS  
**p**ESQUERAS  
S. L.

Desde 1986 hemos proyectado más de 200 barcos de Pesca:

- Madera
- P.R.F.V.

Hemos gestionado y tramitado más de 300 expedientes de subvención para:

- Nuevas construcciones.
- Modernizaciones.

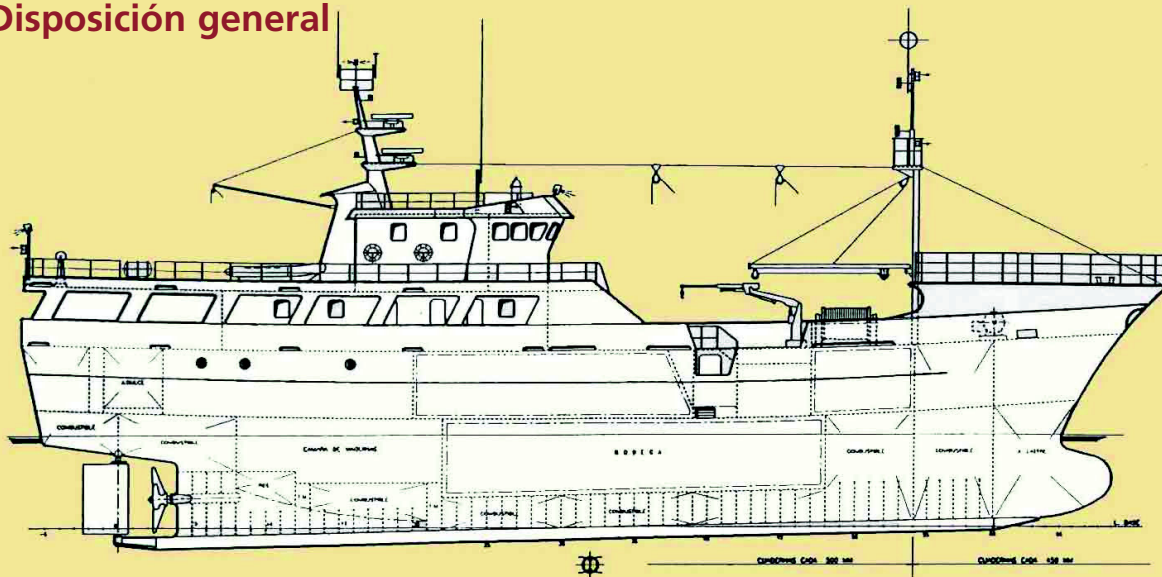
«OFICINA TÉCNICA DE INGENIERÍA NAVAL»

JACOMETREZO 4, 3.º - 3 - 28013 MADRID  
Tel.: 91 521 53 91 - Fax: 91 531 81 27  
DELEGACIÓN EN ALMERÍA





## Disposición general



CINTRANAVAL-VIGO, S.L.



***Siempre Beluso***



# Nuevo Carmen Asunción y Nuevo Nautilus, catamaranes de Izar San Fernando

El pasado año, Astillero San Fernando, del Grupo Izar, entregó a sus respectivos armadores los buques *Nuevo Carmen Asunción* y *Nuevo Nautilus*. Ambos buques son del tipo catamarán, especialmente diseñados para la pesca de cerco, con casco y cubierta de poliéster reforzado con fibra de vidrio, con cámaras de máquinas a popa, y dos líneas de ejes.

En el diseño de estos buques se ha tenido en cuenta la necesidad de un mantenimiento mínimo con formas de casco desarrolladas con el objetivo de disminuir la resistencia al avance y así obtener una buena relación velocidad/potencia, con el consiguiente ahorro de combustible en comparación con un buque monocasco equivalente.

Tienen un buen comportamiento en la mar y una gran estabilidad por su condición de catamaranes. Dado su novedoso diseño, que incorpora una tercera proa solidaria con la cubierta, con la función de amortiguar los movimientos de cabeceo, aminorar los impactos de las olas y reducir el embarque de agua por proa, el movimiento a bordo es menor y se mejoran las condiciones de la tripulación en comparación con otros buques monocascos convencionales.

Estos buques son más seguros debido a la necesidad de ir a caladeros más alejados puesto que los actuales se encuentran muy explotados.

La buena relación velocidad/potencia permite que se disponga de más tiempo para la pesca, frente a horarios de pesca muy restringidos, y adelantar el regreso a la lonja y, por tanto, conseguir un mejor precio por las capturas.

Los buques disponen de una amplia plataforma de trabajo, que proporciona un lugar de trabajo más cómodo y seguro, así como una buena compartimentación y reserva de flotabilidad que los hace más seguros.

Poseen una excelente maniobrabilidad, incluso con una sola línea de propulsión, lo que facilita las labores de pesca y aumenta la seguridad en el mar.

Además de estar equipados con diferentes motores propulsores y reductores, los buques *Nuevo Carmen Asunción* y



**El Nuevo Carmen Asunción y el Nuevo Nautilus son catamaranes diseñados para la pesca de cerco**

*Nuevo Nautilus* tienen diferente distribución de la habilitación, y distintos equipos de comunicaciones, navegación y pesca. Asimismo, el *Nuevo Nautilus* cuenta con un rodillo de costado en babor, un halador triplex en babor, dispone de una máquina de hielo a popa de la superestructura y una grúa hidráulica marina a popa del puente.

## Estructura

Los catamaranes están divididos transversalmente por tres mamparos estancos principales en los siguientes espacios: piques de proa, ranchos de tripulación, bodegas de pesca y salas de máquinas.

Los cascos son de una pieza única laminada en GRP, con refuerzo de fibra de vidrio en forma de *mat* de varios gramajes y tejido *roving* alternados, impregnados por resina de poliéster. El reforzado es de tipo transversal en fondo, costados y cubiertas, y laminado en moldes. La clara entre cuadernas es de 500 mm a lo largo de toda la eslora.

Las rodas son lanzadas, de secciones redondeadas con sobreespesor de laminado y reforzado especial. En la parte inferior de la limera se ha instalado un casquillo de bronce mientras que en la parte superior lleva un prensaestopas con cierre y casquillo de bronce.

Disponen de una rampa, en la banda de estribor, forrada de chapa de acero inoxidable en los costados internos así como en las zonas de rozamiento de la quilla del bote auxiliar con la propia rampa.

Contorneando los cascos a la altura de la cubierta principal se ha dispuesto un cintón de protección de caucho, desde la cuaderna 28 hasta popa. Los refuerzos del forro son cuadernas y palmejares soldadas al forro.

Los 3 mamparos estancos principales son de construcción plana, con refuerzos verticales dispuestos de forma que miren al interior de tanques o locales no presentando obstáculos.

**Los buques han sido contruidos, casco y cubierta, de poliéster reforzado con fibra de vidrio**

Características principales	
Eslora total	25,00 m
Eslora entre perpendiculares	21,00 m
Manga	7,80 m
Puntal a cubierta principal	2,85 m
Calado de escantillonado	1,50 m
Arqueo	85 GT
Potencia: <i>Nuevo Carmen Asunción</i>	2 x 154,4 kW
<i>Nuevo Nautilus</i>	2 x 183,3 kW
Tripulación ( <i>Nuevo Carmen Asunción</i> )	19 personas

Capacidades	
Bodegas de pesca	2 x 19 m <sup>3</sup>
Combustible	14 m <sup>3</sup>
Agua dulce	2 m <sup>3</sup>
Aceite	0,2 m <sup>3</sup>





**Estos buques se han diseñado pensando en la necesidad de faenar en caladeros alejados, ya que los actuales se encuentran muy explotados**

La cubierta está laminada en poliéster reforzado sobre un molde de una pieza única (que incluye la proa central) del mismo material. El laminado es del tipo sólido con esquema de fibras en forma de *mat* y tejido similar al del casco, con sus correspondientes baos y esloras unidos por laminado de poliéster reforzado con fibra de vidrio. La cubierta dispone de un arrufo importante a proa.

La caseta de la superestructura está construida con materiales similares al resto de la estructura, con mamparos de contorno planos, con refuerzos verticales por el interior.

Las superficies de laminado de poliéster de las piezas construidas en molde tienen una cara con acabado fino de *gel-coat*. La cara rugosa del laminado en las zonas visibles ha sido cubierta con una capa de *gel-coat* parafinado. La cubierta está pintada con *gel-coat* mezclado con corindón para ofrecer una superficie antideslizante.

Los polines y fundaciones de los motores principales están contruidos en GRP reforzado con remate de llanta de acero en la testa embebido en poliéster reforzado.

## Equipos de pesca

Estos buques disponen de los siguientes equipos de pesca:

- Una maquinilla de cerco construída en acero inoxidable con dos cabirones independientes y una tracción de 5.000 kg.
- Maquinilla para el izado del bote auxiliar.
- Carretel de cabos.
- Pescante en la banda, de acero inoxidable.
- Grúa marina con kit de elemento distribuidor supletorio e instalación para accesorios (para manejo del halador). Esta grúa se utilizará también para carga y descarga de elementos a bordo.
- Halador de cerco.
- Bote auxiliar.

Además como ya se ha comentado, el *Nuevo Nautilus* dispone además de estos equipos de: un rodillo de costado en babor y un halador triplex en el mismo costado, una máquina de hielo a popa de la superestructura y una grúa hidráulica marina a popa del puente en la banda de babor.

Ambos buques disponen de rampas con guías de acero inoxidable, incrustada en la estructura, para guía del bote auxiliar.

A proa de la grúa hidráulica de popa, sobre la cubierta principal, ambos buques disponen de una cajonada para la estiba de cajas de pescado.

## Propulsión y gobierno

El buque *Nuevo Carmen Asunción* está propulsado por dos motores MAN de 154,4 kW de potencia, que accionan, a través de un acoplamiento elástico y un reductor-inversor

**Ambos buques cuentan con un sistema de distribuidor del servo de tipo Orbitol, para su conversión en manohidráulico**

**Los buques cuentan con un grupo electrógeno de 90 kVA para los distintos servicios**

Reintjes 364L, con reducción 4,5:1, una línea de ejes, constituida por un eje de cola de acero inoxidable 316 de 115 mm de diámetro, y una hélice de 5 palas fijas, fabricada de aleación de CuNiAl. Las bocinas son de acero inoxidable con tapas de bronce naval, con cojinetes de apoyo de Thordon en los extremos.

Por su parte, el *Nuevo Nautilus* está equipado con dos motores propulsores Cummins de 183,3 kW de potencia y un reductor-inversor Reintjes WAF 44L.

Uno de los motores propulsores del buque acciona, mediante una toma de fuerza acoplada, la bomba hidráulica para el servomotor del timón, las bombas hidráulicas para los equipos de pesca y la bomba de achique y contraincendios de 15 m<sup>3</sup>/h.

Las cámaras de máquinas están dotadas de ventilación mecánica mediante ventiladores de tipo axial. Para una perfecta distribución del aire se han dispuesto canalizaciones con bocas repartidoras sobre las fuentes más pronunciadas de calor.

Los buques están equipados con un servomotor hidráulico, con indicador de ángulo de timón, capaz de proporcionar un par torsor superior a 1 t x m. Disponen asimismo de un sistema de distribuidor de tipo Orbitol, para su conversión en manohidráulico, mediante circuito independiente, que asegura el gobierno en caso de emergencia.

## Maquinaria auxiliar

En las cámaras de máquinas se han montado los siguientes equipos:

- 1 Electrobomba centrífuga de 220 V, autocebada, de 30 m<sup>3</sup>/h a 28 m.c.a., para achique, baldeo y contraincendios.
- 1 Grupo hidróforo para agua dulce, con su tanque.
- 1 Electrobomba autoaspirante de 3 m<sup>3</sup>/h a 5 m.c.a., para trasiego de combustible.
- 1 Bomba de pistón, manual, como reserva de la anterior.
- 1 Filtro de combustible, doble, de cartuchos recambiables.
- 1 Prefiltro de combustible a la aspiración de la bomba.
- Central hidráulica de los equipos de pesca, con su correspondiente bomba, tanque, reguladores, válvula de seguridad y control de flujo, etc.

## Instalación eléctrica

Los buques cuentan con un grupo electrógeno de 90 kVA para los distintos servicios, que tiene incorporadas las bombas de circulación de agua salada, refrigeración de agua dulce, alimentación de combustible y lubricación, así como el cuadro de control del motor. El equipo eléctrico está formado por motor de arranque, generador de carga de baterías y regulador de tensión e intensidad.

Para la alimentación de los equipos de fuerza se ha dispuesto una red de 220 V, mientras que para el arranque de motores, alumbrado, luces de navegación y alimentación de aparatos de navegación y comunicaciones existe una red de 24 V cc.

En la cámara de máquinas en que está alojado el grupo electrógeno se ha dispuesto el cuadro principal, que es del tipo de "frente muerto", con paneles frontales desmontables y puertas para inspección de interruptores. En la otra sala de máquinas se ha dispuesto el cuadro de 24 V.

## Equipos contraincendios

En una de las cámaras de máquinas se ha instalado una electrobomba centrífuga de 30 m<sup>3</sup>/h a 28 m.c.a. para achique, baldeo y contraincendios.



El buque dispone de 3 bocas de contraincendios y 3 mangueras de una sola pieza con acoplamiento y lanza de doble efecto, una en cada sala de máquinas y la otra en cubierta, detrás de la superestructura, que son suficientes para dirigir un chorro a cualquiera de las partes del mismo accesibles en el curso de la navegación.

El buque también dispone de 2 extintores portátiles para la zona de alojamientos, y otros 2 para cada bajada a cámara de máquinas, de 9 litros cada uno, 1 extintor de polvo seco de 9 litros, en el puente de gobierno, 2 baldes de contraincendios y 1 hacha de bomberos.

### Habilitación

Los buques disponen, a popa del pique de proa, de un camarote en cada casco con capacidad para 6 personas. En la Cubierta principal se ha dispuesto otro camarote para 6 personas, que en el buque *Nuevo Carmen Asunción* se encuentra en la zona de proa de la superestructura, mientras que en el *Nuevo Nautilus* se encuentra en popa de la misma. También disponen de una litera debajo de la mesa de derrota, en el puente de gobierno.

El comedor cuenta con una mesa de tablero recubierto de laterales, mientras que el local de cocina está provisto de una cocina de gas, con cuatro fuegos y con barras antibalance para cazuelas, fregadero de acero inoxidable de un seno con escurridor y grifo, mesa de trabajo con cajones y alacenas y estantes para estiba de enseres.

El buque dispone de 2 aseos en la cubierta principal, uno en cada banda, provistos de inodoro, placa de ducha, lavabo, estante y espejo, toallero, portarrollos y percha de latón ni-



Se han instalado  
3 bocas  
contraincendios y  
3 mangueras

quelado. El *Nuevo Nautilus* dispone de otro aseo en el puente de gobierno, con inodoro y lavabo.

### Equipos de navegación y comunicaciones

En el buque se ha instalado una sonda con pantalla color, un radioteléfono de VHF, un equipo GPS de navegación por satélite, un sonar, un radar y un piloto automático.

En el puente de gobierno se dispone de un puesto de mando a distancia desde el que se pueden parar los motores, controlar las rpm y el sentido de la marcha.

## NO ARRIESGUE SU BARCO POR FALLO O DESCARGA DE UNA BATERIA ELECTRICA

### UTILICE UN ARRANQUE START - HIDRO DE HIDRACAR

La avería de una batería eléctrica, que en tierra es un pequeño contratiempo, a bordo puede ser cuestión de supervivencia. Con un arrancador auxiliar oleohidráulico se puede resolver el problema.

- Intercambiable con los otros arrancadores eléctricos.
- Arrancador oleohidráulico para motores diesel de hasta 2.500 c.v.
- Arranque fiable y seguro mediante accionamiento de una bomba manual que carga un acumulador oleoneumático. La carga del gas que contiene dura más de 10.000 arranques.
- Arranque en continuo o de emergencia de:
  - Motores de Propulsión
  - Motores de Grupos Electrógenos
  - Motores Diesel de Bombas de Achique

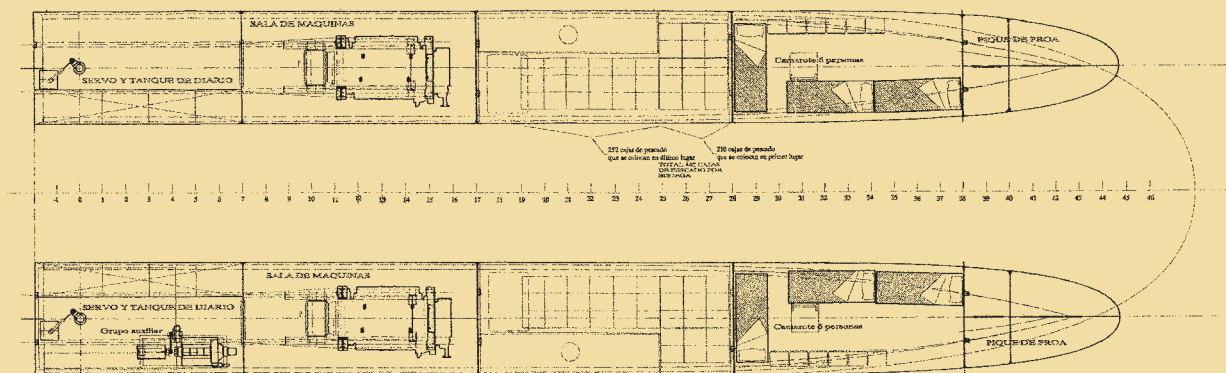
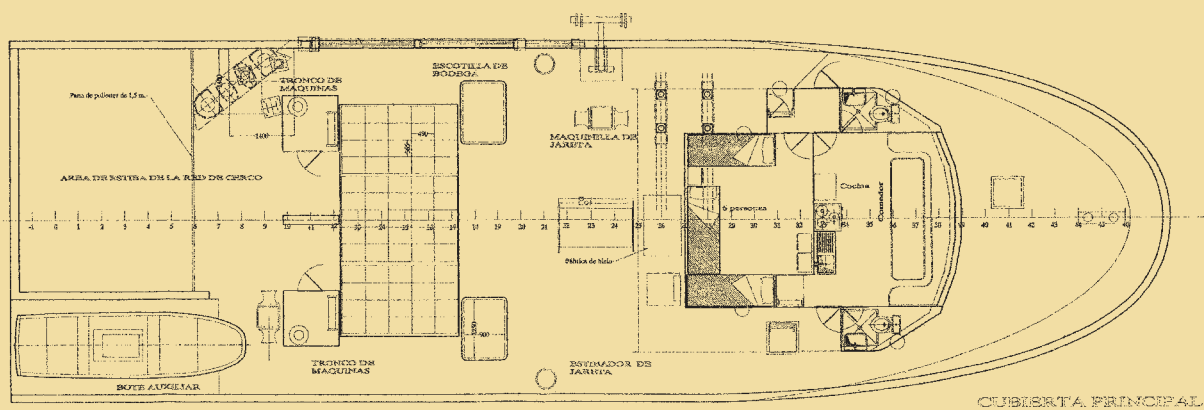
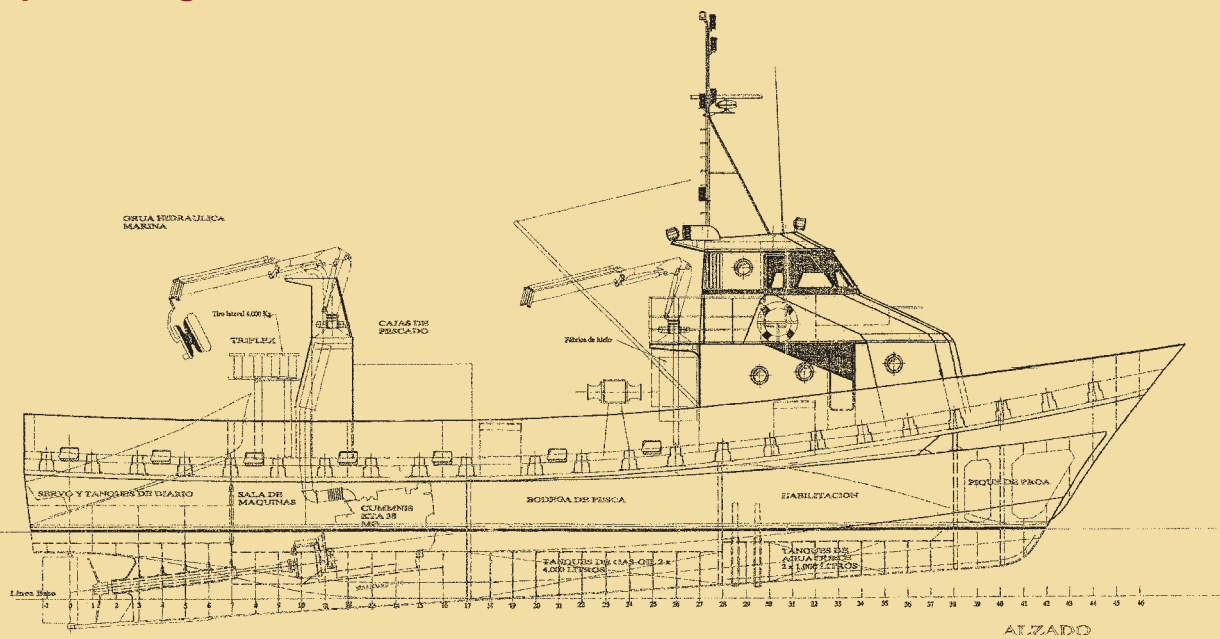


**HIDRACAR, S.A.** Pol. Ind. Les Vives, s/n. – Apdo. 35  
08295 SANT VICENÇ DE CASTELLET (BARCELONA)  
Tel: +34 93 833 02 52 – Fax: +34 93 833 19 50  
E-mail: [hidracar@hidracar.com](mailto:hidracar@hidracar.com) – Web: <http://www.hidracar.com>





## Disposición general



## Nuevo Nautilus



# Buque pesquero *Azul Celeste* de Izar San Fernando

El pasado mes de noviembre tuvo lugar, en Astillero San Fernando del Grupo Izar, la entrega del monocasco de arrastre *Azul Celeste*, de 18,20 m de eslora, que tiene como puerto base Isla Cristina (Huelva). En la actualidad se encuentra en fase de construcción un barco similar, el *Neptuno Dios Mar*, cuyo puerto base será Sanlúcar de Barrameda en Cádiz.

El *Azul Celeste* es un pesquero monocasco de poliéster reforzado con fibra de vidrio, similar a otro recientemente entregado por IZAR Astillero San Fernando con base en Rota (Cádiz), con proa lanzada, popa de estampa y máquina a popa, disponiendo de asiento de proyecto y astilla muerta. Las formas de su carena son del tipo U y han sido optimizadas para obtener una buena velocidad en marcha libre y un buen comportamiento en arrastre y en navegación en mar gruesa. Este buque ha sido especialmente diseñado para la pesca de arrastre por popa. Las capturas serán almacenadas en una bodega de pesca con aislamiento térmico.

El buque está dividido transversalmente bajo la cubierta principal por cinco mamparos estancos, que limitan los siguientes espacios: pique de proa, locales de habitación, bodega de pesca, sala de máquinas, tanques de combustible y pañol del servo.

## Características principales

Eslora total	18,20 m
Eslora entre perpendiculares	14,95 m
Manga	5,20 m
Puntal a cubierta principal	2,52 m
Calado de escantillonado	1,98 m
Arqueo bruto	36,58 GT
Potencia propulsora	161,8 kW
Tripulación	6 personas

## Capacidades

Bodega de pesca	20 m <sup>3</sup>
Combustible	10 m <sup>3</sup>
Agua dulce	2 m <sup>3</sup>
Aceite	0,2 m <sup>3</sup>

## Estructura

El casco del *Azul Celeste* es de una sola pieza laminada en GRP, con refuerzo de fibra de vidrio en forma de *mat* de varios gramajes y tejido *roving* alternados, y todo ello impregnado por resina de poliéster isoftálica homologada para la construcción naval. El reforzado es de sistema transversal en fondo, costados y cubiertas. La clara entre cuadernas es de 500 mm a lo largo de toda la eslora.

La quilla es de cajón de 200 mm x 150 mm. La roda es lanzada y de secciones horizontales redondeadas con sobreespesor de laminado y reforzado especial.

La zapata del codaste en la zona del alojamiento del pinzote del timón lleva un casquillo de bronce, así como en la parte inferior de la limera. La parte superior de ésta dispone de un prensaestopas con cierre y casquillo de bronce.

El forro exterior está reforzado en las zonas de los escobenes y de tomas de mar mediante un sobreespesor del



El *Azul Celeste* es un pesquero monocasco de poliéster reforzado con fibra de vidrio

laminado. Todas las aberturas tienen sus esquinas redondeadas.

El *Azul Celeste* tiene doble fondo debajo del rancho de habitación y bajo la bodega, en el que se han dispuesto tanques de agua dulce y espacios vacíos. La estructura en cámara de máquinas ha sido sobredimensionada en la zona del motor.

Los cinco mamparos estancos son de construcción plana, con refuerzos verticales dispuestos de forma que miran al interior de los tanques o locales, no presentando obstáculos. Los mamparos se apoyan sobre el techo del doble fondo o, en su defecto, sobre una varenga.

La cubierta, con brуска parabólica de 100 mm de flecha máxima, fue laminada en poliéster reforzado. El laminado es del tipo sólido con esquema de fibras en forma de *mat* y con tejido similar al del casco, con los correspondientes refuerzos como baos y esloras unidos por laminado de poliéster.

En las zonas de sustentación de la maquinaria y arboladura, se dispone un reforzado local de la estructura para el amarre de los tornillos de fijación de la bases de maquinilla, palos, bitas, etc.

La caseta de la superestructura está también elaborada en igual forma y con materiales similares al resto de la estructura. Los mamparos de contorno son planos y con refuerzos verticales por el interior.

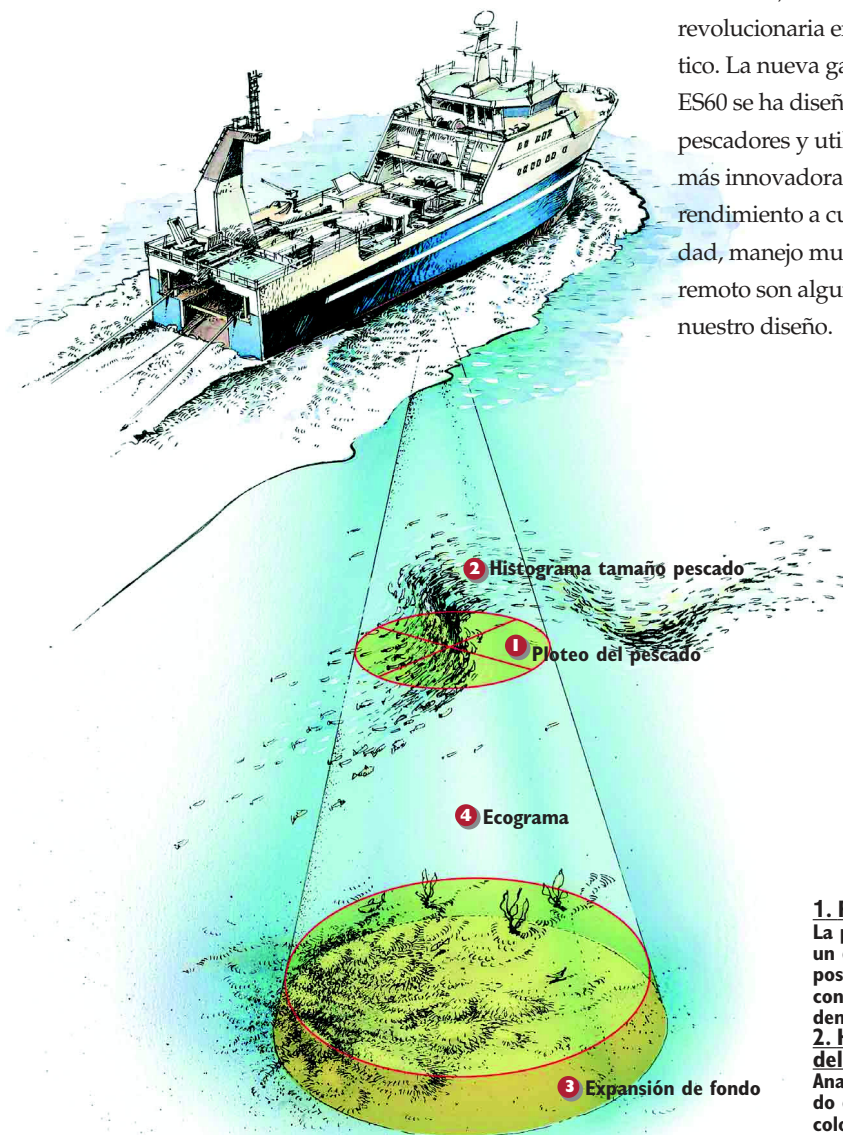
Las superficies de laminado de poliéster de las piezas que fueron construidas en molde disponen de una cara de acabado fino de *gel-coat*. La cara rugosa del laminado en las zonas visibles de la estructura han sido cubiertas por una capa de *gel-coat* parafinado. La cubierta ha sido pintada con *gel-coat* mezclado con corindón para ofrecer una superficie antideslizante.

Los polines y fundaciones de todo tipo han sido contruidos con poliéster reforzado con remate de llanta de acero en la testa embebido en poliéster reforzado, con el grosor adecuado para evitar las vibraciones y deformaciones.

Los polines y fundaciones de todo tipo han sido contruidos en poliéster reforzado



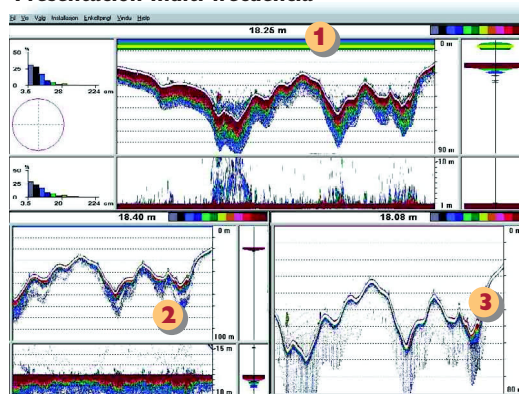
# Nueva serie de ecosondas Simrad ES60 la pesca más allá del 200 l



Simrad es, una vez más, pionera y revolucionaria en el sector hidroacústico. La nueva gama de ecosondas ES60 se ha diseñado pensando en los pescadores y utilizando la tecnología más innovadora. Máximo rendimiento a cualquier profundidad, manejo muy sencillo y control remoto son algunas de las claves de nuestro diseño.

La versión de haz partido (Split Beam) es una ecosonda calibrada que identifica los tamaños reales del pescado con los colores del eco. Además, calcula la densidad del pescado en toneladas por millas náuticas cuadradas. El ploteo muestra los blancos individuales de pescado para poder distinguirlo del cebo.

## Presentación multi-frecuencia



Pesca inmejorable gracias a la presentación multi-frecuencia.

1. 18 KHz splitbeam
2. 38 KHz mono-haz
3. 200 KHz mono-haz

### 1. Ploteo del pescado

La presentación del ploteo en un display de seguimiento de la posición individual del pescado, con indicación de dónde están dentro del haz de la sonda.

### 2. Histograma del tamaño del pescado

Analizador de tamaño del pescado que lo identifica mediante el color del eco y distribuye el tamaño por diagrama de barras.

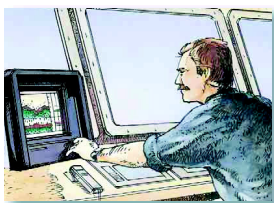
### 3. Expansión del fondo

La escala de expansión de un área del fondo ofrece información detallada sobre el pescado que se mueve por el fondo.

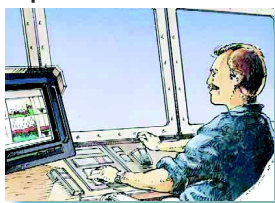
### 4. Ecograma

Detección de pescado de fondo, multi-frecuencia, de alto rendimiento con larga y dinámica escala. Detección individual de peces por debajo de los 1.000 m.

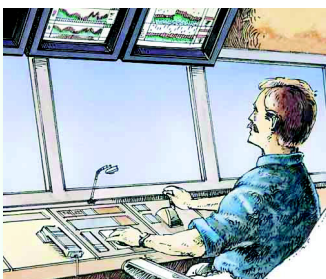
## Doble frecuencia



## Triple frecuencia

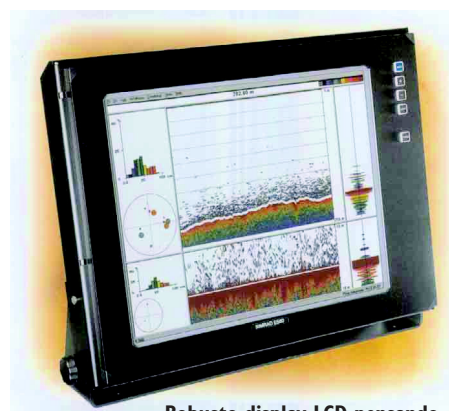


## Cuatro frecuencias con dos monitores



Las ES60 básicas disponen de dos transceptores internos.

Además, podemos añadir múltiples transceptores externos, con una o dos frecuencias, de haz simple o partido. Con más displays y operaciones, es posible visualizar cualquier combinación de frecuencias desde cada uno de los monitores.



Robusto display LCD pensando en el medio ambiente marino.

## Para más información:

### Delegación Galicia

Travesía Bouzas alm.71  
36208 Vigo Pontevedra  
Tel. 986 21 41 73  
Fax. 986 21 41 67

### Delegación Castellón

Churruca, 48 Bajos  
12100 Grao de Castellón  
Tel. 964 28 48 73  
Fax. 964 28 64 85

### Simrad Spain, S.L.

Partida torres nº38, nave 8 y 9  
03570 Villajoyosa (Alicante)  
Tel. 966 81 01 49  
Fax. 966 85 23 04

[www.simrad.com](http://www.simrad.com)

ALWAYS AT THE FOREFRONT OF TECHNOLOGY

**SIMRAD**  
A KONGSBERG Company



## Equipo de pesca

El *Azul Celeste* tiene instalados los siguientes equipos de pesca:

- 1 maquinilla hidráulica de Talleres Mecánicos El Terrón, S.A., para cable, arte y malleta, fabricada en acero inoxidable.
- Pórtico y pescante de pastecas, fabricado en acero inoxidable.
- Barra de pastecas.
- Rodillo de popa, fabricado en acero inoxidable. El rodillo va apoyado en 2 rodamientos para facilitar el izado a bordo de la red.

El aislamiento de la bodega de pesca, de 20 m<sup>3</sup> de capacidad, se ha realizado mediante la inyección de espuma de poliuretano, de 35 a 40 kg/m<sup>3</sup> de densidad, que llena el espacio entre cuadernas. El forro interior de la bodega se ha realizado con GRP. La refrigeración de la misma se lleva a cabo mediante hielo troceado.

## Maquinaria y gobierno

El buque está propulsado por un motor MAN de 161,8 kW de potencia, que acciona, a través de un acoplamiento elástico y un reductor-inversor marca ZF, modelo BW 161-1, con una relación de reducción de 6:1, una línea de ejes constituida por un eje de cola de acero inoxidable 316, de 120 mm de diámetro, fabricado por Mecanizados Ordóñez, y una hélice de 5 palas.

La bocina es de acero inoxidable con tapas de bronce naval, con cojinetes de apoyo de goma en sus extremos.

El motor propulsor acciona, mediante una toma de fuerza, la bomba hidráulica para el servomotor del timón, la bomba hidráulica para la maquinilla de pesca y la bomba de achique y contraincendios Jabsco.

La zona donde se aloja el motor está reforzada para evitar vibraciones, habiéndose cuidado especialmente el taqueado y la nivelación.

El buque dispone de un grupo electrógeno auxiliar, Diter de 12 kW de potencia, para dar servicio a la bomba de servicios generales para achique y contraincendios y a un alternador de 24 V.

En la cámara de máquinas se ha instalado la central hidráulica, con su correspondiente bomba, tanque, reguladores, válvula de seguridad, control de flujo, etc. para suministrar la fuerza motriz necesaria para el funcionamiento de la maquinilla para el servicio de pesca.

El buque dispone de un servomotor de tipo hidráulico, con indicador de ángulo de timón, capaz de proporcionar un par torsor superior a 0,9 t x m. Dispone asimismo de un sis-

**El aislamiento de la bodega de pesca se ha realizado mediante la inyección de espuma de poliuretano**



tema distribuidor de tipo Orbitrol, para su conversión en manohidráulico, el cual, mediante circuito independiente, asegura el gobierno en caso de emergencia.

## Otros equipos

### Elementos de amarre y fondeo

En la cubierta, a proa y popa, se han dispuesto bitas y guías de acero laminado recocido y de acero inoxidable, respectivamente.

En proa se ha instalado, a cada banda, una bita (amarrador) y un escobén de costado. El buque está provisto de un ancla de 70 kg que es manejada mediante el cable de la maquinilla de pesca.

### Equipos radioeléctricos

Los equipos radioeléctricos del buque comprenden una sonda, un radioteléfono VHF, un equipo GPS de navegación por satélite, un radar y una radio de banda ciudadana.

Desde el puente de gobierno se puede controlar mediante un puesto de mando a distancia, dispuesto en el frente del puente, las revoluciones, sentido de marcha y parada del motor. En dicho puesto se tienen indicadores de las rpm, temperatura del agua y presión de aceite del equipo propulsor, etc.

## Habilitación

En el puente de gobierno se ha habilitado una litera baja con cajones y encima de ésta se ha dispuesto una mesa de cartas. El *Azul Celeste* dispone además de un alojamiento para 5 personas con literas de 1.900 x 800 mm interiores.

Dispone de un comedor con mesa y un asiento a lo largo de la mesa. En el local de cocina se ha dispuesto una cocina con 4 fuegos con barras antideslizantes, fregadero de acero inoxidable de un seno, mesa de trabajo, estantes y nevera.

El aseo dispone de placa de ducha con ducha de teléfono, inodoro, lavabo, estante y espejo, toallero y portarrollos.

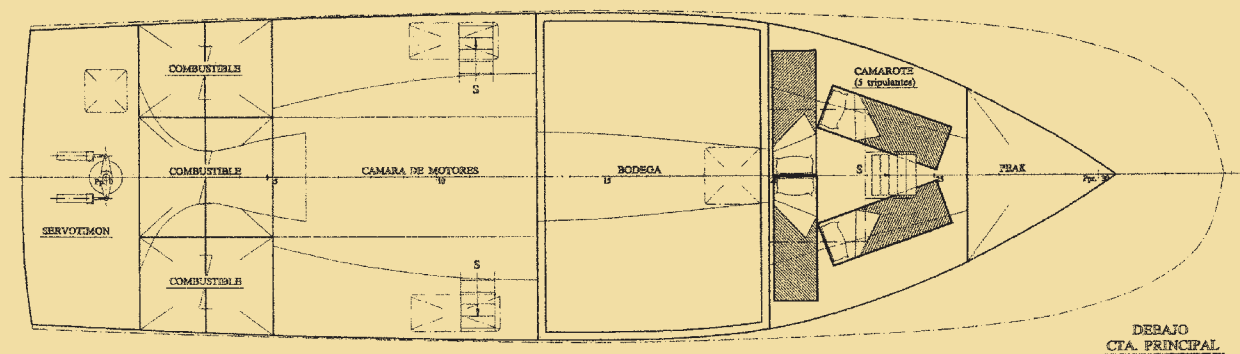
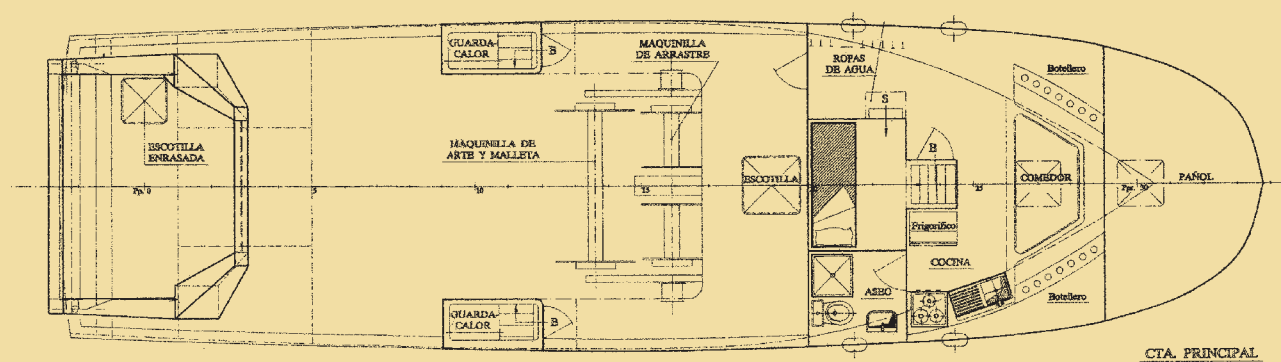
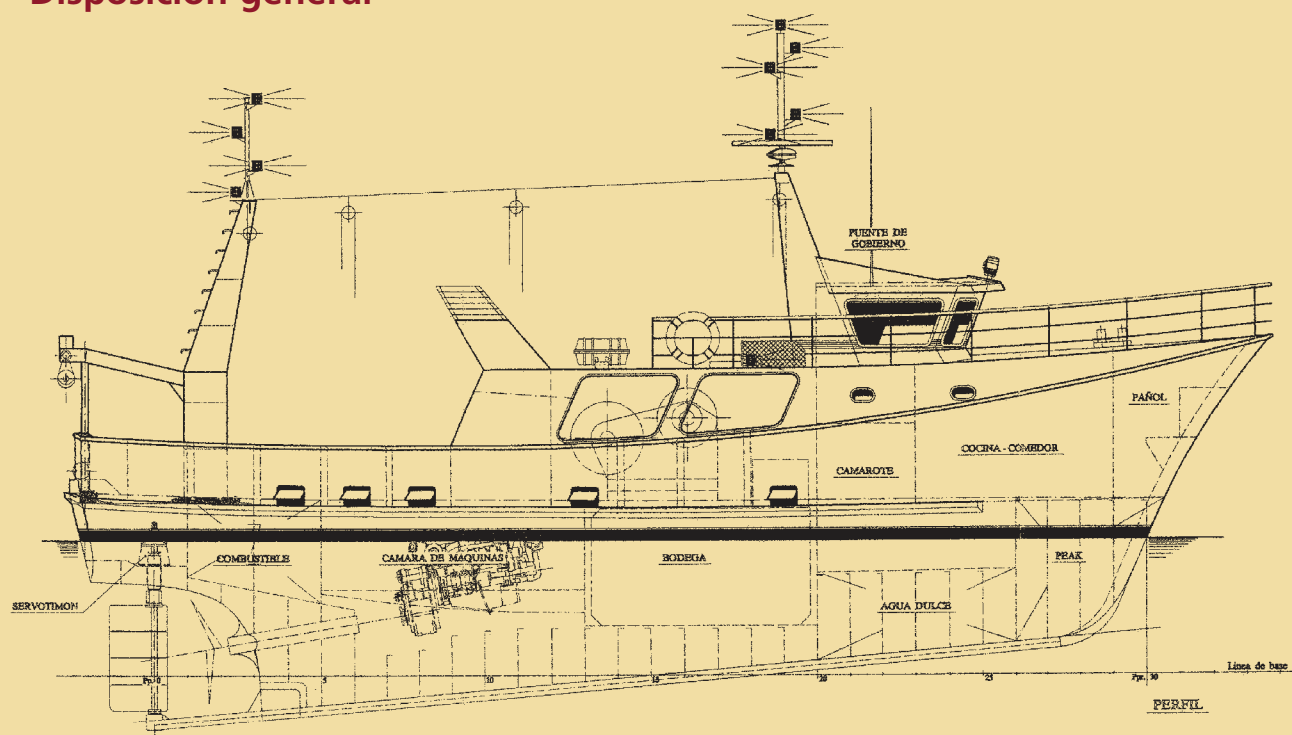
**El buque dispone de un servomotor hidráulico con indicador de ángulo de timón, que proporciona un par de 0,9 t x m**

**En cámara de máquinas se ha instalado la central hidráulica para el manejo de la maquinilla de pesca**

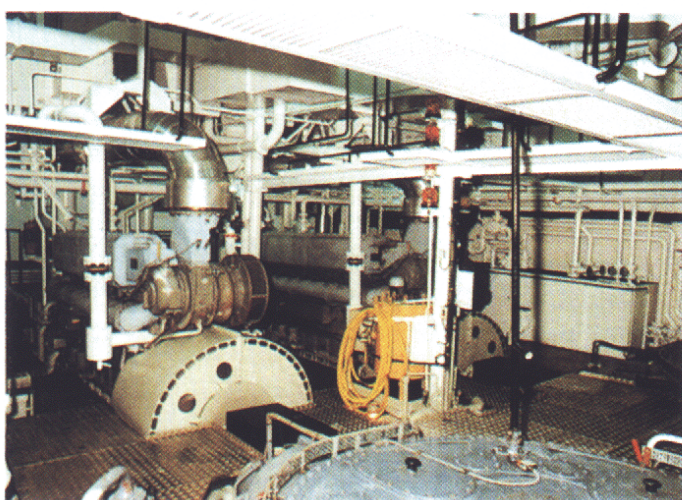




## Disposición general



**Azul Celeste**



Sea un capricho o una necesidad.

## En Astilleros Armón

realizamos todos sus deseos

en la construcción de su barco.

Para que todo esté a su gusto.

Convencional o inverosímil.

## Una garantía que navega

por el mundo desde hace

muchos años.

## La experiencia.

**astilleros**  
**ARMON SA**

Telefonos (98) 5631464 - 5630001 - 5631869 - 5631870

Fax: (98) 5631701 - Telex 87393 AANA E

Avenida del Pardo s/n. - 33710 NAVIA - ASTURIAS - ESPAÑA

# A SU GUSTO



# Pesquero Punta Vixía construido por Gondán



Recientemente, Astilleros Gondán ha entregado al armador Chuscomar, S.A., el buque *Punta Vixía*, un arrastrero congelador y al fresco de 30 metros de eslora entre perpendiculares y 310 GT, que tendrá su puerto base en Vigo y faenará en Gran Sol.

El *Punta Vixía* tiene proa de tipo lanzada con bulbo y dos cubiertas continuas, la segunda cubierta en la que está situada la acomodación: y la superior. La superestructura, con el puente de gobierno, está situada un tercio a proa. La cámara de máquinas está situada a popa y a proa de ella las dos bodegas para almacenamiento del pescado, una de fresco (0 °C) y otra de congelado (-25 °C). Bajo éstas dispone de doble fondo en el que se han dispuesto tanques de combustible. Cuenta con cuatro mamparos principales estancos, que van desde el doble fondo hasta la segunda cubierta.

**El *Punta Vixía* es un arrastrero congelador y al fresco con una capacidad de 174 m<sup>3</sup> entre sus dos bodegas**

## Características principales

Eslora total	36,00 m
Eslora entre perpendiculares	30,00 m
Manga	8,20 m
Puntal	3,55 m
Calado	3,50 m
Peso en rosca	363,99 t
Desplazamiento a plena carga	532,4 t
Arqueo	310 GT/190,2 TRB
Peso muerto	168,40 t
Potencia propulsora	360 kW
Velocidad	11 nudos
Tripulación	12 personas

## Capacidades

Bodegas	173,96 m <sup>3</sup>
Combustible	101,22 m <sup>3</sup>
Agua dulce	15,91 m <sup>3</sup>
Aceite lubricante	5,02 m <sup>3</sup>
Lodos	0,54 m <sup>3</sup>
Congelación	2,5 t/día

## Estructura del buque

El *Punta Vixía* se ha construido con estructura transversal en fondo, costados y cubiertas, mediante el sistema de prefabricación y montaje por bloques. En toda la obra metáli-

ca del casco y de la superestructura se ha empleado acero de construcción naval y soldadura automática.

El dimensionamiento de la estructura se ha realizado para un calado de escantillonado de 3,6 metros. La clara de cuadernas es de 500 mm en toda la eslora.

La quilla es de tipo cajón soldada a la estructura y en su interior se han distribuido lingotes de acero hasta alcanzar un lastre total de unas 50 t.

La roda es de construcción soldada unida firmemente a la quilla y al forro del barco. En la obra muerta, la roda va reforzada con dos buzardas unidas a dos palmejares que se extienden hasta el mamparo de la cuaderna 50.

El codaste es de construcción soldada, con unas formas estudiadas para favorecer el acceso del agua a la hélice. La tobera es fija y va totalmente soldada a la estructura.

El forro exterior está reforzado en zonas de alta concentración de esfuerzos (codaste, limera, estampa de popa, etc.) con planchas con sobreespesor. La estampa lleva también un reforzado de medios redondos para protección de los golpes de las puertas de arrastre y el desgaste debido a los cables.

El doble fondo está soportado por una vagra central y varingas transversales llenas y armadas.

Como se ha mencionado anteriormente, el buque dispone de cuatro mamparos principales estancos. También se han dispuesto mamparos estancos de limitación de tanques laterales bajo la cubierta principal y de espacios principales, guardacalor y superestructura sobre la cubierta principal. Los mamparos son de construcción, con refuerzos verticales o corrugados dispuestos de forma que miren al interior de tanques o locales que no presenten obstáculos. Todos los mamparos que delimitan el parque de pesca, el pantano o el nicho de ubicación del rompeolas de guillotina son de acero inoxidable AISI 316.

La cubierta superior termina en popa con la rampa de izado del aparejo, por lo que está reforzada convenientemente y tiene un espesor mínimo de 15 mm.

Las quillas de balance del buque están constituidas por una llanta con reborde de bulbo, que se sujeta al casco mediante una pletina intermedia soldada. Se extienden por la sección central del buque a lo largo de 1/6 de la eslora.

En proa se ha dispuesto una estructura rompeolas que se extiende hasta la superestructura. Esta estructura es de techo abierto entre las cuadernas 45 y 50, y cerrado y desmontable entre las cuadernas 50 y 55.

A popa se ha dispuesto un apéndice (skeg) cuyas formas han sido diseñadas por el Canal de El Pardo.

Además, se han dispuesto dos domos para situar los aparatos de ayuda a la navegación y pesca.

## Mastelería

Para los servicios de pesca, señales, navegación, etc., se han instalado los siguientes palos:

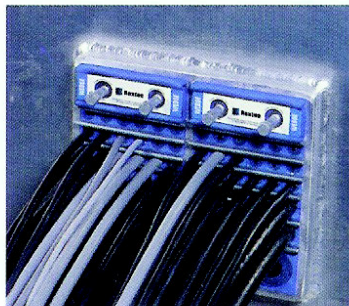
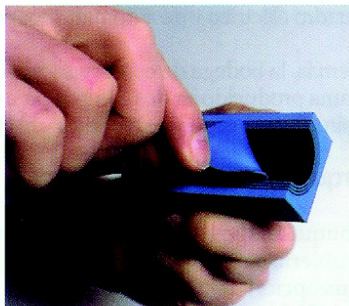
- Palo simple sobre el puente, de aluminio, para radares, luces de navegación y pesca.

**El barco presenta construcción transversal y ha sido montado por bloques mediante soldadura totalmente automatizada**



# Proteja sus inversiones con Roxtec

Lo que determina el grado de seguridad y fiabilidad en una embarcación es la suma de cada una de sus partes individuales. Por esta razón no debe subestimar la necesidad de un sistema de sellado de calidad.



Los pasamuros Roxtec para cables y tuberías ofrecen protección contra los peligros provocados por la presión del agua, fuego y gas. Suministramos una gama de productos completa. Ya sea en la superficie o bajo el nivel del agua, en mamparos o en cubiertas, sean cuales sean sus necesidades de sellado, nosotros tenemos la

solución. Nuestros representantes, establecidos en más de 80 mercados, se asegurarán de que usted obtiene el soporte técnico necesario, tanto si necesita nuestros productos para una construcción nueva como si van a ser empleados para el mantenimiento de una embarcación o plataforma ya existente. ■

**En España consultar con:**  
SUMAR, S.L.  
C./ Bardiza, 4, 30202 Cartagena  
TEL (968)52.57.53, FAX (968)50.00.92  
EMAIL [sumar@accesosis.es](mailto:sumar@accesosis.es), [www.roxtec.com](http://www.roxtec.com)



## SISTEMA GMDSS

### SISTEMA UNIVERSAL DE SOCORRO Y SEGURIDAD MARÍTIMOS

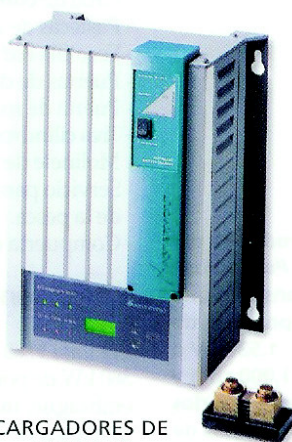
Al conectar la nueva interfase GMDSS a los cargadores de baterías Mass, estos últimos se convierten en cargadores de baterías/fuentes de alimentación GMDSS, cumpliendo así todos los requisitos y directrices de la Organización Marítima Internacional (OMI).

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Testigos luminosos indicadores y contactos libres de potencia:		
• Detección de red CA	• Cargador on/off/fallo	• Alarma bajo/alto voltaje CC
Visualización:		
• Voltaje batería	• Corriente de carga/descarga de la batería	
• Voltaje de salida del cargador	• Corriente de salida del cargador	
Alarma acústica:		
• Alarma acústica con reconocimiento		
Muy ligeros (desde 3kg hasta 12kg, según modelo)		
Modelos desde 15A hasta 100A		



INTERFACE GMDSS



CARGADORES DE BATERÍAS



- Palo simple sobre el guardacalor de babor, por el interior del cual salen los escapes de los motores de cámara de máquinas. Es de chapa de acero reforzada y sirve de soporte para las pastecas de maniobra del copo.
- Pórtico en popa, de chapa de acero reforzada, donde se colocan las tres pastecas principales. Las dos laterales se deslizan sobre un carro, mientras que la central lo hace desde crujía hasta la rampa a una banda. El pórtico cuenta además con un mastelero para el largado de aparejos y se ha dispuesto de un espartel entre el pórtico y el guardacalor.
- Paraguas de aluminio sobre el puente para la ubicación de antenas.

## Equipo de pesca y frigorífico

Para el arrastre y manipulación de los aparejos de pesca el buque está equipado con 3 maquinillas de arrastre, 2 chigres para malletas, 2 tambores de red y 3 chigres auxiliares (2 en el techo del puente y uno en el guardacalor de estribor).

Además dispone de un pescante para soportar y desplazar las 3 pastecas de los cables de arrastre.



**El equipo de pesca con el que está dotado el buque le permite trabajar con dos aparejos simultáneamente**

**El parque de pesca va totalmente aislado con poliuretano, madera y paneles fenólicos recubiertos de fibra de vidrio**

Todos estos equipos hacen posible el trabajo con dos aparejos al mismo tiempo.

Como se ha mencionado anteriormente, el buque dispone de dos bodegas para la conservación de la pesca, una para congelados (-25 °C) y la otra para mantener el pescado fresco a 0 °C.

El aislamiento del piso, costados, techo y mamparos de las bodegas es de espuma rígida de poliuretano aplicada en sistema autoextinguible con una densidad de 35 - 37 kg/m<sup>3</sup> con una conductividad de 20,9 W/m·K.

El revestimiento exterior está constituido por un estratificado de poliéster armado con un paño de mat M-1 de 300 g/m<sup>2</sup> en techo y con dos paños de mat de las mismas características en costados, mamparos y pisos, acabado con una mano de parafina pigmentada en blanco.

La instalación frigorífica del buque está constituida por:

- Dos túneles de congelación con capacidad para congelar 2,5 t diarias, situados uno en cada banda en la segunda cubierta.
- Dos fábricas de hielo en escamas, de 2.500 kg/día de capacidad, cada una.
- Una máquina de hielo líquido.

La maquinaria de la instalación frigorífica está compuesta por:

Dos compresores de tornillo marca Bitzer, de 22 kW.  
Dos ventiladores de túnel, Conau, de 9.300 m<sup>3</sup>/h  
Un evaporador para el túnel, de 135 m<sup>2</sup>.

Dos condensadores, de 10,6 m<sup>2</sup> cada uno.  
Dos grupos electrobombas de circulación de agua salada, de 16 m<sup>3</sup>/h a 15 m.c.a.

La instalación se completa con:

- Un depósito de líquido.
- Sistema de medida de temperatura en bodegas.
- Serpentes de tubo y aletas en espiral de acero galvanizado, instalados en el techo de las bodegas.
- Cuadro eléctrico y de automatismos completo.

Además, la bodega de conservación a 0 °C recibe hielo en escama producido en dos equipos para elaboración de hielo, situados en el parque de pesca y el guardacalor.

## Parque de pesca

El buque dispone de un parque de pesca situado bajo la cubierta superior. En popa se ha dispuesto una zona de recepción del pescado construida en acero inoxidable AISI-316, de modo que al abrir la escotilla de accionamiento hidráulico, que se ha situado a proa de la rampa, el copo baje por ella y se abra directamente en esa zona del parque de pesca.

El parque está convenientemente aislado con poliuretano y con rastrelaje de madera sobre el que se han dispuesto tableros fenólicos recubiertos de PRFV, y acabado con una mano de parafina pigmentada en blanco. El techo está forrado del mismo modo, utilizando tablero de 6 mm de espesor. El piso está cubierto con Spray Guard.

En el costado de babor se ha dispuesto un vertedero de desperdicios, de acero inoxidable AISI-316, dotado de cierres herméticos de compuerta de accionamiento hidráulico. Se ha dispuesto un sistema de tuberías de polipropileno para baldeo y limpieza del pescado. Además se han dispuesto dos pocetes de achique en popa y dos sumideros en proa, contruidos en acero inoxidable.

En el parque de pesca se ha dispuesto un ventilador Letag, de 3.000 m<sup>3</sup>/h a 30 mm.c.a. Para carga de la bodega se ha instalado un polipasto eléctrico de 500 Kg.

En el parque de pesca se ha dispuesto una tolva de recogida de hielo y un tanque de agua.

## Central hidráulica

El buque lleva instalada una central hidráulica con dos bombas electrohidráulicas de caudal variable, cada una de ellas con capacidad para el accionamiento de los siguientes equipos auxiliares:

- Grúa de cubierta, Palfinger.
- Pastecas de arrastre.
- Escotilla hidráulica de pantano.
- Puertas de descarga del pantano.
- Puerta de rompeolas de guillotina.
- Tres cilindros para trincado de las puertas.
- Molinete de anclas.
- Servicio para las cintas y demás equipos de manipulación de la pesca.
- Compuerta del vertedero de desperdicios.

## Propulsión y maniobra

El *Punta Vixia* está propulsado por un motor MaK 6M20 de 360 kW de potencia que, a través de un reductor simple con embrague, modelo LAF-862 y reducción 4,955:1, acciona una línea de ejes y una hélice en tobera de paso controlable Lips mod. 4D / 550.

**El reductor del Punta Vixia transmite una potencia de 1.530 CV a 1.000 rpm y cuenta con dos tomas de fuerza PTO**





**El sistema de control de propulsión permite navegar a rpm constantes o con paso combinado, regulando simultáneamente el paso de la hélice y las rpm del motor**

Tanto el reductor como la línea de ejes, la hélice y el sistema electrónico para control de la propulsión han sido suministrados por Reintjes España, S.A.

El reductor ha sido diseñado para transmitir una potencia continua de 1.530 CV a 1.000 rpm. Dispone de dos tomas de fuerza PTO modelo K72 especiales, una de 190 kW con embrague, utilizada para el accionamiento de la bomba hidráulica de la maquina y otra de 350 kW sin embrague, para el alternador de cola. Ambas tomas de fuerza giran a 1.500 rpm y tienen una separación horizontal de 1.210 mm. Además, el reductor lleva instalado una electrobomba de lubricación de reserva, con todos los sensores necesarios para su control desde el puente.

La hélice está compuesta por un cabezal enterizo tamaño 550 mm, con 4 palas de aleación níquel-aluminio-bronce y tiene un diámetro de 2.400 mm. Las palas han sido diseñadas para trabajar en una tobera fija a 182 rpm. El accionamiento del paso es totalmente hidráulico, mediante unas tuberías interiores del eje de cola. Dichas tuberías conectan el cilindro hidráulico alojado en el cabezal, con el distribuidor de aceite montado a proa del reductor, el cual es, también, el encargado de la regulación del paso. El circuito es alimentado por una planta hidráulica compuesta por un tanque hidráulico con dos electrobombas sobredimensionadas. El interior del cabezal se lubrica mediante un circuito cerrado de forma independiente a la bocina, lo que evita la contaminación del mismo en caso de entrada de agua a la bocina.

El control de la propulsión permite la navegación a revoluciones constantes o en modo de paso combinado (regulación simultánea de paso y revoluciones del motor). El barco incorpora además un sistema de control de carga que supervisa constantemente el funcionamiento del motor, evitando que entre en zonas de sobrecarga y reduciendo el paso en caso necesario. Dicho sistema, está compuesto por un panel de control en cámara de máquinas y otros dos paneles en el puente, desde los que se puede controlar todos los aspectos de la propulsión (paso, rpm del motor y embrague del reductor). Además, los paneles del puente llevan incorporados un sistema de control de reserva para la propulsión, que funciona mediante pulsadores.

Para la generación de energía eléctrica se ha incluido un grupo auxiliar que está formado por un motor Volvo TAM-103 A de 224 kW (305 CV) a 1.500 rpm, acoplado a un alternador Leroy Somer LSAM 462 L6/4 de 180 kVA de doble eje, mediante un acoplamiento Holset.

**La hélice de paso controlable va dispuesta en una tobera, tiene 4 palas y 2.400 mm de diámetro**

## Otros equipos

El timón del *Punta Vixia* es de tipo articulado con flap y perfil currentiforme, con un área total de 4 m<sup>2</sup>. La mecha es de acero forjado de 160 mm de diámetro, con camisa de bronce en el luchadero inferior. La unión al timón se realiza mediante un acoplamiento horizontal, apoyándose en la parte inferior en casquillo recubierto de antifricción y en el prensa de limera en su parte superior.

En la cocina se ha dispuesto un extractor eléctrico marca Letag, así como una campana de acero inoxidable, material con el que también se han construido los conductos de extracción.

En la acomodación se ha instalado un ventilador - extractor Letag, de 2000 m<sup>3</sup>/h, así como una red de conductos con rejillas reguladoras inoxidables que permiten que el aire circule en los alojamientos y zonas de servicio del buque.

El calentamiento del aire de la habitación se efectúa mediante una resistencia eléctrica de 12 kW (2 x 6 kW) en dos etapas. Los conductos de ventilación de estas zonas se han construido en poliéster ignífugo.



## Equipos de comunicaciones y de navegación

Los equipos radioelectrónicos y de navegación están de acuerdo con la normativa GMDSS para área A2, y han sido suministrados por la empresa Nautical, S.L.

Los equipos de navegación y pesca comprenden:

- Radar Furuno FR-1510 Mk3 ARPA, de 12 kW y 72 millas de alcance
- Radar Furuno FR-7062, de 6 kW y 64 millas de alcance
- Girocompás Robertson RGC-50
- Piloto automático Robertson AP-45
- Dos navegadores GPS, modelo GP-31 de Furuno
- Sonda Furuno FCV-1200, de 3 kW y pantalla TFT de 15"
- Receptor Weather-fax Taiyo
- Plotter MaxSea de navegación y pesca, con módulos de sonda, ARPA y batimetría en 3-D

La Estación GMDSS está constituida por:

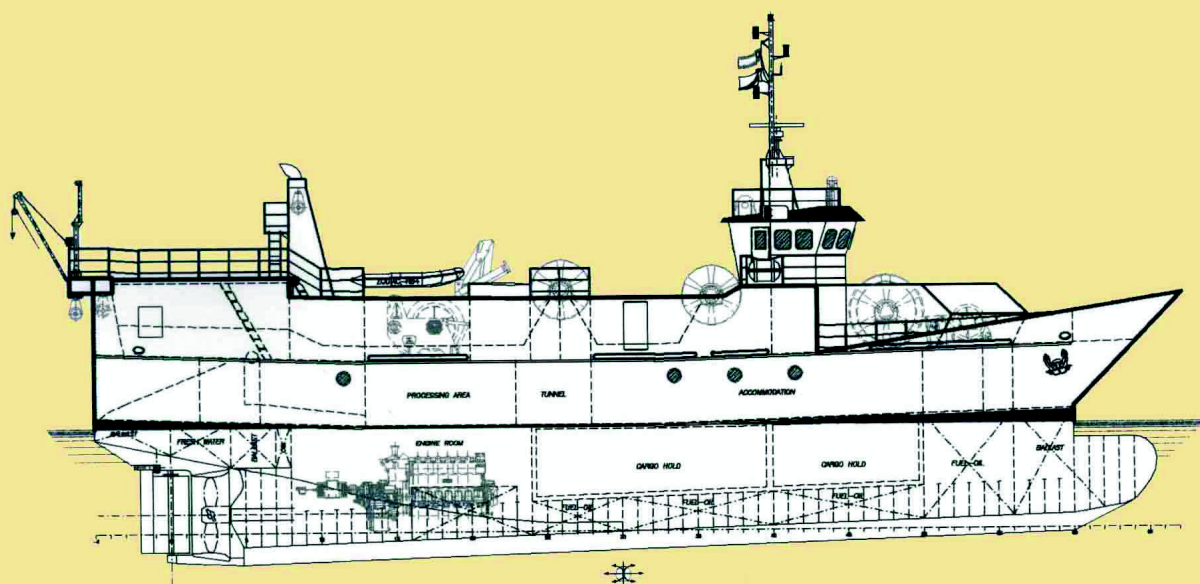
- Dos radioteléfonos VHF/DSC Furuno FM-8500
- Radioteléfono MF/HF Furuno FS-1562-25 de 250 W con módulo DSC y receptor de alarmas
- Receptor Navtex de Furuno, modelo NX-500
- Radiobaliza de salvamento EPIRB Kannad 406-WH
- Radar Transponder Rescuer SART
- Dos radioteléfonos portátiles VHF Icom GM-1500-E

Además, el *Punta Vixia* lleva instalada:

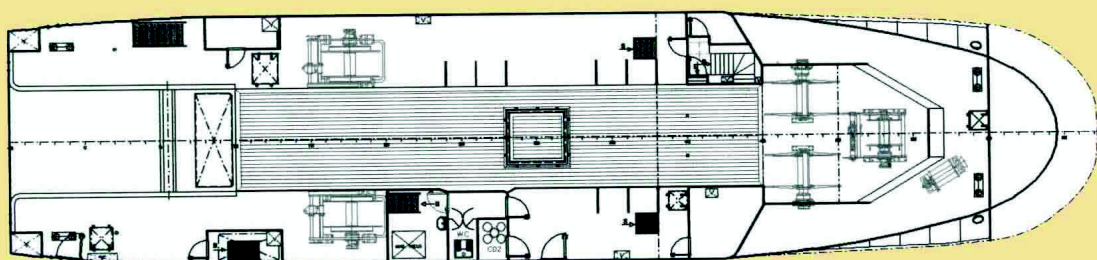
- Una Estación Inmarsat Mini-M Sailor SP-4164 A
- Una Caja azul ELB-2000

**Las formas del apéndice de popa se han diseñado y ensayado en el Canal de Experiencias de El Pardo**

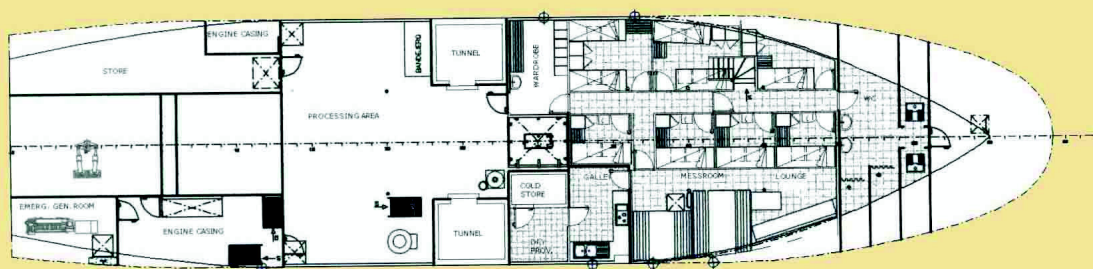
## Disposición general



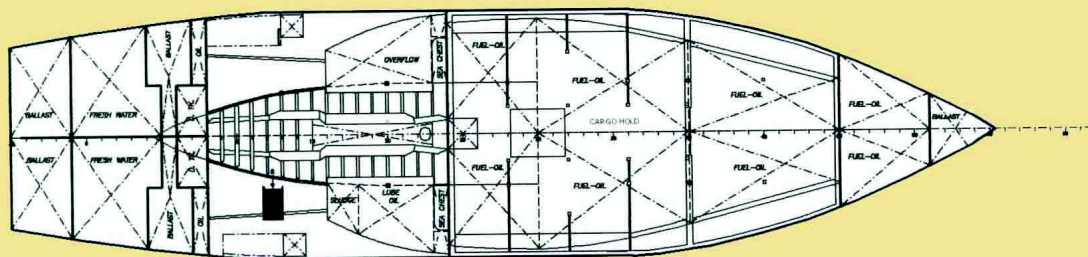
PROFILE



UPPER DECK



SECOND DECK



DOUBLE BOTTOM

*Punta Vixia*



# Acuimedsa Uno, catamarán auxiliar para acuicultura

El astillero Nauticat, S.L., situado en la localidad de El Grao de Castellón, y dedicado a la construcción de embarcaciones tipo catamarán y monocasco en P.R.F.V. de trabajo, pesca, auxiliares de acuicultura, recreo, pasaje, etc., está llevando a cabo la construcción de un catamarán auxiliar para acuicultura para la empresa Acuicultura del Mediterráneo, el *Acuimedsa Uno* que ha sido botado recientemente.

La embarcación está construida en poliéster reforzado de fibra de vidrio (PRFV), según las normas del American Bureau of Shipping y está propulsada por dos motores Diesel marinos.

Se trata de una embarcación especialmente proyectada para las labores y trabajos en las instalaciones de una piscifactoría, que ha sido especialmente estudiada para que sea lo más práctica posible a la vez de tener un diseño óptimo tanto para la navegación como estéticamente. Destacará por un trabajo rápido, práctico y su fácil maniobra.

## Características principales

Eslora total	16,00 m
Eslora entre perpendiculares	14,60 m
Manga	6,98 m
Puntal de construcción	1,60 m
Potencia Propulsora	2 x 235 kW
Carga Máxima	30 t
Tripulación + personal de acuicultura	2 + 6 personas.
Velocidad máxima de servicio (plena carga)	12 nudos
Arqueo GT	28,21 GT
Autonomía	40 horas, 456 millas
Capacidad de combustible	3.000 l
Capacidad de agua dulce	1.200 l

## Disposición general

El casco del *Acuimedsa Uno* es de semi-desplazamiento tipo catamarán. Los cascos son simétricos, con proa lanzada y popa de espejo, con formas de planeo. Está especialmente diseñado para soportar una gran carga sobre y bajo cubierta además de una buena navegabilidad.

La cubierta principal es corrida de popa a proa. La cubierta de trabajo es capaz de soportar hasta 30 toneladas. Los accesos de popa son cómodos para personal de instalación.

Bajo cubierta dispone de los siguientes compartimentos:

- Pique estanco de proa.
- Camareta con dos literas en cada banda y acceso desde el puente de gobierno.
- Pañol amplio, limitado por un mamparo estanco a popa. Aquí se sitúan los anclajes de la grúa de cubierta mediante un gran reforzado.
- Cámara de Máquinas, con los motores, baterías, grupo electrógeno y servotimones. También los tanques de combustible (dos, de 1500 litros, c/u).

Sobre la cubierta cuenta con:

- Caseta puente de gobierno a proa, con acceso desde popa. En su interior se sitúan los mandos y controles. Sobre el techo se montan el palo y arco para luces y antenas. A proa los accesos a camareta a cada banda.
- A popa del puente en estribor se sitúa la cocina y a babor un aseo con acceso desde crujía. En la banda de estribor y



Las formas tipo catamarán del *Acuimedsa Uno* le permite soportar una carga elevada tanto sobre cubierta como bajo ella

exterior a la cocina se sitúa una ducha extraíble con agua fría y caliente.

- A cada banda del puente en popa se sitúan las escotillas de acceso a pañoles.
- A popa del puente y a estribor se sitúa la grúa articulada con cabrestante. A babor un molinete.
- La amurada en la zona central será de candeleros y pasamanos fácilmente desmontables para faenar en la instalación de acuicultura. Además hay amplias salidas de amurada para el trabajo.
- A popa, en ambas bandas, enrasadas a cubierta y con medios de trinca y frisa se sitúan las escotillas de registro de motores y los accesos a cámara de máquinas.
- A popa, en el espejo, hay una escalera, amplia y cómoda, a cada banda para que el personal (buzos) pueda acceder desde el agua a la embarcación.

## Sistemas propulsivos

El *Acuimedsa Uno* dispone de dos motores Diesel marinos IVECO AIFO 8361 SRM 32, 4 tiempos, que proporcionan una potencia de 235 kW (320 CV) a 2.400 rpm. Están refrigerados por agua, y poseen un escape húmedo a popa, con reductor-inversor ZF 301 A de relación de reducción 2,9:1. El motor principal accionará la bomba de baldeo y contraincendios, provista de embrague eléctrico.

El servotimón es de accionamiento hidráulico con control e indicador de ángulo de timón y caña de emergencia. Los timones, de tipo colgado, son semicompensados en un 20%.

La instalación eléctrica es a 24 V CC, con dos grupos de baterías de 180 A·h para servicio general y arranque, además de un grupo auxiliar. También incorpora un grupo electrógeno Solé Diesel de 20 kVA, para proporcionar corriente alterna a 220/380 V para servicio general y tomas para maquinaria de instalación (clasificadora de peces, etc.).

## Equipos de cubierta

El *Acuimedsa Uno* cuenta con una grúa articulada hidráulica HIAB 1440, de 14 t x m, con un cabrestante de 2000 kg, y un alcance máximo de 14 metros. Asimismo dispone de un molinete vertical M-1500 de MARTINETE, con tracción máxima de 2000 kg.

El buque dispone también, de otros equipos como los electrónicos, entre los que se encuentran un VHF, y un GPS-plotter-sonda de SIMRAD.

Los dos motores principales van refrigerados por agua y proporcionan 320 CV a 2.400 rpm

# Actividad de Astilleros Nodosa

Astilleros Nodosa realizó el pasado mes de febrero la botadura oficial de su construcción número 239, un arrastrero congelador de altura de 38,35 m de eslora. Este buque es gemelo del *Cachacho* (Ingeniería Naval, enero de 2002), pertenece a una serie de dos buques construidos para Pesquerías Carral S.A. y está destinado a faenar en Gran Sol.

El *Chans*, con puerto base en Vigo, ha sido proyectado y desarrollado por la oficina técnica de Nodosa. Se trata de un moderno buque pesquero congelador proyectado para la pesca de arrastre de fondo por popa.

El casco está construido en acero, posee dos cubiertas corridas de proa a popa. La popa es recta y está provista de una rampa central para largado e izado del aparejo con salidas de agua. La proa es lanzada con bulbo.



## Características principales

Eslora total	38,35 m
Eslora entre perpendiculares.	32,00 m
Manga de trazado	8,40 m
Puntal a cubierta principal.	3,70 m
Calado de diseño	3,05 m
Arqueo	410 GT/251 TRB
Desplazamiento a plena carga	672,60 t
Potencia	600 kW (815 CV)
Velocidad en pruebas	13 nudos
Tripulación	12 personas

## Capacidades

Bodega a 0 °C	133 m³
Bodega a -25 °C	100 m³
Combustible	143 m³
Agua dulce	9 m³
Agua lastre	12 m³
Aceite	5 m³



Nodosa, durante el año 2001, entregó dos arrastreros congeladores, tres aux. mejilloneros y 2 sumergibles:

NC	Nombre	Tipo	Armador	L	B	T	GT	Entrega
228	<i>Nuevo Ría Aldán</i>	Arrastrero cong.	Wenceslao Gandón	35,25	8,0	3,6/5,7	337	febrero
217	<i>Matesa Tercero</i>	Aux. mejillonero	Armando Otero Besada	18,75	6,5	2,25	52	febrero
234	<i>Subcat S30-02</i>	Sumergible	Subibor	19,50	6,0	1,50		marzo
228	<i>Otero Iglesias</i>	Aux. mejillonero	Otero Iglesias, C.B.	18,75	6,5	2,25	52	marzo
232	<i>Herbello Cordeiro</i>	Aux. mejillonero	Herbello Cordeiro, C.B.	18,75	6,5	2,25	52	abril
236	<i>Subcat S30-02</i>	Sumergible	Subibor	19,50	6,0	1,50		mayo
235	<i>Cachacho</i>	Arrastrero cong.	Pesquerías Carral S.A.	38,50	8,4	3,75	409	septiembre

Por otro lado, la cartera de pedidos para 2002, compuesta principalmente por arrastreros congeladores de entre 280 y 409 GT, es la siguiente:

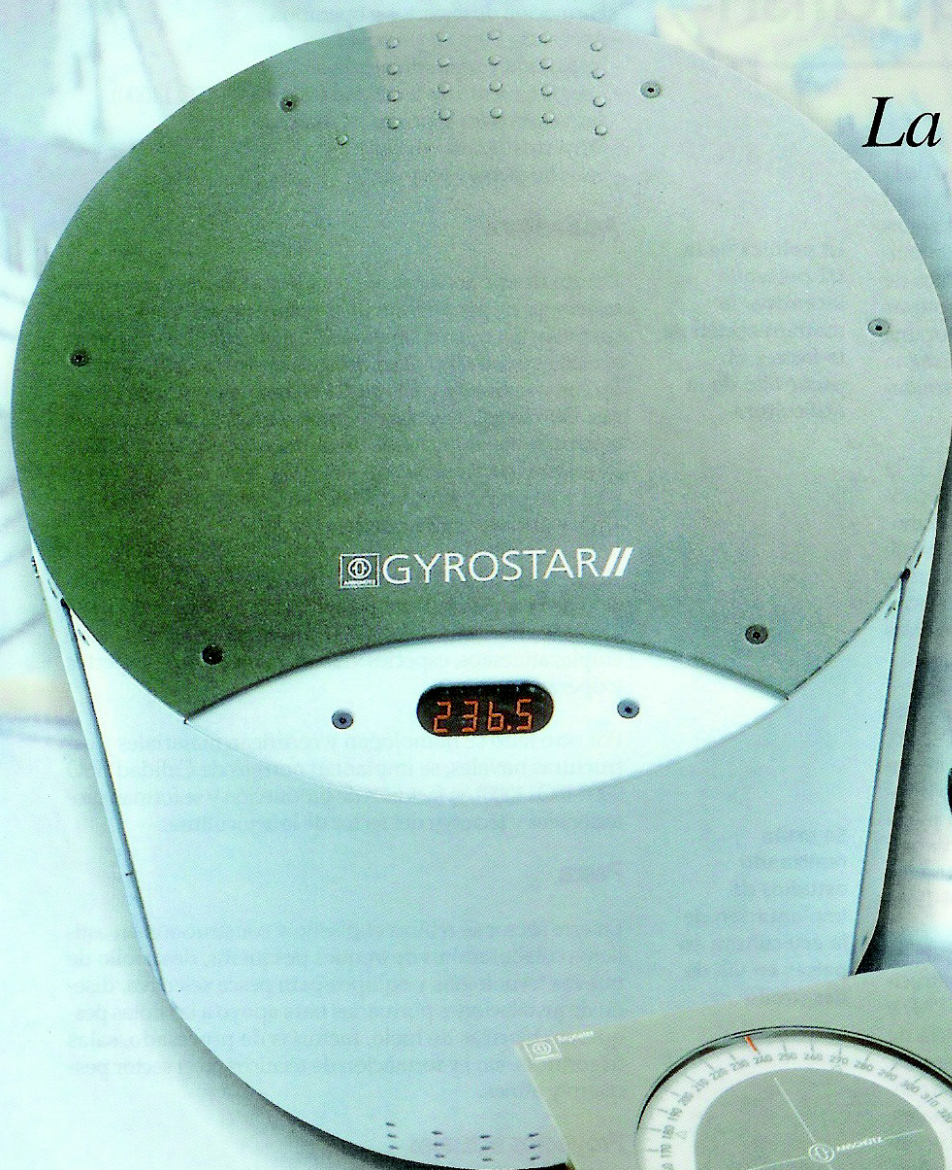
NC	Nombre	Tipo	Armador	L	B	T	GT	Entrega
239	<i>Chans</i>	Arrastrero cong.	Pesquerías Carral S.A.	38,50	8,4	3,75	409	febrero-02
240	<i>Bitácara</i>	Arrastrero	Santiago Pazos Moreira	30,10	8,0	3,5/5,65	280	abril-02
241	<i>Remmar Dos</i>	Remolcador	Amaremarín	23,50	7,5	3,80		abril-02
238	<i>Pepe Barreiro Dos</i>	Arrastrero cong.	Mouro S.A.	37,00	8,1	3,90	391	noviembre-02
249	<i>Mar de Mares</i>	Arrastrero cong.	Pesquerías Orlamar	38,50	8,4	3,70	409	diciembre-02



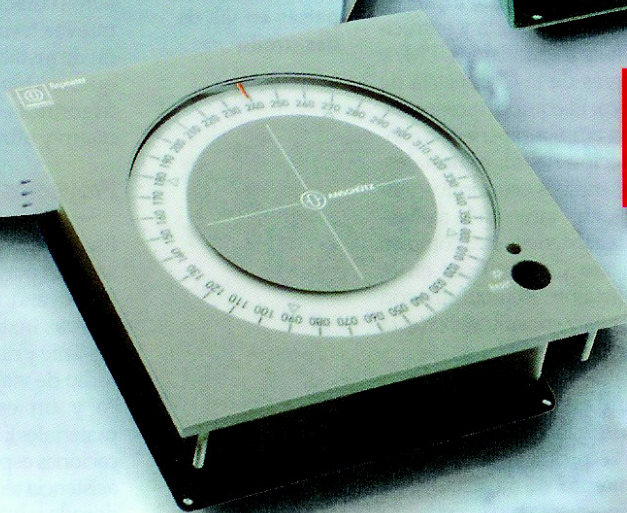
# ELECTRÓNICA DE PRESTIGIO A SU SERVICIO

## Raytheon

*La mejor tecnología  
aplicada también  
a la pesca*



NautoPilot®  
**NP60**



GyroCompass  
**GYROSTAR//**

# RMI

**RADIO MARITIMA INTERNACIONAL, S.A.**

**Red de ventas y servicios**

C/ Isabel Colbrand, 10-12 • Acceso 2. 5ª Planta - Of. 132 • Pol. Ind. Fuencarral • 280550 MADRID (Spain)

Tel.: + 34 91 358 74 50 • Fax: +34 91 736 00 22 • E-mail: [atcliente@rmispain.com](mailto:atcliente@rmispain.com)

Teléfono de Servicio Técnico: + 34 902 23 55 32



# Actividades de Global Aquafish



En los últimos años se ha observado que, dentro de la UE, la progresión más espectacular de la actividad acuícola se ha producido especialmente en las zonas periféricas con limitadas actividades económicas alternativas. Y en la mayoría de las ZDP (Zonas Dependientes de la Pesca), donde el grado de dependencia de las capturas o desembarques disminuyó, se vio contrarrestada por una mayor dependencia de la acuicultura. En este contexto, la acuicultura constituye un importante factor de consolidación de la cohesión socioeconómica.

Por tanto, el único medio para satisfacer la totalidad de la demanda de pescado en la actualidad, sin esquilmar los caladeros, es realizar una pesca responsable, mediante la renovación de las flotas por otras tecnológicamente avanzadas que permitan realizar una pesca selectiva y el fomento y desarrollo de la acuicultura mediante la incentivación de innovaciones tecnológicas que permitan nuevos cultivos y aumentar las producciones y rentabilidades de los existentes.

En este sentido, la política pesquera de la UE, mediante los planes de financiación IFOP para el periodo 2000-2006, desarrollados por cada Estado miembro, pretenden incentivar la renovación y modernización de la flota, pero principalmente el desarrollo de la acuicultura, como pieza esencial en la estabilidad socioeconómica del sector, ya que ha destinado 839 y 2.117 M€, respectivamente, frente a los 460 y 125 M€ que destinó en el plan del periodo 1994-1999.

Global Aquafish, consultora internacional especializada en Acuicultura y Pesca, es una empresa impulsada y patrocinada por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) y la Comunidad de Madrid, a través de la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica. El equipo humano está formado por ocho ingenieros con amplia experiencia contrastada en áreas como construcción naval, materiales, equipos eléctricos y electrónicos, análisis económico y financiero, ensayos hidrodinámicos, etc., tanto en la realización de proyectos, estudios, diseño, asistencia, etc., como en la formación (cinco miembros son Catedráticos en la Universidad; cuatro son especialistas en Acuicultura con Doctorados en Biología o Veterinaria y consultores en esta especialidad y 2 ingenieros juniors).

Global Aquafish está especializada en la realización de Estudios (Técnicos-Económicos), Proyectos, Formación de expertos y operarios, Asistencia Técnica, Inspección y seguimiento de obras, Aseguramiento de la Calidad y Proyectos "llave en mano". Su equipo cuenta con experiencia directa en España, así como en diversos países de Europa, América y África.

## Líneas de negocio, productos y servicios

Los servicios de Global Aquafish quedan enmarcados en cuatro líneas de negocio: consultoría, *project management*, formación, *joint venture*. Dentro de estas cuatro líneas de negocio, podemos dividir los servicios prestados en dos grandes subsectores, la acuicultura y la pesca. En cada uno de los subsectores se ofrecen servicios de:

**La política de la UE pretende incentivar la modernización de la flota y el desarrollo de la acuicultura**

**Se están realizando estudios de implantación de la acuicultura en países en vía de desarrollo**

**Se están proyectando nuevas instalaciones de engorde de dorada y lubina**

- Estudios de viabilidad técnica y económica
- Proyectos de ingeniería básica y de detalle.
- Formación de expertos y operarios.
- Asistencia Técnica y Apoyo.
- Inspección y seguimiento de obras.
- Aseguramiento de la calidad (ISO 9000 – ISO 14000).
- Asistencia para la puesta en marcha.
- Proyectos "Llave en mano".
- Servicio técnico post-venta.

## Acuicultura

Dentro de este sector se realizan proyectos de nuevas instalaciones de producción para empresas del sector, se desarrollan proyectos de modernización de instalaciones acuícolas existentes (plataforma de apoyo, jaulas flotantes), así como el diseño y desarrollo de innovaciones tecnológicas. Por ejemplo: diseño y homologación de bateas para el cultivo de mejillón, diseño de jaulas móviles para el cultivo de rodaballo en mar abierto, diseño de jaula de sacrificio para el atún rojo, diseño de jaulas semisumergibles, diseño de embarcaciones especializadas.

También se están llevando a cabo estudios de implantación de la acuicultura en países en vía de desarrollo (p.e.: arco Mediterráneo-Magreb, y Sudamérica). Estudio de emplazamientos, especies viables, formación de expertos y operarios.

Por otro lado se homologan y certifican materiales y estructuras navales, se implantan normas de Calidad (ISO 9000-ISO14000) en factorías de producción y se forman profesionales y técnicos del sector de la acuicultura.

## Pesca

En este sector se realiza el diseño y construcción en astilleros colaboradores de buques pesqueros, desarrollo de nuevas tecnologías y equipos para pesca selectiva, diseño de instalaciones portuarias para apoyo a las flotas pesqueras (fábricas de hielo, factorías de procesado, salas frigoríficas, etc.) y formación de técnicos en el sector pesquero y afines.

## Proyectos actuales

Entre los proyectos que actualmente se encuentran en desarrollo por esta empresa pueden destacarse los que se están llevando a cabo para Mare Nostrum, S.L., (proyectos de nuevas instalaciones de engorde de dorada y lubina en Levante y diseño de un catamarán auxiliar); para ADSA (estudio de viabilidad de sistemas de alimentación automática y un estudio comparativo de envejecimiento de materiales); además del diseño y homologación de embarcaciones especializadas para granjas marinas en HPDE o la asistencia técnica y el proyecto de instalación de engorde de dorada y lubina en las costas argelinas (Delphine Pêche).

Recientemente se ha presentado propuesta y presupuesto para la realización de un curso de expertos en Acuicultura para el Ministerio de Pesca de Argelia, en colaboración con la Universidad Politécnica de Madrid.

En el sector pesquero los proyectos que se están realizando son el diseño y pruebas en canal de experiencias de la modificación en el bulbo de un atunero para Albacora y un plan de apoyo a la pesca artesanal, a los recursos marinos y a la maricultura en Argelia.



La empresa también realiza actividades de formación entre las que se pueden destacar un curso de verano de pesca y acuicultura para la Universidad de Cantabria (Verano 2002), un curso de barcos de trabajo y plataformas auxiliares, dentro del curso avanzado de cultivos marinos en mar abierto en el Mediterráneo para el Centro Internacional de Altos

Estudios Agronómicos del Mediterráneo, un curso general de acuicultura para la Universidad Politécnica de Madrid, un curso superior de pesca y acuicultura del Instituto Marítimo Español y un curso de verano de pesca y acuicultura. Universidad de Cantabria (Verano 2002).

## Alargamiento de un pesquero en Metalships & Docks



En el número de abril-2001 de "Ingeniería Naval" se informaba que Metalships & Docks había efectuado la entrega del buque *Soloyvag* al armador Anders Solheim y que, asimismo, estaba llevando a cabo la construcción del buque *Broegg*, gemelo del anterior, para el armador Gudmund Fjortoft, cuya entrega estaba prevista para el mes de junio de dicho año.

Una vez terminado el buque *Broegg*, el armador decidió que Metalships & Docks llevara a cabo el alargamiento del mismo en 6 metros de la eslora total, que quedó en 39,9 m y la eslora entre perpendiculares en 36 m, mientras que la manga, puntal a la cubierta de arrastre y puntal a la cubierta principal quedaron en sus valores anteriores, es decir, en 10,5 m, 6,7 m y 4,3 m, respectivamente.

El alargamiento consistió en la inserción de un bloque en la zona central, a popa del puente de gobierno



El alargamiento consistió en la inserción de un bloque en la zona central, a popa del puente de gobierno y a proa de la cámara de máquinas. Para ello se procedió al corte del buque, encaje del bloque y posterior soldado del mismo con cada parte del buque, tras lo que se realizaron los trabajos necesarios para aislamiento de la zona de bodegas, cableado, etc.

En cuanto a las capacidades, el local para almacenamiento de carga congelada se amplió aproximadamente en 140 m<sup>3</sup>, pasando de 280 m<sup>3</sup> a 420 m<sup>3</sup>. Además, la capacidad total de combustible, que era de 150 m<sup>3</sup>, pasó a ser de 200 m<sup>3</sup>.

Los buques *Broegg* y *Soloyvag* son arrastreros congeladores, destinados a la captura con red de arrastre de fondo o pelágica para pescado blanco, para producción de pescado eviscerado y descabezado y de pescado relleno (bacalao, abadejo, pescado rojo y otras especies), que es tratado en congeladores de placas y almacenado en la cámara de congelación a -30 °C o con hielo en cajas en la bodega de pescado.

## Astilleros Joaquín Castro entrega el pesquero *Sial Tres*

En el segundo semestre del pasado año el astillero Joaquín Castro, S.L., entregó al armador Carlos Alberto Simoes Alves, el buque *Sial Tres*, un pesquero con casco de acero para la pesca con artes menores.

El buque está propulsado por un motor diesel MAN D2538 MLB, de 8 cilindros en línea, capaz de desarrollar una potencia de 160 CV a 1.400 rpm, acoplado a un inversor-reductor marca ZF, modelo IRM 325, con una relación de reducción 4:1.

Para las faenas de pesca, el buque está equipado con los siguientes equipos:

- Una maquina hidráulica, modelo HRM-3000, de 40 m/min de velocidad de halada, con dos cabirones, un motor hidráulico de 20 CV y un distribuidor rotativo.
- Una bomba hidráulica doble, modelo Roquet, con una presión de trabajo de 150 kg/cm y una potencia de 50 CV.
- Un halador de nasas, modelo HRM-200, con una velocidad de halada de 60 m/min y 7 CV de potencia.



### Características principales

Eslora total	15,00 m
Eslora entre perpendiculares	12,45 m
Arqueo	37,89 t
Tonelaje	35,1 gt
Capacidad bodega pesca	30,2 m <sup>3</sup>
Capacidad de combustible	16 m <sup>3</sup>

El servicio de contraincendios, baldeo y achique del buque cuenta con dos bombas Azcue, modelo CA-50/3.

El *Sial Tres* está equipado con un grupo electrógeno formado por un motor diesel Deutz-Diter, modelo D-229-4, de 43 CV a 1.500 rpm, con un alternador acoplado marca Stanford, modelo UCM-224 D 13, de 40 kVA a 380/220 V, 50 Hz.

La instalación eléctrica del buque se ha diseñado con dos tipos de voltaje:

- Una instalación de 220 V, alimentada por el grupo generador auxiliar, para alimentar a los equipos de fuerza, iluminación principal exterior, bomba de contraincendios,

El pesquero tiene una eslora total de 15 m y está equipado con una **maquinilla hidráulica con halador para la pesca con artes menores**



achique y baldeo y transformación a 24 V y para carga de baterías.

- Una instalación de 24 V, alimentada por un generador de 200 A, marca Creixenti, accionado por el motor principal, para dar servicio a la iluminación interior, emergencias, aparatos radioeléctricos, luces de navegación e iluminación exterior.

## Novedades de Talleres Carral

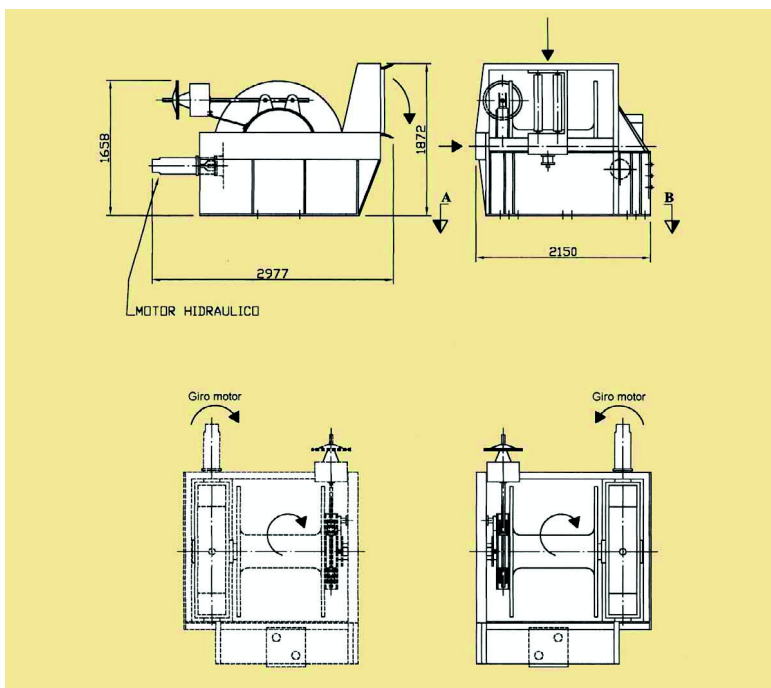
**T**alleres Carral, S.L., siguiendo la tendencia innovadora, ha lanzado al mercado su última gama de fabricación de máquinas "split", preparadas para pescar con el avanzado sistema Scantrol de control automático de Arrastre/Simetría. Se han desarrollado tres sólidas variantes a las que se les ha aplicado esta tecnología:

- Maquinillas "split" de motor directo sin freno ni embrague, muy compactas, y diseñadas para la optimización del espacio en cubierta sin renunciar a altas prestaciones. Modelos C1/MC/E-2H instalados en el buque *Goizaldi* para la casa armadora Artalde, y C1/MC/E-4H, para la próxima construcción nº 150 de Astilleros Ría de Avilés.
- Maquinillas "split" de motor directo con freno y embrague. Instaladas en los buques *Hermanos Soage* de José Soage Santaclara, y *Faro De Ons* para Fabapesca, ambos construidos en Astilleros Piñeiro. Los dos buques tienen instalada la maquinilla modelo C1/MC-E/H.
- La última variante son las maquinillas "split" que incorporan freno, embrague y reductor de saltos de engranajes. El modelo A2/MC/1-H ha sido instalado en el buque *Ciudad De Albufeira* de Astilleros Ría de Avilés para el grupo armador José Martí Peix; el modelo B1/MC-E/2/1-H en el buque *Ensenada De Bueu* de Astilleros Piñeiro para la firma Pescados Ana Cris; el modelo SMP/9 instalado en el buque *Ana Gandón* construido por Astilleros Armón para los hermanos Gandón; y, por último, el modelo B2R/MC-7/3/2-H, instalado en el buque *Scorpius* construido en Astilleros Ría de Avilés para Gregormar, Sdad. de Pesca.

De esta manera sigue creciendo la gama de maquinillas fabricadas por la firma Carral, ofreciendo las variantes más punteras del mercado.

### Proyectos en desarrollo

Entre los proyectos en curso que se están desarrollando en la actualidad, hay que mencionar los siguientes:



- La creación de un nuevo diseño: la maquinilla BM/4R/TR-2, contratada con Astilleros Armón, S.A. para sus nuevas construcciones B-156, B-182, B-183, B-199 y V-022 destinadas a la pesca de Gran Sol. Serán las máquinas combinadas con mayores capacidades de cable y red que se han fabricado hasta ahora.
- En el apartado maquinillas auxiliares, Talleres Carral se encuentra inmersa en la fabricación de un nuevo prototipo de cabrestante para varadero, basado en sus antecesores, el modelo SMV5; una máquina de altas prestaciones que incluye los últimos adelantos del sector, aportando un carretel con embrague y un sistema de estibación único y absolutamente novedoso.

## Buque ro-ro *Neptune Aegli* construido por Hijos J. Barreras



El pasado mes de febrero tuvo lugar en el astillero vigués Hijos de J. Barreras la entrega del ro-ro *Neptune Aegli* (construcción número 1.594 de astillero), primera de las dos unidades contratadas por la empresa armadora griega Neptune Shipping Line. Con este nuevo barco la empresa griega amplía su flota de 8 buques que operan conjuntamente con los de la empresa española Líneas Suardiáz en toda el área mediterránea.

### Descripción general

El *Neptune Aegli* es un ro-ro diseñado especialmente para el transporte de coches, camiones y otro tipo de vehículos en sus 1.500 metros lineales distribuidos en siete cubiertas. El buque tiene proa lanzada con bulbo y popa de estampa. Cuenta con dos líneas de ejes con hélices de paso variable, cada una de ellas movida por un motor con su reductor y con una toma de fuerza PTO para el accionamiento del alternador de cola. El buque está equipado también con dos hélices de maniobra en proa.

La cámara de máquinas está situada a popa bajo la cubierta principal, mientras que la acomodación y el puente de gobierno están situados a proa del centro del buque. Los tanques de lastre están dispuestos en el doble fondo, en tanques laterales y en los piques de proa y popa. Los tanques

**El *Neptune Aegli* es un ro-ro diseñado especialmente para el transporte de coches, camiones y otro tipo de vehículos**

de almacenamiento de combustible (diesel-oil y fuel-oil) también están distribuidos en el doble fondo.

El *Neptune Aegli* cuenta con las 7 cubiertas de carga (5 fijas y 2 móviles) siguientes, en orden ascendente:

- Cubierta nº 1 o cubierta de coches del doble fondo. El acceso de vehículos se efectúa mediante una rampa fija desde la cubierta nº 2.
- Cubierta nº 2 o cubierta inferior de coches. El acceso de vehículos se efectúa mediante una rampa fija con tapa estanca, desde la cubierta nº 3.
- Cubierta nº 3 o cubierta principal. El acceso de los vehículos y de camiones, desde el muelle a esta cubierta, se efectúa a través de las puertas/rampas estancas situadas a popa y en el costado de popa.
- Cubierta nº 4 o cubierta principal de coches elevable. El acceso de los coches a esta cubierta se realiza por la rampa móvil incorporada en la propia cubierta.
- Cubierta nº 5 o cubierta superior. Los coches y camiones acceden a ella a través de un cardeck móvil no basculante, con su rampa de acceso integrada en el propio sistema, desde la cubierta principal.
- Cubierta nº 6 o cubierta superior de coches elevable. El acceso de coches a esta cubierta es a través de una rampa móvil integrada en la propia cubierta.



- Cubierta nº 7 o cubierta superior de coches. Los coches acceden a ella gracias a una rampa basculante móvil desde la cubierta nº 6, o bien, desde el cardeck móvil hidráulico con su rampa integrada, desde la cubierta nº 5.

Los puntales libres entre las distintas cubiertas son los siguientes: 2,20 m en cubiertas 1 y 2, 4,80 m en cubiertas 3 y 5, 1,80 m en cubierta 7; para las cubiertas móviles hay dos posiciones distintas, que suponen una altura libre de 3,10/1,70 m o bien 2,40/2,40 m. Entre las cubiertas de la acomodación el puntal existente es de 2,7 m aproximadamente.

Características principales	
Eslora total	158,50 m
Eslora entre perpendiculares	145,00 m
Manga de trazado	24,40 m
Puntal a la cubierta principal	8,00 m
Puntal a la cubierta superior	14,09 m
Calado de trazado	6,00 m
Calado de escantillonado	6,50 m
Peso muerto al calado de diseño	4.700 t
Potencia propulsora	2 x 7.800 kW
Velocidad de servicio	20 nudos
Autonomía	8.000 millas
Acomodación:	37 personas
Tripulación	25
Conductores	12

Capacidades	
Fuel-oil	1.096 m <sup>3</sup>
Diesel-oil	179 m <sup>3</sup>
Aceite lubricante	76 m <sup>3</sup>
Agua dulce potable	201 m <sup>3</sup>
Agua destilada	22 m <sup>3</sup>
Agua de lastre	2.700 m <sup>3</sup>
Tanques antiescora	295 m <sup>3</sup>
Tanque de lodos	40 m <sup>3</sup>

## Clasificación y reglamentos

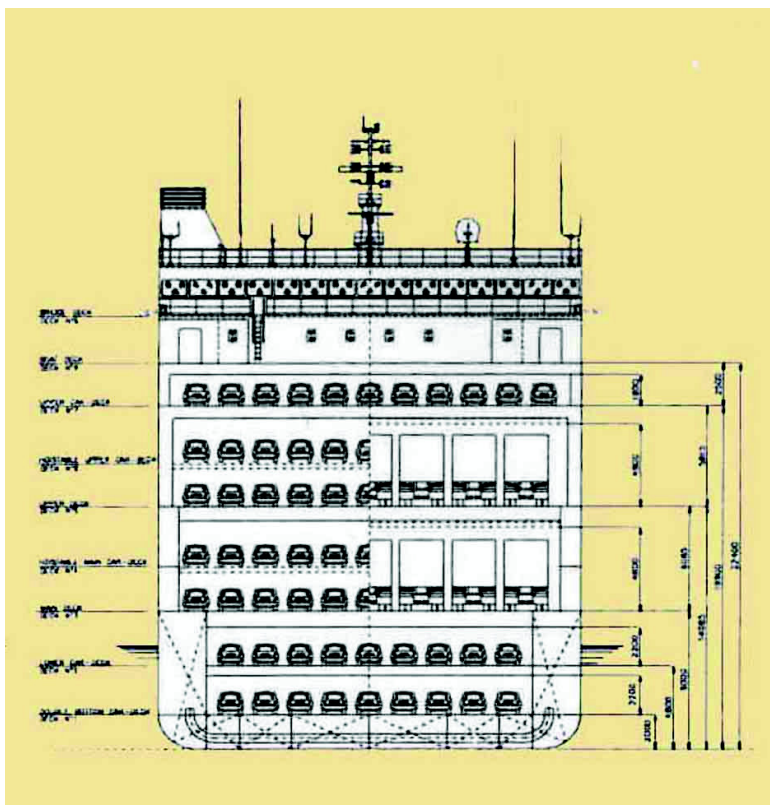
El buque, con todo su equipo y maquinaria, ha sido construido de acuerdo con la normativa y la inspección de la sociedad de clasificación Det Norske Veritas, para alcanzar la notación de clase: ✱ 1 A 1 GENERAL CARGO CARRIER, RO/RO, CAR CARRIER, MDCK, EO, ICE-1C, CLEAN.

El buque ha sido construido también de acuerdo con las Reglas y Regulaciones de la Administración española y cumple con las Convenciones Internacionales SOLAS, de Líneas de Carga, Arqueo de 1969, Prevención de Abordajes en la Mar, etc.

## Equipos de carga y descarga

El *Neptune Aegli* está diseñado para el transporte de coches y camiones en las 7 cubiertas citadas anteriormente. La capacidad de carga del buque es de 87 camiones de 16,5 m de longitud (43 en la cubierta nº 3 y 44 en la nº 5) y 470 coches en 1.500 metros lineales (740 m en la cubierta nº 3 y 760 m en la nº 5) de 3 metros de anchura. Alternativamente, puede transportar 1.500 coches en 7.100 metros lineales con una anchura de 2 m, repartidos de la forma siguiente:

- Cubierta nº 1	500 m (102 coches)
- Cubierta nº 2	500 m (102 coches)
- Cubierta nº 3	1.225 m (259 coches)
- Cubierta nº 4	1.125 m (238 coches)
- Cubierta nº 5	1.200 m (254 coches)
- Cubierta nº 6	1.300 m (279 coches)
- Cubierta nº 7	1.250 m (266 coches)



**La capacidad de carga del buque es de 87 camiones de 16,5 m de longitud y 470 coches en 1.500 m lineales**

Como se ha mencionado anteriormente, el *Neptune Aegli* ha sido diseñado para que la carga y descarga se realice a través de dos puertas-rampas, una en popa y la otra dispuesta en el costado en popa, formando 45 grados, que permite el acceso desde un muelle paralelo al buque. Ambas puertas, que dan acceso a la cubierta número 3, son totalmente estancas y están accionadas mediante cilindros hidráulicos. El diseño de todas las compuertas, rampas, accesos y del sistema de control de las mismas ha sido realizado por MacGregor. El suministro comprende:

- Puerta-rampa de popa, de 16,5 m de longitud, incluyendo las uñas, y 8,2 m de anchura, diseñada para permitir el paso simultáneo de 2 camiones de 32 t de carga por eje doble a 1,3 m, o bien camiones de 15 t de carga por eje simple. Peso máximo del camión de 45 t. La rampa opera con una inclinación de 8° en condiciones de carga y lastre, con una escora máxima de +/- 3° y un trimado de 1,5°. El sellado estanco entre la puerta y el casco del barco se consigue mediante una junta de goma. La puerta-rampa de popa se ha fabricado con una aleación de acero AH36, totalmente soldada con construcción abierta (*open web*). Los ejes, pernos, cilindros de trincado y tubería expuestos al exterior, son de acero inoxidable. Los vástagos de los cilindros están protegidos con una capa de cromado. La rampa se opera desde la cubierta superior, contando también con un indicador de apertura/cierre en el puente. El tiempo total de cierre de la rampa desde la posición horizontal es de unos 3 minutos, excluyendo el tiempo de trincado. La rampa cuenta con un sistema antideslizante formado por barras soldadas a su estructura con un recubrimiento especial.
- Puerta-rampa en el costado en popa, de 18,7 m de longitud, incluyendo las uñas, y 5,2 m de anchura, diseñada para permitir el paso de un vehículo de hasta 45 t de peso unitario. Las características de esta puerta-rampa son las mismas que las de la puerta de popa. La utilización de esta puerta queda limitada cuando la altura del muelle es mayor que el puntal de la cubierta principal, habiendo un ángulo negativo entre el muelle y el barco.
- Tapa embisagrada de la rampa, instalada en la cubierta nº 3, que cierra de forma totalmente estanca la rampa fi-

**El *Neptune Aegli* ha sido diseñado para que la carga y descarga se realice a través de dos puertas-rampas, una en popa y otra en el costado en popa**



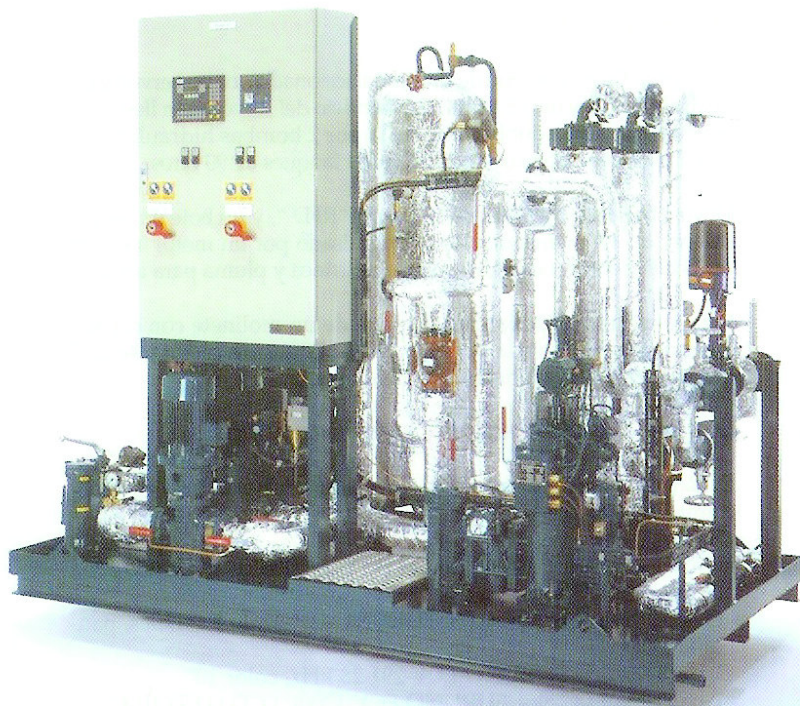
**Take the Best - Separate the Rest**



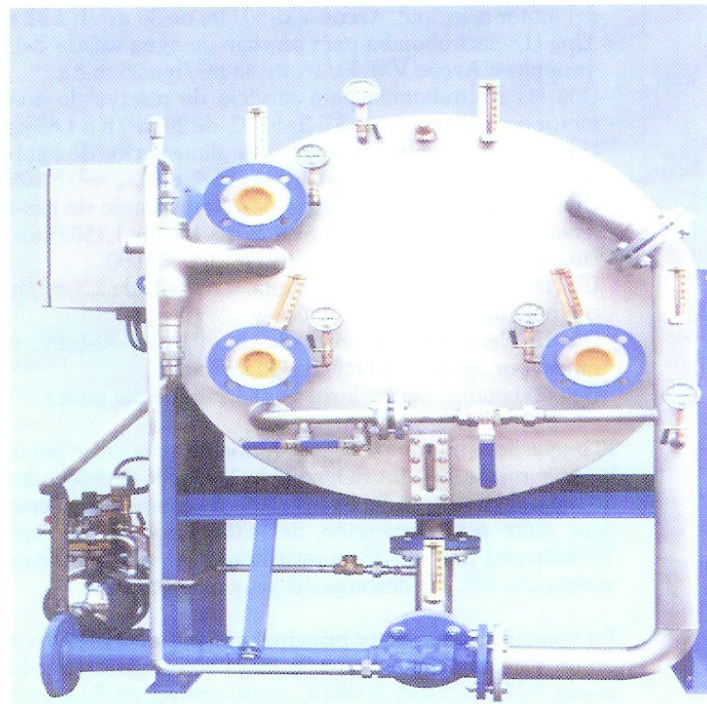
**Módulo compacto separadora centrífuga OSD 6**

**Las mejores  
separadoras sin lugar  
a dudas.**

**Pero también los mejores  
módulos booster y los  
mejores generadores de  
agua dulce.**



**Módulo de alimentación y booster**



**Generador de Agua Dulce de Placas**

**GEA** Westfalia Separator  
Mechanical Separation  
Division

**Westfalia Separator Ibérica, S.A.**

Avda. San Julián, 147

08400 GRANOLLERS (Barcelona)

Tel.: 93 861 71 01

Telefax: 93 849 44 47

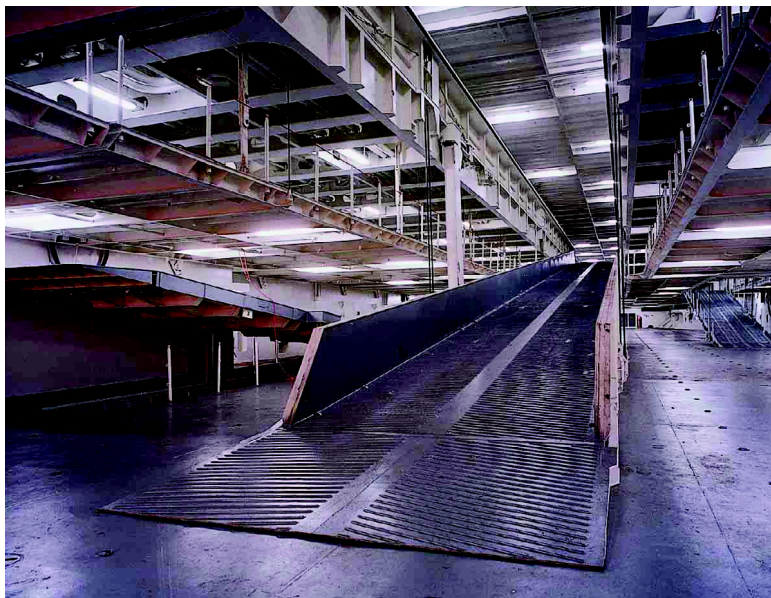
C/ Colombia, 64

28016 MADRID

Tel.: 91 345 03 99 - Móvil: 619 77 81 60

Telefax: 91 350 75 08





ja de acceso a la cubierta n° 2. Tiene 21,5 m de longitud y 3,6 m de anchura.

- Rampa móvil dispuesta entre la cubierta principal (n° 3) y la cubierta superior (n° 5). Tiene 48,5 m de longitud y 3,8 m de anchura, con una inclinación máxima de 7°. Se ha diseñado para poder aguantar el peso de 2 camiones con una carga total de 90 t. Esta rampa también está fabricada en acero AH36 soldado con construcción abierta. El sistema de operación de esta rampa también es hidráulico.
- Rampa fija de acceso desde la cubierta n° 3 a la n° 2. Esta rampa está cubierta con una tapa tipo cocodrilo que permite su apertura aunque el cardeck móvil de la cubierta n° 4 esté en su posición de trabajo.
- Rampa fija de acceso desde la cubierta n° 2 a la n° 1.
- Cardeck móvil (cubierta n° 4) para el transporte de coches, situado entre las cubiertas n° 3 y 5. Está accionado mediante cilindros hidráulicos y con poleas y cables. Se divide en 10 secciones y como se ha indicado anteriormente, puede operar en dos posiciones distintas. La superficie total es de 2.350 m².
- Rampa de acceso al cardeck móvil anterior, que está integrada en el propio sistema del cardeck. Tiene 15,3 m de longitud y 3 m de anchura.
- Cardeck móvil (cubierta n° 6) para el transporte de coches, situado entre las cubiertas n° 5 y 7. Está accionado hi-

**El Cardeck móvil se divide en 10 secciones y puede operar en dos posiciones distintas**

**El buque está provisto de un equipo controlador de carga**



dráulicamente y dividido en 10 secciones. Su superficie total es de 2.800 m². En su posición de estiba se puede considerar la cubierta n° 7 como totalmente estanca.

- Rampa de acceso al cardeck móvil anterior, que está integrada en el propio sistema del cardeck. Tiene 15,3 m de longitud y 3 m de anchura.
- Rampa móvil entre las cubiertas n° 6 y 7, de 23 m de longitud y 3 m de anchura. En su posición cerrada no permite considerar la cubierta como estanca.

Todas las rampas y cardecks se han diseñado de forma que se pudiera reducir el tamaño de las rampas a la vez que conseguir un ángulo cómodo de entrada a la rampa para permitir la máxima rapidez y seguridad en las operaciones de carga/descarga de los vehículos.

Para el accionamiento de las rampas y puertas-rampas, MacGregor ha suministrado una planta hidráulica constituida por tres bombas de 22,5 kW, cada una de las cuales tiene un caudal del 50 % de las necesidades totales. El control de esta planta se ha dispuesto en el local de control de carga, localizado en la cubierta principal a popa.

Además, el buque está provisto de un equipo controlador de carga diseñado para comprobar que las disposiciones de carga se encuentran dentro de los límites de seguridad marcados por la estabilidad y la resistencia estructural. El equipo se describe en la sección de Automación y Control.

La empresa Aries Industrial y Naval Servicios, S.A., ha suministrado 2 puertas estancas correderas, de 900 x 1.900 mm, accionadas mediante sistema hidráulico, que son de diseño modular compacto, y están montadas en los mamparos de popa de las cámaras de máquinas. Las puertas pueden abrirse localmente desde ambos lados del mamparo, bien de forma automática o bien manualmente gracias a una unidad hidráulica manual. Durante el periodo de apertura/cierre de la puerta suena una señal acústica como medida de precaución. El suministro de Aries incluye, además:

- Panel de control de las puertas, situado en el puente de gobierno. Mediante un sistema de luces se visualiza y se controla el estado de apertura o cierre de las puertas.
- Estación de emergencia situada en la cubierta de compartimentación.
- Acumuladores, válvulas solenoidales, protecciones eléctricas y unidades hidráulicas para el control de cada puerta, en cumplimiento de la normativa especificada en el SOLAS.

La ventilación de los espacios de carga se ha diseñado para permitir 10 renovaciones por hora durante navegación y 20 renovaciones por hora durante las tareas de carga/descarga.

## Habilitación

El buque dispone de espacios de acomodación para un máximo de 37 personas, diseñados para alcanzar las máximas condiciones de confort, y dispuestos como se indica a continuación:

### Cubierta n° 8:

- Camarotes para el Capitán, Jefe de Máquinas y Armador, con aseo y despacho.
- 2 camarotes con aseo para oficiales senior.
- 6 camarotes con aseo para oficiales.
- 14 camarotes individuales con aseo para la tripulación.
- 6 camarotes dobles con aseo para los conductores.
- 3 Comedores/salas de estar para oficiales, tripulación y conductores.
- 2 Oficinas para cubierta y cámara de máquinas.





- Lavanderías para tripulación, oficiales y conductores.
- Enfermería.
- Gambuza con cámaras frigoríficas.

Cubierta nº 9:

- Puente de gobierno

La habilitación ha sido diseñada, construida y montada en su totalidad por la empresa M.González Suárez, S.A. (GON-SUSA). Combina un alto nivel de funcionalidad con las máximas condiciones de confort, de acuerdo con el tipo de buque. Los materiales utilizados cumplen con las normativas más exigentes contra incendios y han sido fabricados por la firma Navaliber, S.L., que cuenta con el certificado ISO 9002.

## Propulsión

Los motores propulsores y los auxiliares del *Neptune Aegli* han sido suministrados por Wärtsilä Ibérica, S.A.



Los motores propulsores son de cuatro tiempos y 8 cilindros en línea, turboalimentados, modelo 8L46B, capaces de desarrollar una potencia máxima continua (MRC) de 7.800 kW, cada uno, a 500 rpm. Los motores están preparados para quemar fuel-oil pesado IFO 380 a 50 °C. Estos motores combinan un bajo consumo de combustible con un reducido nivel de emisiones de NO<sub>x</sub>, en cumplimiento con la normativa de la OMI referente a emisiones contaminantes de óxidos de nitrógeno a la atmósfera, que figura en el anexo VI del MARPOL.

**Las líneas de ejes accionan dos hélices de paso controlable y cuatro palas, de 4.400 mm de diámetro, con diseño high skew**

**Para el suministro de la energía eléctrica necesaria a bordo, el buque dispone en cámara de máquinas de dos motores auxiliares Wärtsilä**

En condiciones ideales de pruebas (casco limpio, Beaufort 2 o inferior, aguas profundas, a un calado de 6 m y con los alternadores de cola sin consumidores) y con los dos motores principales desarrollando el 85 % de la potencia MCR, el buque puede alcanzar una velocidad de 20,5 nudos.

El consumo específico de combustible de los motores principales en banco de pruebas es de 172 g/kWh. Los motores han sido certificados por la Sociedad de Clasificación DNV, emitiéndose el certificado correspondiente EIAPP de emisiones.

Los motores accionan dos líneas de ejes, a través de reductores sin embrague suministrados por Reintjes España, S.A., modelo SVA 950 H K41, con una relación de reducción 3,259:1. Son equipos reductores provistos de engranajes helicoidales, con salida en horizontal y distancia entre ejes de entrada y salida de 950 mm. Cada reductor dispone de una toma de fuerza primaria de 1.200 kW a 1.800 rpm, modelo K41, sin embrague. Los reductores se han entregado con su enfriador de aceite, electrobomba de reserva y sensores requeridos por la Sociedad de Clasificación DNV. Los acoplamientos elásticos entre el motor principal y los reductores son Vulkan tipo G-4827-S.

Las líneas de ejes accionan a su vez dos hélices de paso controlable y cuatro palas, de 4.400 mm de diámetro, con diseño *high skew* y construidas en aleación de alta resistencia de Ni-Al-bronce. Las hélices, modelo Kamewa 111P1/4, han sido suministradas por Rolls-Royce. El peso aproximado de cada hélice es de 8.800 kg. Los cabezales llevan integrados el servo para controlador del paso de la hélice y todas las partes internas están protegidas y lubricadas con aceite hidráulico. El cabezal está embridado al eje de cola, que es hueco y de acero forjado, con una longitud total de 19.500 mm y un diámetro interior/exterior a popa del cojinete de 429/110 mm. El eje de cola está conectado al eje intermedio, hueco y de acero forjado, de 10 metros de longitud, a través de un acoplamiento hidráulico OKC-370 HB tipo manguito.

## Planta eléctrica

Para el suministro de la energía eléctrica necesaria a bordo, el buque dispone en cámara de máquinas de dos motores auxiliares, que también han sido suministrados por Wärtsilä. Se trata de dos 6L20 de 6 cilindros en línea, capaces de desarrollar 1.020 kW de potencia a 900 rpm. Están conectados mediante sus correspondientes acoplamientos elásticos Vulkan tipo A-21D1-G a los grupos generadores de corriente alterna, dos alternadores LSA 52 L9 de 1.230 kVA, 440 V, 60 Hz, suministrados por Leroy Somer. El combustible que consumen es el mismo que el de los motores principales y las características de estos motores en cuanto a fiabilidad y economía de funcionamiento, son similares a los motores principales.

El *Neptune Aegli* también dispone de dos alternadores de cola LSA 50.1 de 1.500 kVA a 1.800 rpm, los cuales han sido suministrados también por Leroy Somer, y están accionados por los PTO de los reductores por medio de su correspondiente acoplamiento elástico Vulkan G-1647-R.

El grupo generador de emergencia, situado fuera de cámara de máquinas, lo forma un motor diesel, de 182 kW a 1.800 rpm, y un alternador SR4 de 213 kVA, 60 Hz. Todo el conjunto ha sido suministrado por Caterpillar, modelo Marine Generator Set 3306.

La instalación eléctrica del barco ha corrido a cargo de la empresa Electromecánica Cerdeira, S.L., que además



**DESDE 4 HASTA 65 LITROS  
DESDE 75 HASTA 1.400 KW**



# **VOLVO PENTA INTRODUCE SU NUEVA GAMA DE MOTORES DE USO PROFESIONAL**

Volvo Penta introduce una gama completamente nueva que incrementa considerablemente la potencia disponible.

Tenemos disponibles motores propulsores con cilindrada desde 4 hasta 65 litros y de potencia desde 75 hasta 1.400 KW. Todos estos motores ofrecen fiabilidad, prestaciones y economía de funcionamiento para cualquier tipo de operación, desde la pequeña lancha de salvamento hasta el gran buque pesquero o el buque de cabotaje.

La extensa red de agentes Volvo Penta está a su servicio para proporcionarle todo tipo de ayuda, así como repuestos, y cualquier apoyo que usted necesite. Nuestros servicios oficiales en todo el mundo reciben un entrenamiento específico para atender nuestros motores.

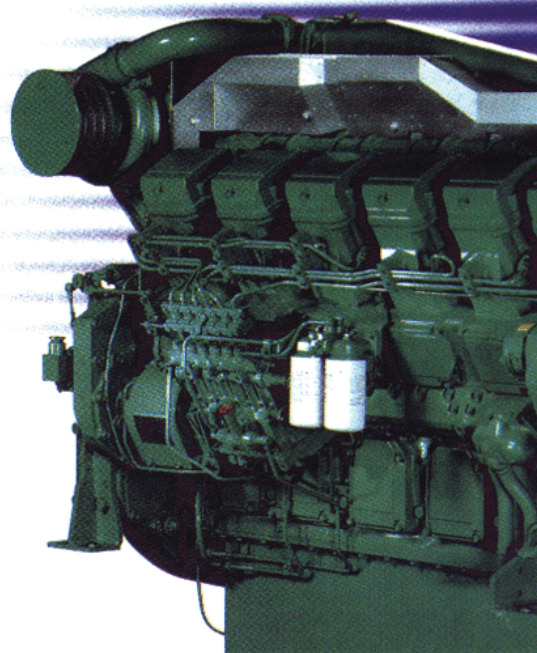
Dondequiera que esté, usted nunca estará lejos de un servicio oficial de Volvo Penta.

**Potencia  
profesional  
de Volvo Penta**

**Desde 4 hasta  
65 litros**

**Desde 75 hasta  
1.400 KW**

**Certificados  
por IMO**



**VOLVO  
PENTA**

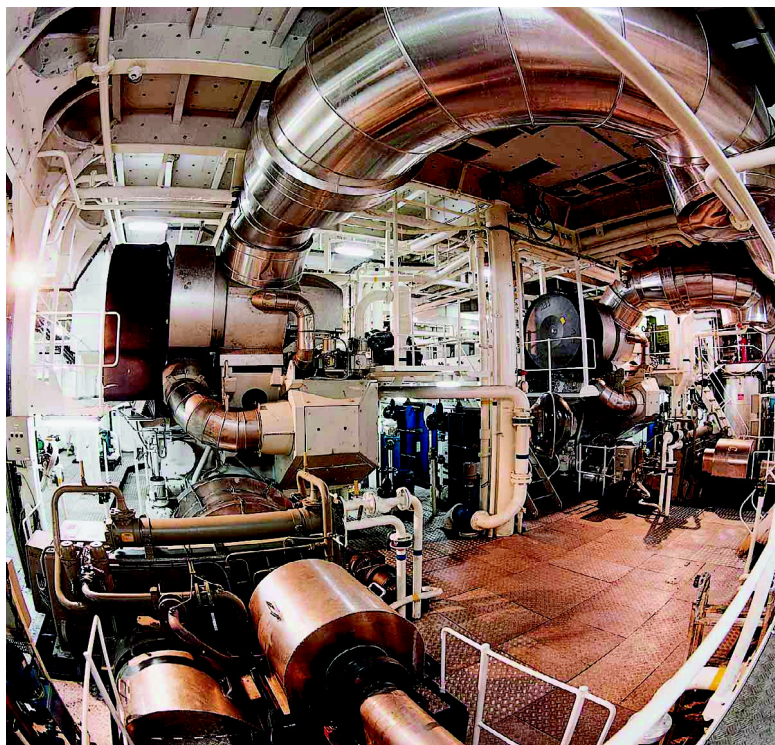
**Volvo Penta España, S.A.**

C/ Caleruega, n.º 81

28033 Madrid

[www.penta.volvo.se](http://www.penta.volvo.se)





de elaborar e instalar el proyecto eléctrico de distribución de fuerza y alumbrado, ha suministrado los distintos cuadros, transformadores, luces y centros de control del barco.

### Maquinaria auxiliar

El *Neptune Aegli* dispone de una planta de producción de calor formada por una caldera de aceite térmico de 1.000 kW, con una temperatura del suministro de 190 °C y una temperatura de retorno de 155 °C. También dispone de dos calderas de gases de escape para aceite térmico de 900 kW, cada una. Para la alimentación de agua a las calderas dispone de una electrobomba de 2,5 m³/h de caudal a 4 bares. Asimismo dispone de dos electrobombas de circulación de 68 m³/h a 7,5 bares de presión. Las calderas han sido suministradas por Aalborg Industries.

El sistema de refrigeración centralizado está formado por los siguientes equipos:

- Un servicio de refrigeración de agua dulce a alta temperatura, constituido por dos electrobombas de 180 m³/h a 2,5 bares de presión, cada una, como reserva de las bombas que accionan los motores principales.
- Un servicio de circulación de agua dulce a baja temperatura, constituido por:
  - Dos electrobombas de 180 m³/h de caudal a 2,5 bares, como reserva de las bombas de los motores principales.
  - Tres electrobombas de 40 m³/h a 3,5 bares, para servicios auxiliares.
  - Dos enfriadores de placas de titanio para agua dulce o salada, dimensionados para el 100 % de la capacidad, estando uno de ellos en servicio y el otro en reserva.

Un sistema de circulación de agua salada, constituido por:

- Tres electrobombas para el sistema propulsor, de 380 m³/h a 3 bares. Una de las bombas actúa como bomba de reserva.
- Electrobomba para el generador de agua dulce, con un caudal de 40 m³/h a 4 bares.
- Dos electrobombas para el equipo de aire acondicionado.
- Dos electrobombas para el equipo frigorífico de gambuzas.

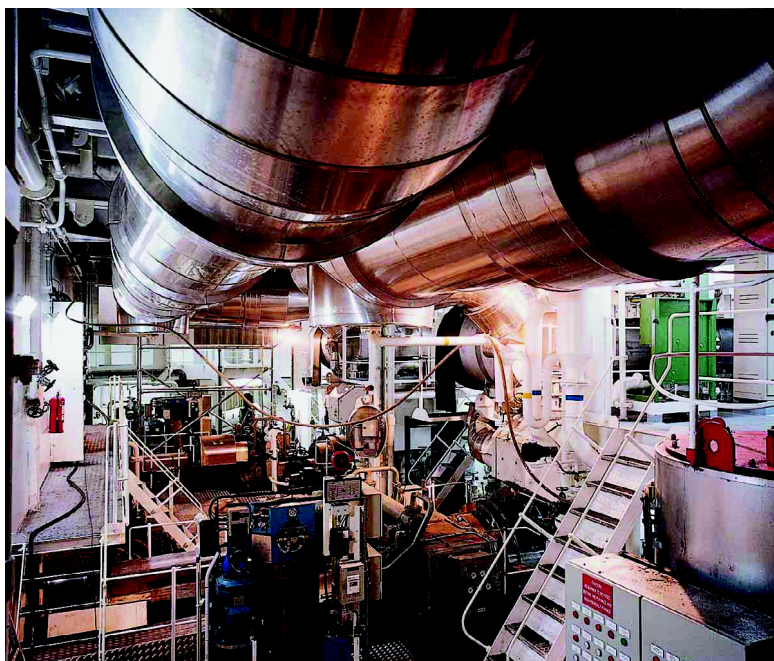
**El grupo generador de emergencia lo forma un motor diesel de 182 kW a 1.800 rpm y un alternador SR4 de 213 kVA, 60 Hz suministrado por Caterpillar**

Para los servicios de combustible y aceite del buque se han instalado en la cámara de máquinas los siguientes equipos y bombas:

- Dos unidades de preparación del combustible dimensionadas para alimentar, cada una de ellas, a un motor principal, los dos motores auxiliares y una caldera. Cada planta está equipada con sus correspondientes viscosímetros, bombas, calentadores, filtros, etc.
- Dos electrobombas para la alimentación de HFO a los motores principales.
- Dos electrobombas para la alimentación de HFO a los motores auxiliares.
- Electrobomba de trasiego de HFO, con un caudal de 30 m³/h a 4 bares.
- Electrobomba de trasiego de diesel-oil, de 30 m³/h a 3 bares.
- Módulo triple CP3 con tres separadoras centrífugas automáticas y autolimpiables suministradas por Westfalia Separator Ibérica, compuesto por dos depuradoras OSC 15/15 de 2.300 l/h de capacidad unitaria para tratamiento de HFO y de otra depuradora OSC 15/15 de 1.500 l/h para el tratamiento de diesel-oil.
- Electrobomba de lodos de 10 m³/h a 4 bares.
- Incinerador con una capacidad de 800.000 kcal/h.
- Módulo triple CP3 con tres separadoras centrífugas automáticas y autolimpiables suministradas por Westfalia Separator Ibérica, compuesto por dos depuradoras OSC 15/15 de 2.400 l/h de capacidad unitaria y otra OSC 5/5 de 700 l/h de capacidad, para tratar el aceite lubricante de los motores principales y motores auxiliares, respectivamente.
- Dos electrobombas de reserva de 145 m³/h a 8 bares, para lubricación de los motores principales.
- Dos electrobombas de prelubricación de los motores principales de 45 m³/h a 0,8 bares.
- Electrobomba de 5 m³/h a 3 bares, para trasiego de aceite.

El sistema de achique de sentinas y lastre lo forman: dos electrobombas de 80 m³/h a 7 bares para achique, un grupo de presión de 300 litros a 8 bares, un separador de sentinas de 5 m³/h y dos electrobombas de 100 m³/h a 3 bares para el sistema de lastre.

Para el servicio de arranque/parada de los motores se ha dispuesto, en cámara de máquinas, un sistema de aire comprimido formado por los siguientes elementos:





- Dos compresores de aire para los motores principales, de 60 m<sup>3</sup>/h a 30 bares.
- Dos botellas de aire comprimido de 1.500 litros a 30 bares, para el servicio de los motores principales.
- Un compresor de aire para los motores auxiliares, de 15 m<sup>3</sup>/h a 30 bares.
- Una botella de aire comprimido de 250 litros a 30 bares, para el servicio de los motores auxiliares.
- Una botella de aire comprimido de 250 litros a 7 bares, para el servicio de aire de control.
- Equipo filtrador/secador de aire.

El equipo de la planta séptica ha sido suministrado por Facet Ibérica S.A. y está compuesto de los siguientes equipos:

- Sistema de vacío, integrado en la propia planta, para el transporte de aguas negras desde los aseos hasta la planta de tratamiento. El sistema se alimenta de agua dulce y consume 1,2 litros de agua por pulsación. Las aguas grises de enfermería son consideradas como aguas negras y se transportan también al sistema de vacío mediante una válvula de interfase gravedad/vacío.
- Planta de tratamiento de aguas negras y grises, de tipo biológico por aireación extendida. La planta comprende tres fases de tratamiento: aireación, decantación por gravedad y desinfección del efluente mediante solución clorada. El sistema no necesita extracción de lodos y está homologado por la CE y la Maritime & Coastguard Agency, según las normativas IMO MEPC-2 (VI). La planta está formada por un módulo que integra las tres cámaras de tratamiento, la soplante de aire, la bomba de descarga, el dosificador de la solución clorada y el tanque contenedor de cloro. Es capaz de tratar 1.260 l/día con una carga orgánica de D.B.O. de 2.925 g/día.

El *Neptune Aegli* está equipado con un generador de agua dulce que funciona con agua de mar mediante evaporación en condiciones de vacío. El equipo, modelo J-70, ha sido suministrado por Facet Ibérica S.A. y tiene una capacidad de producción diaria de 15 t. Aprovecha el agua caliente de refrigeración de los motores a 86 °C, y el agua de mar a 32 °C de temperatura. El equipo está diseñado para funcionamiento automático y cuenta con un sistema de control de la calidad del agua producida, así como con otro sistema de protección contra la contaminación del tanque de agua dulce.

Además, Facet Ibérica ha suministrado también el equipo potabilizador de agua dulce, un F-40-2/500 para endurecer y esterilizar el agua producida por el generador de agua dulce. Con una capacidad de producción de 500 l/h, el equipo, construido íntegramente en acero inoxidable AISI-316L,

**El equipo de la planta séptica ha sido suministrado por Facet Ibérica S.A. y está compuesto por un sistema de vacío y una planta de tratamiento de aguas negras y grises**

consta de filtro endurecedor, esterilizador por radiación ultravioleta germicida, caudalímetro y cuadro de control.

El sistema de alimentación de agua sanitaria para las necesidades del buque lo forma:

- Grupo hidróforo de 100 litros para agua destilada.
- Grupo hidróforo de 1.000 litros para agua potable.
- Un calentador mixto térmico/eléctrico con una capacidad de 500 litros.

## Automatización y control

La empresa Sedni Control, S.L. ha realizado el proyecto y ha suministrado el equipo de Automatización Integrada de Cámara de Máquinas *DataChief C20* de Kongsberg Maritime Ship Systems (Norcontrol). Este sistema de monitorización de alarmas y control está basado en una red de comunicaciones de control de procesos de tipo CAN BUS, siendo totalmente redundante (doble lazo independiente de comunicación) y aporta unos niveles máximos de seguridad en las comunicaciones. Además, el DC-C20 es un sistema completamente distribuido, diseñado mediante módulos independientes de hardware (DPUs o Unidades de Proceso Distribuidas). Estas DPUs permiten manejar los distintos tipos de señales de alarma y control disponibles, repartiéndolas en varios segmentos independientes. El sistema está diseñado de acuerdo a los reglamentos de la cota E0 de la sociedad de clasificación Det Norske Veritas.

Entre las ventajas de este sistema podemos destacar las siguientes:

- Reducción de los metros de cables necesarios y del coste de la instalación.
- La segmentación en la configuración del sistema aporta una mayor seguridad al mismo en caso de incendio.
- En caso de pérdida de comunicación con el lazo principal - que interconecta todos los segmentos entre sí y con el resto de Estaciones de Control Remotas (ROS) -, se posibilita el funcionamiento independiente de los módulos DPU adscritos a cada segmento.
- Los Controladores de Segmento (dPSC) aíslan cada segmento del resto del lazo de comunicaciones.

Desde el punto de vista de operación, se han dispuesto a bordo 4 Estaciones de Control Remotas (ROS), instaladas en el puente, cámara de control de máquinas, y oficina de carga. Estas estaciones ROS se comunican entre sí mediante una red LAN también redundante.

El paquete software DC-C20 de control y monitorización opera bajo entorno Windows NT. Los iconos para el control de los distintos sistemas, son totalmente personalizados según las particularidades requeridas y diseñados por Sedni Control, S.L.

Además, Sedni ha suministrado:

- Paneles de Control Local (LOS) que permiten controlar los procesos localmente.
- Sistema de llamada a maquinistas, redundante, con paneles en acomodación y en puente.
- Sistema de hombre muerto para cámara de máquinas.
- UPSs, o fuentes de alimentación ininterrumpida, de 220/220 V AC y de 220V AC/24V DC para todos los equipos, capaces de proporcionar servicio durante un mínimo de 30 minutos en caso de *black-out*.
- Consola de cámara de máquinas realizada a medida y con una longitud total de 4 m, que incluye e integra todos los paneles e indicadores.
- Columnas de avisos y señalización de alarmas en cámara de máquinas.

**El *Neptune Aegli* está equipado con un generador de agua dulce que funciona con agua de mar mediante evaporación en condiciones de vacío**







# Calidad, Fiabilidad, Servicio...



MacGREGOR (ESP) S.A.  
Ibaigane 15 -5°  
48930 Las Arenas (Vizcaya)  
España  
Tel: +34-94-4634 877  
Fax: +34-94-4634 259  
Servicio 24 horas: +34-609-428 066

**MacGREGOR**

Equipos de proteccion y manipulacion de cargas.

Escotillas, Ro-Ro, Gruas

Servicio 24 horas. Mantenimiento, repuestos, inspecciones, conversiones.

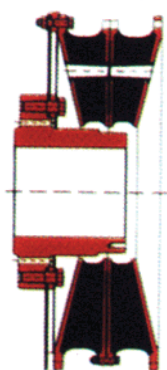
Oficina Sevilla:  
Tel / Fax: +34-95-4275 621  
e-mail: r.iturre@jet.es

Oficina Cadiz:  
Tel / Fax: +34-95-6471 531

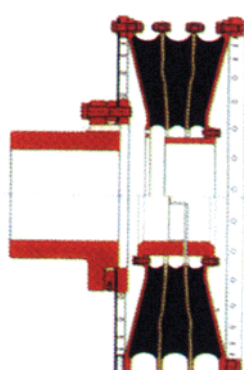
Visit us at [www.macgregor-group.com](http://www.macgregor-group.com)

# VULKAN

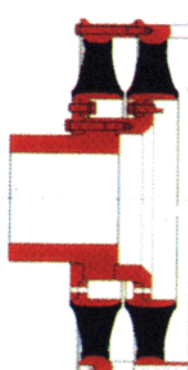
## ACOPLAMIENTOS ALTAMENTE ELASTICOS PARA PROPULSION DE BUQUES, TOMAS DE FUERZA Y GRUPOS AUXILIARES



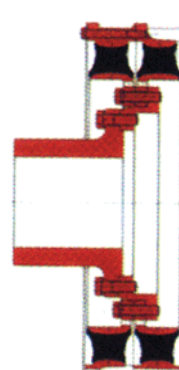
**RATO-S**  
GAMA DE PARES  
kNm 5-630



**RATO-R**  
GAMA DE PARES  
kNm 2.5-100



**RATO-DS**  
GAMA DE PARES  
kNm 16-80



**RATO-DG**  
GAMA DE PARES  
kNm 8-160

**VULKAN**  
**ESPAÑOLA, S.A.**



CAIDOS DIVISION AZUL, 20 - 28016 MADRID - TELS. 91 359 09 71 - 91 359 68 16 - FAX 91 345 31 82 - E-MAIL: [fbg@vulkan.es](mailto:fbg@vulkan.es)





- Compresores *Sperre* para aire de arranque, control y trabajo de los motores principales y de los auxiliares.

El sistema DC-C20 de Norcontrol permite realizar también las siguientes funciones:

- Control remoto de bombas y válvulas.
- Control remoto de *stand-by* de bombas.
- Visualización de calados y niveles en tanques.
- Control remoto de ventilación y extracción para cámara de máquinas y cubiertas de carga.
- Control automático de la planta eléctrica, lo cual incluye:
  - Sincronización y acoplamiento automático de los motores auxiliares.
  - Arranque/parada automática por baja/alta carga.
  - Reparto de carga.
  - Rearme/arranque después de black-out.
  - Lógica de *change-over/stand-by* en generadores.
  - Control de grandes consumidores y conexión automática de las 2 hélices de proa.
  - Control remoto de toma de corriente para contenedores.

Como novedad, se ha instalado a bordo el sistema *Fleetmaster* de Norcontrol para control de flotas. Este programa permitirá al Armador del buque tener acceso sin restricción, en tiempo real y en cualquier momento, a toda la información disponible en ficheros, pantallas o registros, sobre posición, parámetros de navegación, control del buque, etc., desde cualquier punto del planeta por medio de una conexión vía Inmarsat-B.

Por último, Sedni Control, S.L., ha suministrado también el calculador de carga NEREIDA, que comunica por línea serie con una de las estaciones ROS, compartiendo datos de volúmenes y niveles en los tanques corregidos por asiento y escora, así como los calados, trimado y escora. El sistema incorpora los cálculos habituales de calados, estabilidad y resistencia longitudinal que pueden ser realizados tanto a priori como para el estado actual del buque.

Además, esta versión de NEREIDA dispone de un módulo de cálculo de la experiencia de estabilidad: con sólo introducir el peso y el brazo escorante, el sistema lee automáticamente los calados y calcula el GM y la posición real del centro de gravedad del buque. También permite la introducción de los datos de la carga por zonas, cubiertas o por vehículo individualmente, pudiendo dejar constancia de otros datos como el modelo de vehículo, su matrícula, datos del conductor, etc., lo cual permite dotar al buque de un mayor nivel de seguridad y control.

**Como novedad, se ha instalado a bordo el sistema *Fleetmaster* de Norcontrol para control de flotas**

## Sistema de detección y extinción de incendios

El sistema de detección de incendios que se ha instalado a bordo del *Neptune Aegli* es el Sistema Thorn T2000, suministrado por la empresa Radio Marítima Internacional, S.A. Es un sistema de control modular y compacto con capacidad para controlar más de 75.000 dispositivos, gracias a su centralita T2000, con repetidor en cámara de máquinas, y sus más de 250 detectores distribuidos por todo el barco. Estos detectores tienen una función que permite su anulación durante procesos como carga y descarga, sin más que pulsar un botón en centralita. Los detectores han sido fabricados con un sistema de auto chequeo que permite realizar el test de todo el sistema mientras éste se encuentra operativo, sin detener así el proceso de detección de incendios. Además, la combinación de la configuración de los detectores para humo y temperaturas, permite instalar un solo tipo de detectores por todo el barco.

El *display* proporciona información de manera clara y rápida, suministrando datos configurables de la zona en peligro. La monitorización de la temperatura y de la densidad de humo medidas por todos los detectores permite seleccionar el procedimiento más adecuado para la lucha contra incendios. Este nuevo sistema permite también la posibilidad de asistencia y reprogramación de la centralita vía satélite, lo cual supone un importante ahorro para el armador en tiempo y dinero.

Los equipos del sistema contraincendios que se han instalado a bordo del buque son los siguientes:

- Dos electrobombas de 80 m<sup>3</sup>/h a 7 bares de presión
- Un grupo de presión de 300 litros a 8 bares de presión
- Una electrobomba de emergencia con caudal de 80 m<sup>3</sup>/h a 7 bares

Para los espacios de carga se ha instalado también un sistema de rociadores de garajes, formado por 2 electrobombas de 175 m<sup>3</sup>/h de caudal a 9 bares y 904 rociadores (*sprinklers*) divididos en 34 secciones por todas las cubiertas de carga.

El buque tiene instalado un sistema de extinción de incendios por inundación de CO<sub>2</sub>, para la cámara de máquinas y de motores auxiliares, local de purificadoras y local del in-





# Gama Sikaflex marino: soluciones específicas para el sellado y pegado elástico

**Sikaflex<sup>®</sup>**  
**TECHNIQUE**  
Sistemas de Pegado Elástico



Fast - ferry Luciano Federico. Realizado por astilleros Bazán para BuqueBus.

Acristalamiento pegado directamente a la estructura por **Sistema Sikaflex**



## CALAFATEADO

**Sikaflex<sup>®</sup> - 290 DC**



## SELLADOS /ESTANQUIDAD

**Sikaflex<sup>®</sup> - 291**



## PEGADOS DE ALTA RESISTENCIA

**Sikaflex<sup>®</sup> - 292**



## PEGADO DE ACRISTALAMIENTOS

**Sikaflex<sup>®</sup> - 295 UV**



## PEGADO DE CUBIERTAS

**Sikaflex<sup>®</sup> - 298**



INDUSTRY

Sika. S.A. Dpto. de Industria  
Ctra. de Fuencarral, 72  
28108 - Alcobendas (Madrid)  
Tel.: 91-662 18 18  
Fax: 91-661 69 80



cinerador. Dicho sistema, suministrado por Unitor, ha sido dimensionado de acuerdo con el siguiente criterio:

- La cantidad de CO<sub>2</sub> requerida para la cámara de máquinas y el local de purificadoras será suficiente para liberar un volumen mínimo de gas igual al 35 por ciento del volumen de dichos espacios, incluido el volumen del guardacalor.
- La cantidad de CO<sub>2</sub> requerida para la cámara de motores auxiliares y el local del incinerador será suficiente para liberar un volumen mínimo de gas igual al 40 por ciento del volumen de dichos espacios, excluido el volumen del guardacalor.
- El volumen de CO<sub>2</sub> libre se calcula a razón de 0,56 m<sup>3</sup>/Kg.

El sistema de CO<sub>2</sub> montado consta de cuatro grupos de botellas, de 45 Kg cada una, 44 para inundación de la cámara de máquinas, 18 para la cámara de motores auxiliares, 7 para el local de purificadoras y 1 para el local del incinerador. Los grupos de botellas están interconectados de forma que en cualquier espacio protegido sea posible una segunda inundación.

Por último, se ha instalado un sistema de extinción de incendios por CO<sub>2</sub>, suministrado por Macisa, S.A., que comprende el taller completo y la cámara de control de máquinas.

## Gobierno y Maniobra

El *Neptune Aegli* dispone de dos timones semicompensados de tipo aleta, suministrados por Baliño, y cada uno de ellos accionado por un servomotor hidráulico rotativo, suministrado por Rolls-Royce Marine. Los timones no están en línea con las líneas de ejes, lo que permite un desmontaje más fácil del eje de cola, en caso necesario. Cada servomotor es capaz de suministrar un par de trabajo de 430 kN·m a una presión de 100 bares, y permite girar el timón desde 37,5 grados a una banda hasta 37,5 grados a la otra.



Cada servomotor está compuesto por:

- Un actuador hidráulico rotativo de control del timón, modelo RV 450-2.
- Dos unidades de bombeo independientes con válvula de control principal operada con una válvula solenoidal. La capacidad de cada bomba es de 166 l/min, adecuada para llevar el timón desde 35 grados a una banda hasta 30

**Para mejora de la maniobra, el *Neptune Aegli* dispone también de dos hélices de proa transversales**

grados a la otra en un tiempo inferior a 14 segundos, funcionando las dos bombas, o inferior a 28 segundos si sólo funciona una de ellas.

- Dos motores eléctricos ABB de 21 kW, 440 V, 60 Hz, a 3.500 rpm.

Para mejora de la maniobra, el *Neptune Aegli* dispone también de 2 hélices de proa transversales, de paso controlable y 1.000 kW, cada una, tipo Kamewa TT 2000 CP KI, que han sido suministradas por Rolls-Royce. Las hélices, tipo *high skew*, con 4 palas de aleación Ni-Al-Bronce y un diámetro total de 2.000 mm giran a 245 rpm, suministrando un empuje nominal de 155 kN.

El túnel donde se alojan las hélices tiene una longitud total de 4.000 mm y cuenta con ánodos de zinc para 3 años de operación.

Las hélices están accionadas por un motor eléctrico con rotor de montaje vertical en jaula de ardilla, modelo IM 3011, de 1.000 kW de potencia a 1.180 rpm, suministrado por Leroy Somer. El sistema cuenta también con un equipo automático de control remoto para arranque/parada.

## Equipo antiescora

El buque dispone de un equipo antiescora *Intering K-ISTS*, que permite que las operaciones de carga y descarga se realicen rápidamente (con la consiguiente reducción del tiempo de estancia en puerto), y no se produzcan daños a las rampas y carga. El funcionamiento de este equipo está basado en dos tanques, situados uno en cada costado, que están unidos por debajo del doble fondo por un conducto a través del cual se puede enviar el agua de una banda a la otra. El agua se impulsa por la inyección de aire a presión, compensando inmediatamente la escora.

El sistema está compuesto por:

- Válvulas de aire operadas neumáticamente, formando grupos compactos para su fácil instalación y mantenimiento.
- Soplares libres de desgaste, sin fricción metálica entre los pistones rotativos y la carcasa, suministrados en unidades compactas con filtros, silenciadores, válvula de seguridad y arrancador del motor.
- Unidad de control para operación automática y manual, sensores de escora con una exactitud mejor del 0,1% de la escora, teclado y pantalla interactivos, componentes de monitorización eléctricos y electrónicos y control lógico programable.
- Válvulas de mariposa en el conducto de agua.
- Paneles de operación remota.
- Indicadores de simetría de carga.
- Componentes neumáticos.

El sistema *Intering* instalado en el *Neptune Aegli* puede proporcionar un máximo momento antiescora de 1.387 t x m, la velocidad media de variación del momento es de 1.110 t x m/min y, por tanto, el tiempo medio para compensación de una carga de 40 toneladas a 9 metros de crujía es de 0,32 minutos. El tiempo medio necesario para la prueba de estabilidad *Intering* es de 8,9 minutos.

Cuando no se dispone de datos de carga fiables se puede efectuar una medición de la estabilidad del buque durante el servicio. El agua existente en los tanques de escora se desplaza automáticamente de un tanque a otro y se mide continuamente la escora/reacción del buque.

## Fondeo y amarre

El buque está equipado con el siguiente equipo de fondeo Rauma Brattvaag, hidráulico, suministrado por Rolls-Royce Marine:

**El sistema *Intering* instalado puede proporcionar un máximo momento antiescora de 1.387 t x m**





# BALIÑO

INDUSTRIA AUXILIAR DE LA CONSTRUCCION NAVAL

OFICINAS Y TALLERES:  
**La Gándara - CORUJO**  
**Apartado, 6052**  
**36280-VIGO**  
**Telf.: 986 296000**  
**Fax.: 986 292150**

ISO - 9001



**CERTIFICATED FIRM**



# KINARCA

INSTALACIONES FRIGORÍFICAS NAVALES E INDUSTRIALES

instalaciones frigoríficas

## instalaciones frigoríficas

instalaciones frigoríficas

KINARCA, S.A. - Avda. Beiramar, 69 - 36.202 - VIGO - Telf: +34 986 29 45 38  
 Fax: +34 986 20 88 05 - [www.kinarca.com](http://www.kinarca.com) - E-mail: [comercial@kinarca.com](mailto:comercial@kinarca.com)






- Dos molinetes combinados de fondeo y amarre, con una tracción de 16 t, a 9 m/min, situados en el castillo de proa.
- Dos chigres de amarre de tensión constante, con doble carretel y un cabirón, con una capacidad de tracción de 16 t a 0-15 m/min, situados también en el castillo de proa.
- Dos chigres de tensión constante con doble carretel y un cabirón para la maniobra de popa, con una capacidad de tracción de 16 t, a 0-15 m/min
- Dos grupos para el suministro hidráulico, uno a proa y otro a popa.
- Cadena del ancla de 58 mm de diámetro, grado U3.



### Instalación de aire acondicionado y gambuzas frigoríficas

El *Neptune Aegli* dispone de un moderno sistema centralizado de expansión directa para la instalación de aire acondicionado. Este sistema utiliza el refrigerante de última generación R-404 A, que no perjudica al medio ambiente. La instalación aporta un caudal total de 14.000 m<sup>3</sup>/h, con un suministro de aire exterior de 7.000 m<sup>3</sup>/h (un 50 % del total) y la recirculación en el interior también de 7.000 m<sup>3</sup>/h. La instalación de aire acondicionado está formada por los siguientes equipos:

- Dos compresores abiertos Bitzer 6F2Y, con una capacidad de 123.560 kcal/h cada uno, con sus correspondientes motores eléctricos de 60 CV.
- Dos condensadores horizontales de 43,46 m<sup>3</sup> cada uno.
- Dos bombas centrífugas tipo monobloque para agua de mar, con un caudal unitario de 40 m<sup>3</sup>/h
- Unidad climatizadora de 195.000 kcal/h de potencia frigorífica.
- Dos grupos autónomos con bombas de agua centrífugas y compresores herméticos, uno de ellos para el local de control de máquinas, de 24.424 kcal/h de capacidad nominal, 9,8 kW de potencia absorbida y 4.000 m<sup>3</sup>/h de caudal de impulsión, mientras que el otro grupo es para los talleres mecánico y eléctrico, con una capacidad nominal de 15.996 kcal/h, 5,4 kW de potencia absorbida y un caudal de aire de impulsión de 2.500 m<sup>3</sup>/h

Los conductos de impulsión del aire acondicionado son dobles y van aislados en su interior. Cuentan con sus cajas difusoras y rejillas de retorno, además de las válvulas cortafuegos necesarias para cumplir con las normativas del SOLAS relativas a los circuitos de aire acondicionado y ventilación.

Además, en el puente de gobierno se ha instalado un sistema de inyección de aire caliente para desempañar los cristales del mismo.

**El buque dispone de un moderno sistema centralizado de expansión directa para la instalación de aire acondicionado**

**Los dispositivos de salvamento del *Neptune Aegli* han sido diseñados para atender a un máximo de 37 personas a bordo**

En cuanto a la instalación de gambuzas frigoríficas, la forman tres gambuzas para almacenar productos a distintas temperaturas: frescos a 0 °C, carnes a -20 °C y pescados también a -20 °C. Los componentes principales de dicha instalación son:

- Dos compresores abiertos Bitzer 2T.2, de 4.007 kcal/h, con sus motores eléctricos de 5,5 kW cada uno.
- Dos condensadores recipiente, de 3,04 m<sup>2</sup> de superficie unitaria.
- Dos bombas de agua salada monobloque, de 3 m<sup>3</sup>/h de caudal cada una.
- 3 evaporadores, uno para cada gambuza, de 1.100 kcal/h (frescos), 1.300 kcal/h (carne) y 1.300 kcal/h (pescado).

Cada gambuza cuenta con su estación de termostáticas para la regulación de líquidos, así como con los cuadros eléctricos de regulación y control de la instalación (seguridades de alta y baja presión, desescarche, etc.) y las alarmas.

Ambas instalaciones han sido suministradas por la empresa Instalaciones Frigoríficas Navales e Industriales Kinarca.

### Equipo de salvamento

Los dispositivos de salvamento del *Neptune Aegli* han sido diseñados para atender a un máximo de 37 personas a bordo. El equipo está compuesto por los siguientes elementos, todos ellos suministrados por Llalco Fluid Technology, S.L.:

- Dos botes salvavidas de caída libre totalmente cerrados tipo GSL 6,6M, con una capacidad para 37 personas cada uno. Uno de los botes opera como bote de rescate.
- Dos pescantes de gravedad para el arriado de los botes, tipo Gsp FP75 de Ernst Hatecke.
- Cuatro balsas salvavidas de caída libre, modelo DSB LR97 para 20 personas, con sus soportes y desprendimientos hidrostáticos.

### Pintura y protección catódica

El buque ha sido pintado con pinturas suministradas por Sigma Coatings, S.A., de acuerdo con el siguiente esquema:

- *Obra viva y flotación*: sistema anticorrosivo epoxi poliamina *Sigma Multiguard Primer* y *Sigma Hullrite*, sin brea, con buena resistencia a los impactos mecánicos, a la abrasión y compatible con la protección catódica del diseño. Sistema antiincrustante del tipo autopolimentante sin estano *Sigma plane Ecol*.
- *Costados y superestructura*: sistema anticorrosivo epoxi poliamina de excelente resistencia frente a la corrosión y con buena resistencia frente a impactos mecánicos y abrasión, formado por *Sigma Multimastic* y *Sigma CM Coating*. Acabado con poliuretano alifático repintable, de alta resistencia a la exposición atmosférica, con una gran retención del brillo y del color *Sigmadur Gloss*.
- *Cubiertas*: Sistema epoxi poliamina repintable *Sigma Multimastic*, de gran resistencia frente a la corrosión y buena resistencia frente a los impactos y a la abrasión. Resistente también a salpicaduras de una amplia gama de productos químicos.
- *Garajes*: sistema epoxi poliamina repintable *Sigma Multimastic*, de idénticas características que el usado en cubiertas. Acabado epoxi poliamina repintable *Sigma CM Coating*, de larga duración y resistente a salpicaduras de gran variedad de productos químicos.
- *Tanques de lastre*: sistema epoxi poliamina de alto contenido en sólidos compuesto por *Sigmaguard Tankshield Primer* y *Sigmaguard Tankshield Coating*, de gran resistencia frente a la corrosión y con buena resistencia a las aguas con-



taminadas químicamente. Compatible con el sistema de protección catódica.

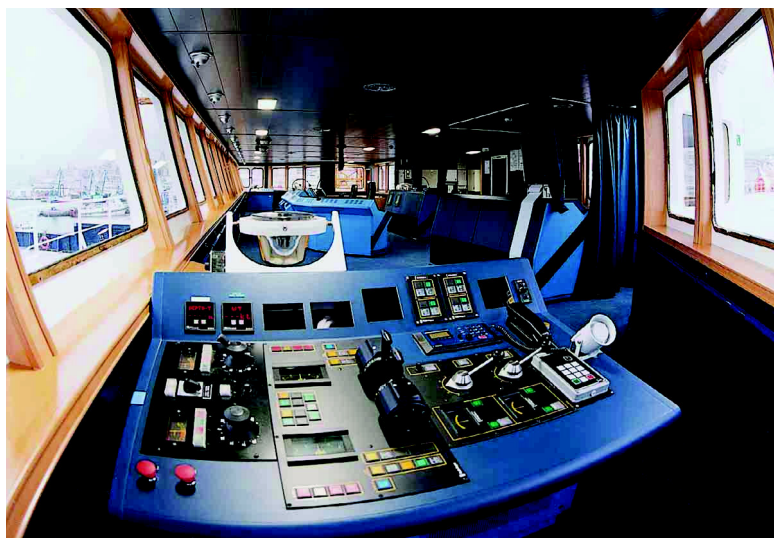
- **Tanques de agua potable:** Sistema epoxi amina sin disolventes, de buena visibilidad y fácil inspección en espacios cerrados y con certificado para "aguas potables" *Sigmaguard CSF 85*.

Además, la empresa Llalco Fluid Technology se ha encargado del suministro e instalación de los siguientes sistemas de protección del barco:

- Equipo antiincrustante y anticorrosión Cathelco para las tomas de mar y los circuitos de agua salada, con su panel de control digital/modular y los correspondientes ánodos de sacrificio de cobre y aluminio.
- Sistema de protección catódica por corrientes impresas (ICCP) de Cathelco, para prevenir y eliminar la corrosión de la superficie del casco.

## Equipos de navegación y comunicaciones

El *Neptune Aegli* está provisto de un equipo de Puente Integrado de Navegación y Comunicaciones GMDSS *BridgeLine 10* de Kongsberg Maritime Ship Systems (Norcontrol), suministrado a través de su representante en España, la empresa Sedni Control, S.L.



En el suministro de KMSS se incluyen también todas las consolas de navegación, radio, seguridades, planificación de rutas y las consolas de los dos alerones. Hay que destacar su diseño ergonómico y su fabricación en aluminio, lo cual supone un óptimo comportamiento electromagnético, así como un mantenimiento prácticamente nulo a largo plazo.

El sistema incorpora los siguientes equipos:

- Dos sistemas integrados de radar *Norcontrol DataBridge 1028*, con función ARPA, monitor y unidad de control. Son el núcleo central del sistema, pues reciben y procesan los distintos datos del resto de equipos (imágenes radar, cartas electrónicas de navegación, parámetros de posición, velocidad, sonda, alarmas, etc.) para su presentación en las pantallas. También permite la Navegación Automática siguiendo una ruta detallada y completa (ANTS) mediante el control remoto del piloto automático.
- Dos escáner de radar, de bandas S y X.
- Radar *Interswitch 1022*.
- Sistema de Cartas Electrónicas de Navegación ECDIS *SeaMap 1021*.
- Sistema de planificación de rutas y digitalización de cartas marinas, *Norcontrol PL10*. Este sistema sirve de *back-up* del anterior.

**El *Neptune Aegli* está provisto de un equipo de Puente Integrado de Navegación y Comunicaciones GMDSS *BridgeLine 10***

- Sistema de alarmas en el puente y llamada a oficiales de guardia.
- Sistema de información de parámetros de navegación y situación a bordo, *Norcontrol Conning Information Display*.
- Piloto Automático *Norcontrol AP 2000 TrackPilot*.

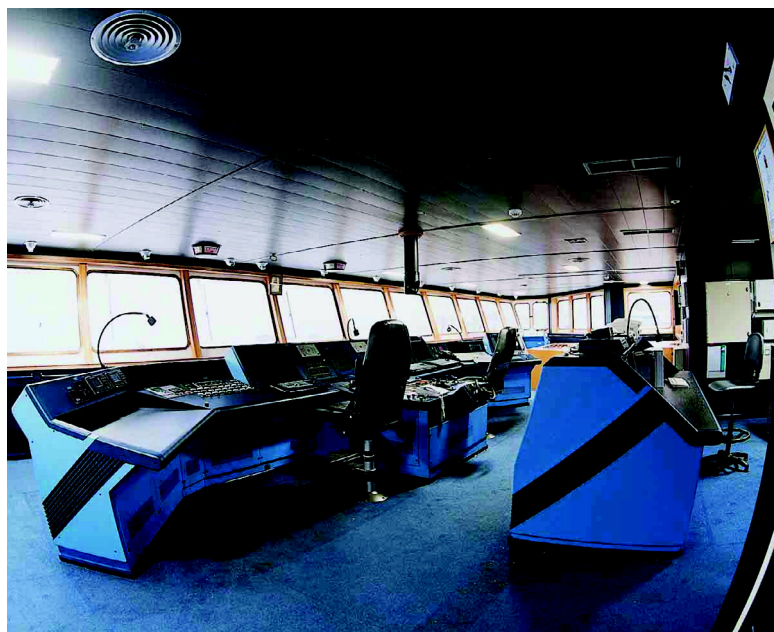
Como sensores de posición y movimiento se han instalado:

- Dos GPS diferenciales, *DGPS Leica*.
- Anemómetro *Malling*.
- Ecosonda *Skipper*.
- Corredera Doppler de doble eje *Skipper*.
- Girocompás *C.Plath*, modelo NAVIGAT X MK1, Tipo GG-TMC.
- Compás Magnético.

KMSS también ha suministrado el sistema de comunicaciones externas, totalmente integrado con los equipos anteriormente señalados. Dicho sistema consta de:

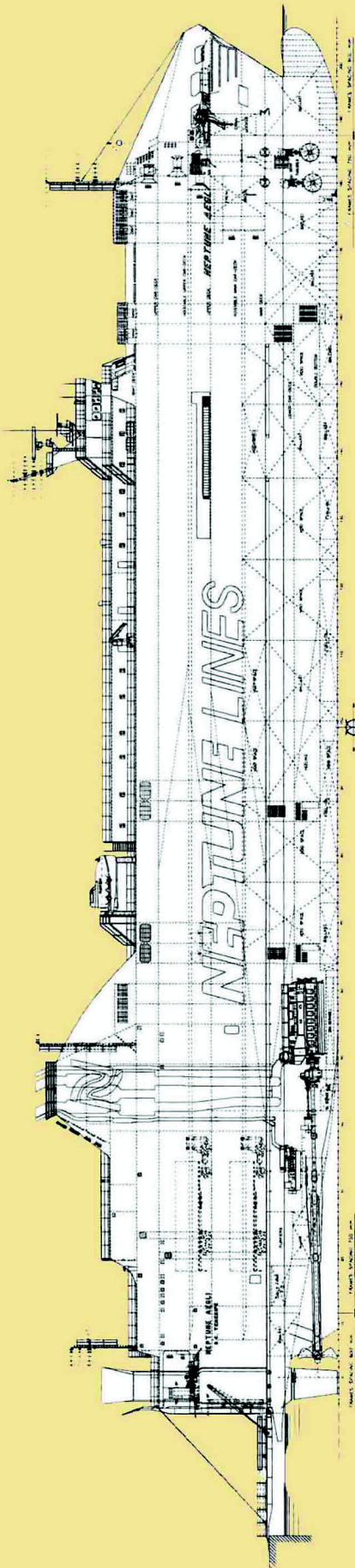
- Equipo de comunicaciones GMDSS *Norcontrol S4000* para Area 3, configurado con una potencia de 250W HF para SSB y con cargador de baterías duplicado. Este equipo está compuesto por:
  - Dos radio-teléfonos VHF con DSC, con escucha del canal 70.
  - Receptor Navtex.
  - Inmarsat C.
  - Equipo de comunicaciones *Norcontrol HF SSB 250 W*, con radio-telefono DSC y terminal de radiotélex.
  - Radiobaliza EPIRB con resorte de liberación hidrostática.
  - Panel remoto de alarma GMDSS.
  - Tres radio-telefonos VHF portátiles para bote salvavidas.
  - Dos transpondedores de radar TRON SART.
  - Baterías.
- Receptor de partes meteorológicos.
- Equipo de comunicaciones Inmarsat B, *Nera Saturn Bm Class 1*, con PC, impresora, fax, télex, teléfonos y panel de llamada de socorro.
- Central de teléfonos automáticos con una capacidad para 4 líneas exteriores y 36 extensiones interiores.

El sistema *BridgeLine 10* se comunica por LAN con el sistema de automatización *DataChief C20* instalado a bordo, para compartir datos y permitir el uso de otras aplicaciones como el sistema de información de parámetros de navegación o el sistema de control de flotas.

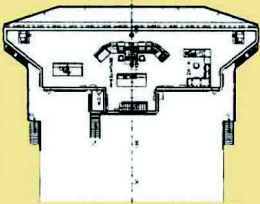




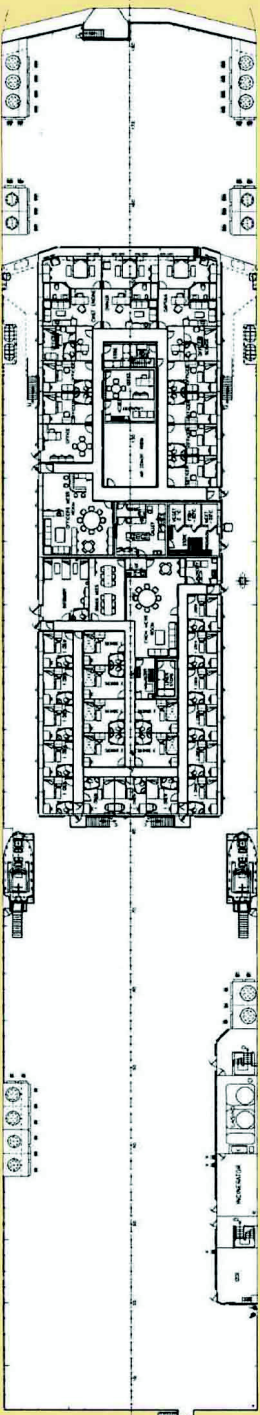
Disposición general



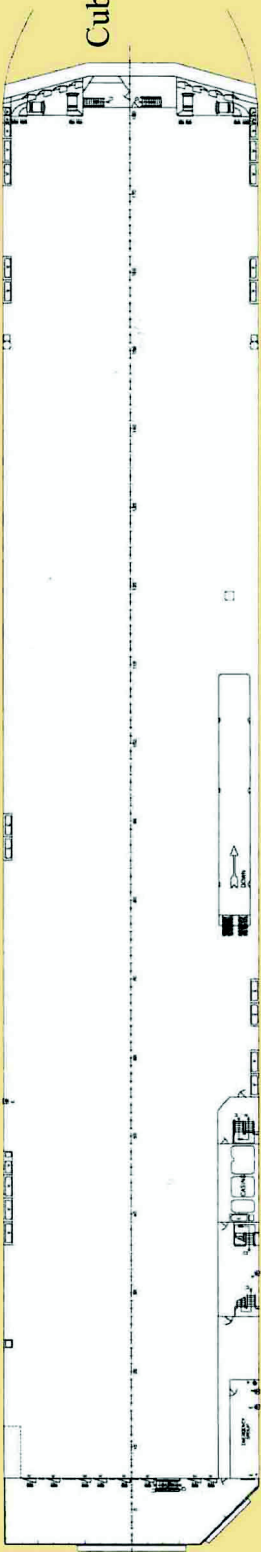
Cubierta n° 9



Cubierta n° 8

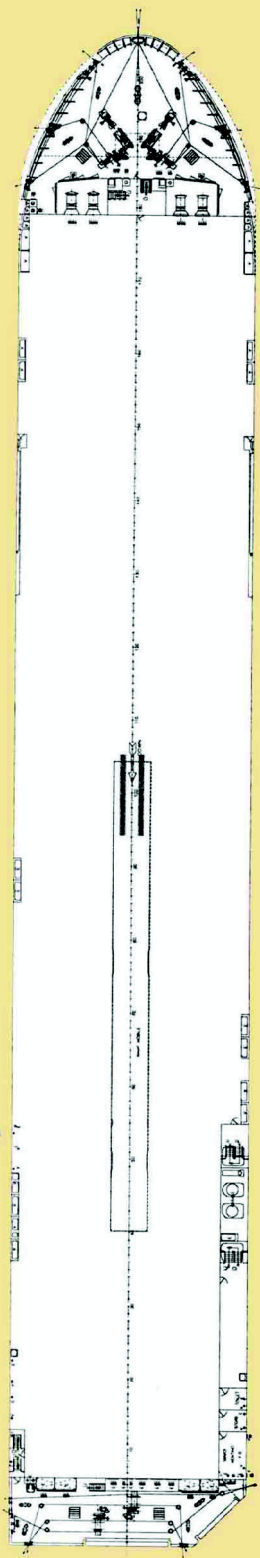


Cubierta n° 7

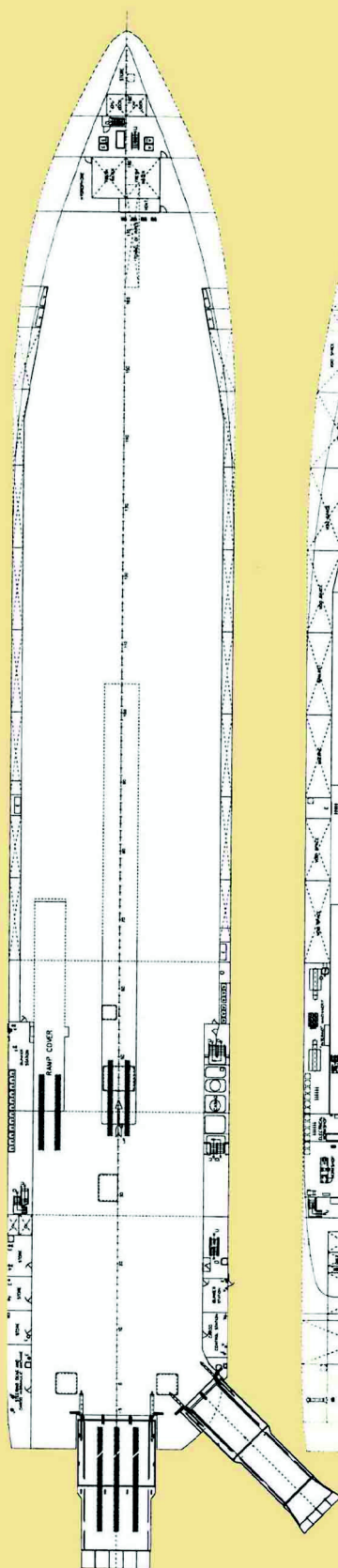




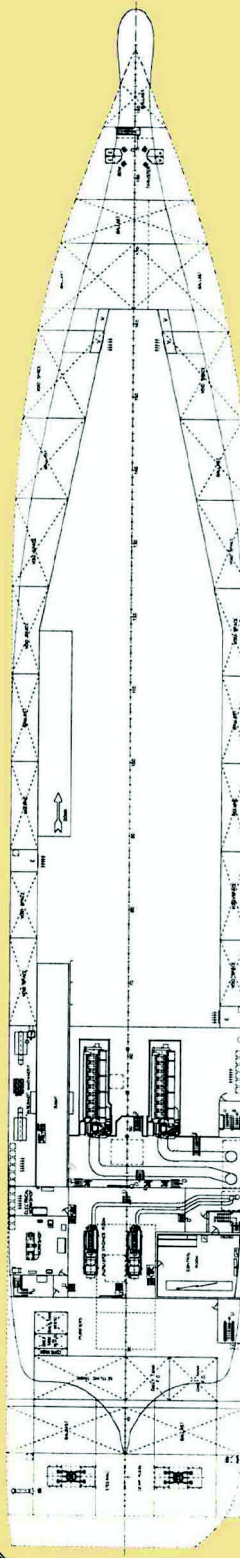
Cubierta n° 5



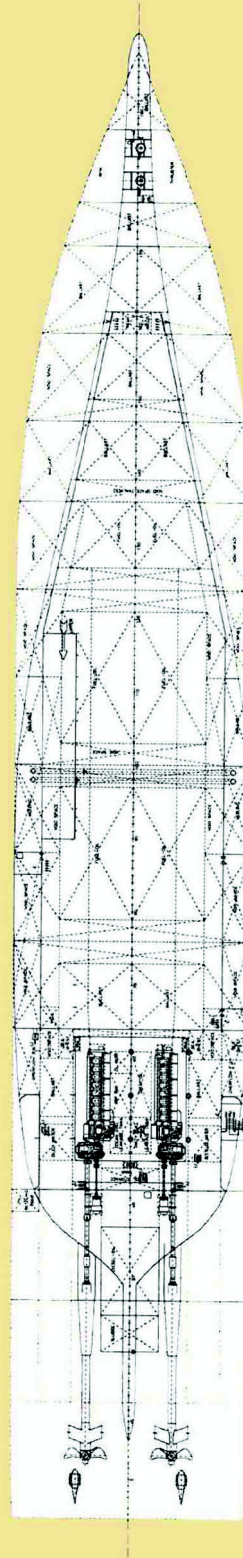
Cubierta n° 3



Cubierta n° 2



Cubierta n° 1



*Neptune Aegli*





Nuestra dilatada experiencia en la construcción de buques pesqueros de todo tipo, incluyendo los ocho mayores atuneros del mundo, nos ha consolidado como líder mundial y convertido en principal proveedor de los armadores del sector. También, gracias a la alta tecnología de nuestros astilleros, hoy podemos acometer cualquier proyecto con total garantía de éxito y ofertar buques cableros de última generación, ferrys para ferrocarril o quimiqueros dotados con los más modernos sistemas para la protección del medio ambiente.

DESDE 1892

# CONSTRUIMOS UNA FLOTA DE ALTURA



**Astillero**  
**BARRERAS**

V I G O





# Kvaerner Masa entrega el buque de crucero *Carnival Pride*

El pasado mes de diciembre, el astillero de Helsinki del grupo Kvaerner Masa Yards entregó, a la compañía Carnival Corporation, el buque de cruceros *Carnival Pride*, tercero de una serie de buques Panamax-max que se están construyendo para esta compañía y que serán gestionados por Carnival Cruise Lines y Costa Crociere. El primer buque de la serie, el *Costa Atlantica*, fue entregado en junio de 2000, y el *Carnival Spirit*, en abril del pasado año.

La construcción del *Carnival Pride* comenzó a finales de 1999 y la botadura se llevó a cabo en marzo de 2001, después de la cual el buque se transfirió al muelle de montaje. Las pruebas de mar se realizaron con éxito en octubre de ese mismo año, por lo que la construcción se ha realizado en menos de dos años, que es un plazo corto para este tamaño de buque de crucero. Después de la entrega de este buque, la construcción de la serie Spirit continuará con el *Carnival Legend*, *Costa Mediterranea* (para Costa Crociere) y *Carnival Miracle*.

Carnival Cruise Lines tiene programados cruceros de 7 días por el Caribe, uno de ellos tocando en Half Moon Cay o Dalt Cay (la primera isla privada incluida en un crucero de este tipo).

## Descripción general

El *Carnival Pride* es uno de los buques de crucero más espaciosos que hay en servicio en la actualidad. El buque transportará unos 2.680 pasajeros en 1.062 camarotes. La tripulación está formada por 961 personas.

Este buque, como sus gemelos, fija un nuevo estándar de camarotes con balcones (70 % del total). Este tipo de camarotes está muy solicitado, por lo que el objetivo del diseño fue cubrir esta demanda. Al diseñar una superestructura más estrecha, se pudo añadir una cubierta adicional para camarotes de pasaje. En la superestructura, la mayor parte de los camarotes tienen vistas al mar, y los espacios técnicos, como la maquinaria de ai-



re acondicionado, están situados en el centro del buque, detrás de los pasillos del pasaje. El porcentaje de camarotes exteriores para pasajeros es muy elevado (80 % del total).

El barco posee 12 cubiertas de pasaje, además de 4 cubiertas inferiores para la maquinaria y espacios para la tripulación. El Taj Mahal, el salón principal, tiene una altura de 3 cubiertas y asientos para 1.170 huéspedes. Una característica nueva de los buques de la clase Spirit es la situación del *night club* /salón de espectáculos Butterflies, bajo el salón principal. El restaurante principal, Normandie, tiene una altura de dos cubiertas y puede albergar a 1.300 pasajeros. Para conseguir esto, la cocina se situó bajo el restaurante y se usan escaleras mecánicas para el servicio. El club David está situado en la parte superior del atrio de 9 cubiertas de altura, bajo un domo de cristal rojo que forma la parte delantera de la chimenea del *Carnival Pride*. El interior está presidido por una réplica de más de 3,5 m de altura de la estatua de Miguel Angel.

## Colección de arte

El diseño interior del *Carnival Pride* ha sido realizado por Joe Farcus, centrado en la idea de "Iconos de belleza".

Con esta idea se han emplazado desde jarrones decorativos y pinturas hasta estatuas de bronce de dioses romanos y griegos (Venus, Apolo y Poseidón). La decoración es una mezcla ecléctica de diseño clásico y contemporáneo que realza los interiores. La colección está valorada en varios millones de dólares.

En el atrio pueden contemplarse algunos de los 27 murales originales inspirados en Gauguin y Matisse, mientras que en los camarotes se encuentran 15 motivos y 14 pinturas originales inspiradas por la Provenza francesa.

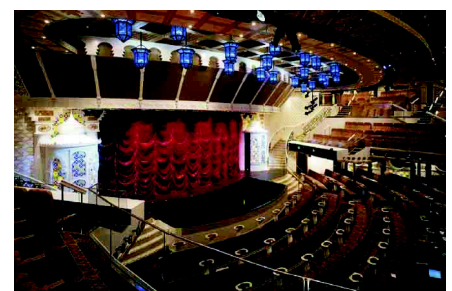
## Clasificación

El buque, que navega bajo bandera panameña, ha sido construido bajo la supervisión y aprobación de la sociedad de clasificación RINA para alcanzar la notación de clase  $\#$  100-A-1.1-NavIL; TP con las notaciones adicionales  $\#$  IAQ-1, IWS, TMS, CLEAN SEA, CLEAN AIR,  $\#$  AVM-DPS.

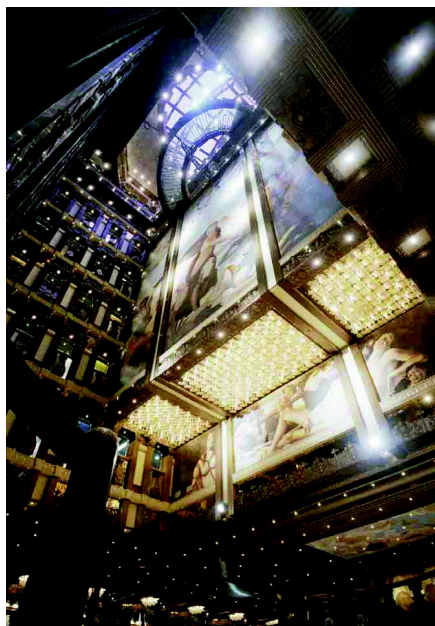
El *Carnival Pride* cumple con los estándares medioambientales Green Star de RINA. Esta clasificación voluntaria es el conjunto de las notaciones CLEAN SEA y CLEAN AIR, que aplican estrictos requisitos al diseño y operación del buque para proteger el medio ambiente.

La notación CLEAN SEA obliga a que los tanques de combustible estén instalados sobre el doble fondo, para prevenir una descarga acci-

Características principales	
Eslora total	292,5 m
Manga máxima	38,8 m
Manga en la flotación	32,2 m
Calado	7,8 m
Arqueo	85.900 GT
Velocidad de servicio	22 nudos
Velocidad máxima	24 nudos
Potencia instalada	62.370 kW
Potencia de propulsión	2 x 17,6 MW







dental. Los buques deben poseer, además, tanques de almacenamiento de las aguas residuales grises y negras para prevenir la contaminación orgánica, y deben cumplir el Anexo IV del MARPOL. Otros requisitos se refieren a la eliminación de residuos y que no se usen pinturas antiincrustantes basadas en TBT.

La notación CLEAN AIR limita la emisión de  $SO_x$  y  $NO_x$  de los motores y obliga al cumplimiento de los estándares voluntarios del Anexo VI del MARPOL. El límite de azufre en el combustible que puede ser quemado es de un 3 %. La sociedad de clasificación RINA también impone el cumplimiento de normas para los gases de refrigeración y su contención en caso de accidente.

## Maquinaria y propulsión

La propulsión del buque es diesel-eléctrica. Cada uno de los seis motores principales Wärtsilä 9L46D desarrolla una potencia de 10.395 kW a 514 rpm y acciona un alternador ABB, de 14.405 kVA, 11.000 V, 60 Hz. Con cinco de los seis generadores instalados se puede suministrar toda la potencia normal de servicio, por lo que uno de ellos puede estar fuera de servicio para realizarle las tareas de mantenimiento.

La propulsión se realiza mediante dos *pods* azimutales de paso fijo, de 17,6 MW cada uno, accionados por motores síncronos sin escobillas, con doble devanado, montados en el interior de los *pods*.



La producción de vapor se realiza mediante dos calderas de quemadores que producen 13.000 kg/h y seis calderas de gases de escape que proporcionan 2.600 kg/h, a 9 bar.

La producción de agua dulce se realiza mediante dos evaporadores de 650 t/día de capacidad, cada uno, y mediante una planta de ósmosis inversa de 200 t/día de capacidad.

Además, para mejorar el confort del pasaje y la maniobrabilidad, el buque lleva instalado un par de estabilizadores de aleta y tres hélices de proa de 1,91 MW cada una.

El *Carnival Pride* tiene un elevado nivel de redundancia. Aquellos equipos que tienen una especial importancia en la seguridad del buque se han diseñado de modo que en caso de fallo se mantenga disponible el 50 % de la capacidad nominal. El diseño se ha realizado dividiendo la cámara de máquinas en dos locales independientes, en cada uno de los cuales se ha dispuesto la planta de maquinaria, los tanques de combustible, la maquinaria eléctrica, los sistemas auxiliares, ventilación, tuberías, cableado, y el control y automatización.

Para alcanzar una redundancia completa, también se ha duplicado la distribución eléctrica entre el puente y la cámara de control (en la cubierta A), y entre los dos cuadros eléctricos de alta tensión (cubierta B) y los dos locales habilitados para los cicloconvertidores (cubierta B). Asimismo, son redundantes los sistemas de control y alarma, junto con el sistema de teléfonos y la megafonía.

## Manejo de residuos

Esta planta es una de las primeras instalaciones a bordo de un buque de cruceros que ha sido diseñada de forma que no tenga que descargar al mar. Está formada por dos trituradoras para los residuos secos que van a quemarse y los que no, como cartones, madera, plástico, latas, cristal...

Los residuos recogidos de las zonas de pasaje y tripulación se transportan a la sala de residuos de la cubierta A, en donde los desechos no clasificados se introducen en dos trituradores de alta capacidad.

Además, se dispone de una máquina para compactar cartón, papel y plástico y tres trituradores de cristal. El cristal así tratado se almacena en bolsas o contenedores y se descarga posteriormente en tierra. Para las latas se ha instalado un densificador, que puede compactar 70 kg de latas por hora.

También se dispone de dos incineradores automáticos, con múltiples cámaras con una potencia de 1.400 kW cada uno.

## Sistemas electrónicos

Este buque está provisto de un sistema integrado para el control y monitorización de la maquinaria basado en microprocesadores. El sistema cumple con los requisitos de clase para operación con cámaras de máquinas desatendidas.

Incluye funciones como monitorización, alarma y registro de datos, el sistema de arranque y parada de los motores principales, el sistema de gestión de potencia, los sistemas de control y vigilancia de la maquinaria, lastre, agua dulce, combustible y HVAC, así como el sistema de registro de maniobras.

El sistema de navegación es integrado (STN Atlas NACOS) y cuenta con un sistema de cartas electrónicas.

## Seguridad

Desde el punto de vista de la seguridad, aparte de la redundancia ya mencionada, el *Carnival Pride* cumple con los estándares de seguridad más avanzados en el momento de la puesta de quilla. El buque ha sido construido y clasificado de acuerdo no sólo con los requisitos del SOLAS existentes, sino con aquellas enmiendas aprobadas por el comité de seguridad de la OMI en el momento de la firma del contrato.

La notación proporcionada por el RINA certifica no sólo la estructura, sino los sistemas operativos principales, incluyendo las notaciones IAQ e IAI referentes a las plantas de automatización, y las notaciones IW y TMS referentes a la posibilidad de realizar inspec-



ciones a flote del casco y control de los parámetros de los ejes de cola.

El buque dispone de 12 botes salvavidas parcialmente cerrados y 6 totalmente cerrados, cada uno de ellos con capacidad para 150 personas. Asimismo está provisto de dos botes de rescate semirrígidos, con capacidad para 6 personas, propulsados por *water jet* que permite que alcancen una velocidad de 25 nudos. Además se ha equipado al buque con 52 balsas hinchables de 35 personas de capacidad, cada una.



# L27/38

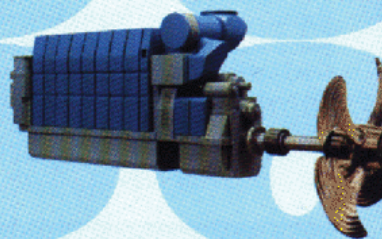
## Propulsión para el siglo XXI



NEW  
GEN  
ERA  
TION

### Cuando la tecnología marca la diferencia

Cabezas de bielas marinas... caja delantera/trasera... diseño sin tuberías... filtro automático del aceite lubricante... turbocargador con compuerta de descarga... derivación del aire de carga... dos ejes de levas... Estas y muchas otras nuevas condiciones tecnológicas que entregan una potencia de 2040-3060 kW con un bajo contenido de NOx. Los beneficios son: aumento en el rendimiento, confiabilidad y sobre todo economía, con un bajo impacto ambiental. El motor propulsor L27/38 dictará las pautas que seguirán las flotas mundiales del siglo XXI.



**MAN B&W Diesel A/S**, Alpha Diesel . Niels Juels Vej 15 . DK-9900 Frederikshavn  
Telephone: +45 9620 4100 . E-mail: [alpha@manbw.dk](mailto:alpha@manbw.dk) . [Http://www.manbw.dk](http://www.manbw.dk)  
**MAN B&W Diesel, S.A.U.** . Calle Castello 88 - 1. dcha . E-28006 Madrid  
E-mail: [manbw@manbw.es](mailto:manbw@manbw.es)

**Alpha**  
PROPULSION SYSTEMS



# Asociación para la Promoción del Transporte Marítimo de Corta Distancia



El pasado mes de febrero se constituyó la Asociación para la Promoción del Transporte Marítimo de Corta Distancia (*Short Sea Shipping*, SSS), que tiene como presidente a D. Manuel Carlier, director de ANAVE, mientras que la vicepresidencia será ocupada por D. Jaime Luezas, de Puertos del Estado.

La Asociación tiene por objetivo la promoción y difusión del transporte marítimo de corta distancia en Europa y los mares que la rodean, y estará abierta a cuantas empresas, asociaciones e instituciones lo deseen. ANESCO (Asociación Nacional de Empresas Signatarias y Estibadores de Buques), FETEIA (Federación de Empresas Transitarías), FIPAE (Federación de Industrias de Productos de Alta Energía) y PYMAR (Pequeños y Medianos Astilleros, Sociedad de Reconversión) ya se han unido a la iniciativa.

Durante el acto de constitución, D. José Llorca, presidente de Puertos del Estado, manifestó que uno de los elementos decisivos para el desarrollo del transporte marítimo de corta distancia es la liberalización de los servicios portuarios, sobre la cual, la Comisión Europea ha presentado una propuesta de Directiva que España está impulsando durante su Presidencia del Consejo. El Sr. Llorca señaló que no existen desavenencias entre los puertos y los navieros, como algunas voces han querido insinuar. En el mismo sentido se manifestó el Sr. Pardo que negó que ANAVE o los navieros europeos hubiesen promovido ninguna directiva comunitaria en la que se hable de la liberalización de los servicios portuarios.

Además, D. José Luis López-Sors, Director General de la Marina Mercante, confirmó que el desarrollo del SSS figurará en la agenda que los Ministros de Transportes de la UE discu-

tirán en el Consejo que tendrá lugar en Gijón el 30 de mayo de este año. Además, destacó la importancia de este tipo de transporte ya que se espera que en los próximos 10 años se produzca un aumento del 40 % del transporte de mercancías, lo que obligará a aumentar la intermodalidad del transporte para absorber este aumento con la ayuda de ferrocarril y barco. Sobre la liberalización de los servicios portuarios, el Sr. López-Sors manifestó que España está trabajando para que salga adelante la Directiva.

Por su parte, el presidente de ANAVE, Alfredo Pardo, destacó que la nueva Asociación se propone promover medidas concretas para el desarrollo del SSS, planteándolas siempre en coordinación y como complemento al transporte por carretera, nunca como una confrontación.

Vicente Boluda, presidente de la Asociación Nacional de Remolcadores (ANARE) puso de manifiesto que, si bien la calidad de los servicios en los puertos españoles es en general elevada, es posible mejorar aún más la relación eficacia/coste, especialmente en los de manipulación de la carga, que son excesivamente costosos en comparación con la competencia. Señaló además que este hecho es algo que ocurre en casi toda Europa.

En su intervención, José Antonio Casanova, presidente de Izar, manifestó su alegría por formar parte de una iniciativa muy importante para todos los modos de transporte y, en concreto, para el sector marítimo.

## Objetivos de la Asociación

La Asociación tiene por finalidad cuantas actividades resulten necesarias para la difusión y la promoción del transporte marítimo de cor-

ta distancia en Europa, a través de actuaciones como:

- Información, publicidad y promoción del transporte marítimo de corta distancia.
- Promover la cooperación entre el sector público y privado para elaborar y promover soluciones conjuntas que supongan mejoras competitivas para el cabotaje marítimo, tanto normativas como de otro tipo.
- Realización de estudios y publicaciones que favorezcan la integración del cabotaje en cadenas logísticas marítimo-terrestres.
- Promover y potenciar la participación privada en el desarrollo del cabotaje europeo.

La Asociación, que tendrá su sede en Madrid, que tiene personalidad jurídica propia de carácter privado y sin ánimo de lucro, contará durante los primeros años con el apoyo financiero del Ministerio de Fomento, a través de Puertos del Estado, y con la colaboración activa de la Dirección General de la Marina Mercante.

Esta iniciativa, promovida por la Comisión Europea para todos los países de la Unión, queda absolutamente enmarcada en el decidido impulso por parte de la Presidencia Española del cabotaje marítimo como pilar fundamental para un desarrollo sostenible del sector del transporte con una clara vocación intermodal; es por ello que empresas como Renfe, o la Asociación de Cargadores y Transportistas por Carretera, han sido invitados a unirse a esta Asociación.

## Grupo de Expertos de transporte marítimo de corta distancia

Los Ministros de Fomento y Transportes de España, Francia e Italia, Alvarez-Cascos, Gayssot y Lunardi, celebraron recientemente una reunión en Livorno (Italia), en la que constituyeron el Grupo de Expertos en transporte marítimo de corta distancia. La creación de este grupo ya había sido propuesta por iniciativa conjunta de los tres países para dar un impulso al desarrollo de este modo de transporte.

La misión de este grupo es analizar los problemas del cabotaje de corta distancia en Europa, y elaborar propuestas concretas para la activación y desarrollo de este modo de transporte. Estas propuestas serán la base del debate que sobre este tema tendrá lugar en el seno del Consejo Informal de Ministros de Transportes, que se celebrará en Gijón los días 31 de mayo y 1 y 2 de junio de este año, y del que la Presidencia de la UE espera que se definan medidas específicas.

Para facilitar el análisis de los temas, el Grupo de Expertos estará constituido en tres grupos



de trabajo sectoriales: el grupo de puertos, que preside España, el grupo de procesos administrativos e instrumentos incentivadores, presidido por Francia, y el grupo de servicios de transporte marítimo, que preside Italia.

En las líneas estratégicas para el desarrollo del cabotaje comunitario se otorga al transporte marítimo de corta distancia una vocación intermodal, en tanto que se hace precisa su integración en cadenas de transporte intermodal basadas en la complementariedad del modo marítimo y los modos de transporte terrestre.

Este grupo ha sido apoyado por las Asociaciones de Navieros de España (ANAVE), Francia (CCAF) e Italia (CONFITARMA), las cuales están dispuestas a jugar un papel activo y participar en las futuras sesiones del Grupo Tripartito de apoyo a los tráficos de cabotaje europeo.

En un documento editado por ANAVE (Propuestas de ANAVE para la promoción en Europa del transporte marítimo costero) se destacan las siguientes ventajas del SSS frente al transporte terrestre:

- Menor saturación de las infraestructuras y menor coste de las mismas: La congestión del



tráfico por carretera es ya un serio problema en muchos países, y se prevé que adquiera dimensiones gravísimas en un plazo de 10-15 años. Este problema podría verse considerablemente aliviado si se produjera un trasvase real de mercancías del transporte terrestre al marítimo.

- Menor consumo energético y, consecuentemente, menor emisión de contaminantes a la

atmósfera: La eficiencia energética del transporte marítimo (medida mediante el consumo de combustible por t-km de transporte) es superior a la de otros modos de transporte. Por ello, un trasvase modal hacia el transporte marítimo de corta distancia podría constituir un importante elemento de la estrategia comunitaria para cumplir sus obligaciones derivadas del protocolo de Kioto al Convenio marco de la ONU sobre el Cambio Climático, de 1992.

- Mayor seguridad: Según el Consejo Europeo de seguridad en el transporte, un 96 % de las víctimas de accidentes de transporte se producen en accidentes de carretera.  
- Mejora de las comunicaciones entre los Estados miembros, en especial con las regiones periféricas de la UE, reforzando así la cohesión de la Comunidad.  
- Existen otras ventajas, más difíciles de cuantificar, como es el mayor grado de internali-

**Comparativa de Costes Externos del transporte por modos (€/1000 t/km)**

Elemento	Modo			
	Carretera	Ferrocarril	Navegac. interior	SSS
Accidentes	5,44	1,46	0,00	0,00
Ruido	2,14	3,45	0,00	0,00
Contaminantes	7,85	3,80	3,00	2,00
Coste climático (CO <sub>2</sub> )	0,79	0,50	Despreciable	Despreciable
Infraestructuras	2,45	2,90	1,00	<1,00
Congestión	5,45	0,24	Despreciable	Despreciable
<b>Total</b>	<b>24,12</b>	<b>12,35</b>	<b>Max. 5,00</b>	<b>Max. 4,00</b>

## Global Aquafish, nueva empresa dedicada a la pesca y acuicultura

El pasado 1 de febrero se celebró el acto de inauguración de la sociedad Global Aquafish, S.L., una empresa de ingeniería y consultoría que desarrollará su actividad en los sectores de la acuicultura y la pesca. El acto fue presidido por D. Javier Uceda, Ilustrísimo Vicerrector de Investigación y Relaciones Institucionales de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), y por D. Luciano Represa, representante del IMADE, y contó con la presencia de diversas personalidades del sector naval y de la acuicultura: D. Francisco Angulo (Presidente de PYMAR), D. Ricardo La Porte (Gerente de APROMAR), D. Luis Ramón Núñez (Director de la ETSIN), D. Fernando Torrent (Consejero de CULMAREX) y D. José Fernando Núñez Basáñez (Catedrático de Sistemas de Pesca de la ETSIN). Excusó su presencia, entre otros, D. Alberto Ruiz Gallardón (Presidente de la Comunidad de Madrid).



Los socios de Global Aquafish presentaron los servicios y actividades que pretenden llevar a cabo en los sectores anteriormente mencionados: proyectos de nuevas instalaciones de acuicultura, proyectos de buques pesqueros, proyectos de modernización, apoyo a países en vía de desarrollo, implementación de

programas de calidad, así como homologación y certificación de los proyectos citados.

Global Aquafish, S.L. ha sido creada por un grupo de Ingenieros Navales al amparo de la colaboración suscrita entre la UPM y la Comunidad de Madrid para la creación de empresas de contenido tecnológico, y se basa en las investigaciones desarrolladas por grupos de trabajo dentro de la Universidad (*spin offs*). Parte con una clara vocación de servicio a los sectores de la acuicultura y la pesca, fomentando el desarrollo de ambas actividades, tanto a nivel nacional como internacional.

Concluida la presentación, los asistentes fueron invitados a un ágape que se sirvió en el Centro de Empresas y Servicios Tecnológicos "La Arboleda" en el que tuvo lugar el acto, y donde se ubican las oficinas de la nueva empresa.



# Botadura de la fragata *Almirante Juan de Borbón* en Izar Ferrol

El pasado día 28 de febrero tuvo lugar en la factoría de Izar Ferrol la botadura de la fragata *Almirante Juan de Borbón*, segunda de la serie de cuatro fragatas F-100 que se están construyendo en el astillero ferrolano para la Armada Española.

El acto de botadura fue presidido por los Reyes D. Juan Carlos y Dña. Sofía y actuó como madrina la Infanta Dña. Pilar de Borbón. La ceremonia de botadura se convirtió en un homenaje al padre del Rey de España, a quien debe su nombre este buque de alta capacidad antimisiles.

A la ceremonia de la botadura asistieron más de mil personas. Entre las personalidades que asistieron al acto se encontraban el Presidente de la Xunta, Manuel Fraga, el Ministro de Defensa, Federico Trillo, el Delegado del Gobierno en Galicia, Arsenio Fernández de Mesa, y el Jefe del Estado Mayor de la Armada, almirante Francisco José Torrente Sánchez.

Estas fragatas están diseñadas y construidas para que sean eficaces en los difíciles escenarios en los que será preciso actuar durante los próximos años, donde la capacidad antiaérea es fundamental.

## Características principales

Eslera total	146, 70 m
Eslera entre perpendiculares	133,20 m
Manga máxima	18,60 m
Puntal a la cubierta principal	9,80 m
Desplazamiento a plena carga	5.800 t
Calado a plena carga	4,84 m
Velocidad máxima	28,5 nudos
Velocidad de cruceo	18,0 nudos
Autonomía a la velocidad de cruceo	4.500 millas
Dotación	202 personas

El casco y superestructura del buque son de acero de alta resistencia. Dispone de cuatro cubiertas corridas, la del nivel 01 actúa como cubierta resistente y la segunda cubierta es la de control de averías. El buque está dividido en cuatro zonas de control de averías con mamparos transversales resistentes al fuego. El casco está dividido por 13 mamparos transversales en 14 compartimentos estancos al agua. En la construcción del casco se han empleado 2.450 t de acero y se han dispuesto un total de 573 compartimentos.

El sistema de propulsión es un sistema CO-DOG (combinación de diesel o gas). La planta propulsora está compuesta por dos turbinas de gas GE LM2500, de 17.400 kW a 3.600 rpm, dos motores diesel Izar/Caterpillar de 4.500



kW a 1.200 rpm y dos reductores, dos líneas de ejes y dos hélices de paso controlable, de 5 palas y 4,65 m de diámetro.

La fragata dispone de un sofisticado sistema integrado de control de plataforma que gestiona más de 9.000 señales de entrada/salida, constituido por 17 puestos de control y vigilancia, una red de área local de alta capacidad de fibra óptica y tecnología ATM, 25 subestaciones locales basadas en autómatas programables (PLC) y más de 500 unidades de periferia descentralizada para recogida y tratamiento de señales.

La planta eléctrica está constituida por cuatro grupos diesel-generadores de 1.100 kW, situados dos en la cámara de diesel generadores de proa y los otros dos en la de popa. Los grupos situados en la misma cámara están conectados a un cuadro eléctrico principal, situado en un local situado inmediatamente encima de dicha cámara.

La Armada Española seleccionó en su día el Sistema de Combate Aegis para las fragatas F-100. Este sistema se ha realizado en estrecha colaboración entre Lockheed Martin

Naval Electronics & Surveillance Systems (NE&SS), encargado de la ingeniería del sistema de combate en el programa F-100, y la División de Sistemas de Izar, contratista principal, para integrar los elementos de origen americano con el sistema de dirección de combate español.

El elemento principal del sistema de combate Aegis es el avanzado radar multifunción de detección y seguimiento automático, SPY-1. Este sensor es capaz de proveer simultáneamente las funciones de guiado de misiles propios y de búsqueda y seguimiento de una gran cantidad de objetivos, que abarcan desde los provenientes de la atmósfera exterior hasta los que se aproximan a ras de superficie.

El sistema de combate se completa con un lanzador vertical de misiles MK-4 con 6 módulos (48 misiles), un cañón de 125 mm, dos ametralladoras de 20 mm, dos lanzadores cuádruples SSM Harpoon, dos tubos dobles lanzatorpedos MK-32 y un sistema Meroka 2B CIWS.

Los sensores de los que dispone el sistema de combate, además del radar SPY-1, son un ra-





millones de pesetas) a la adquisición exterior de equipos, de los que 562,6 millones de euros (93.612 millones de pesetas) se adquieren mediante compras a través de la Marina de los EE.UU.

Para las compras exteriores se han negociado compensaciones valoradas en 607,61 millones de euros (101.099 millones de pesetas). Así el programa podrá alcanzar un retorno industrial - fabricación nacional más compensaciones - de 1.540,3 millones de euros, el equivalente al 91,5 % de la inversión total.

Tras la botadura de la fragata F-102 *Almirante Juan de Borbón*, se procedió a la puesta de quilla de la fragata F-103 *Blas de Lezo*, tercera de la serie.

dar de exploración de superficie AN/SPS-67, un radar de navegación, dos grupos de iluminadores MK-99, un sistema IFF, un sistema de teléfono submarino, un sistema batitermógrafo MK-8 y procesado Simas, un sistema AN/SQQ-28 Lamps III, con Link del helicóptero AN/SRQ4, un sistema sonar de casco DE 1130 LF (I) y un sistema Dorna de dirección de tiro del cañón.

El buque dispone además a popa de una plataforma de aterrizaje para un helicóptero SH-60B/R, que para su servicio dispone de hangar y un sistema RAST, similar al de las fragatas de la clase "Santa María".

En el momento de la botadura de la fragata *Almirante Juan de Borbón*, el grado de avance de la construcción era del orden de un 80%, lo que ha permitido que pudiera comenzar sus pruebas de mar al día siguiente.

La primera de las cuatro fragatas, la *Alvaro de Bazán*, ha culminado con éxito las pruebas de mar de la plataforma, que tuvieron lugar entre el 11 y el 14 de diciembre de 2001, así como las del sistema de combate, realizadas entre el 12 y el 15 de febrero de este año. Las entregas de las cuatro fragatas, la *Alvaro de Bazán*, la *Almirante Juan de Borbón*, la *Blas de Lezo* y la *Méndez Núñez*, están previstas para septiembre de este año, noviembre de 2003, diciembre de 2004 y febrero de 2006, respectivamente.

Las cuatro fragatas de la serie F-100 costarán un total de 1.682,8 millones de euros (280.000 millones de pesetas), de los que 932,7 millones de euros (155.200 millones de pesetas) corresponden a producción nacional y 769,3 millones de euros (128.000

**FAMMI**  
FUEL AND MARINE MARKETING

**Quality Marine Fuels**

**Superior Marine  
Lubricants**

**Advanced Coolants**

For further information contact:

+44 (0) 20 7719 4883 (UK)

+1 914 253 4500 (USA)

+34 91 387 44 00 (Spain)

+34 928 48 88 00 (Canary Is.)

**Keeping your world  
shipshape!**

© 2000 Fuel and Marine Marketing Ltd. All rights reserved.



Together to serve you better  
A Texaco and Chevron Joint Venture Company





# Ferry innovador de doble proa para los fiordos Noruegos

El astillero noruego Fjellstrand AS está construyendo un ferry rápido innovador, de doble proa, para el armador Rogaland Trafikkselskap, que lo empleará en cubrir la ruta entre Stavanger y Tau en la costa oeste de Noruega, con salidas cada media hora, y reemplazará a los dos ferries que actualmente prestan servicio en dicha ruta. El precio del buque es de 200 millones de coronas noruegas y su entrega está prevista para abril de 2003.

El astillero Fjellstrand comenzó la construcción de embarcaciones de aluminio en 1952, y ha estado muy relacionado con la construcción de ferries rápidos catamarán, que están operando en muchos sitios a lo largo del mundo, y forman una parte importante de la infraestructura de transporte en Noruega. Esta experiencia ha sido usada en el desarrollo del concepto del *FerryCat*, que usa las últimas técnicas de fabricación en aluminio con grandes paneles soldados por fricción.

El ferry (*FerryCat 120*) ha sido desarrollado por Fjellstrand AS durante los últimos tres años y representa un concepto completamente nuevo. Es un catamarán de aluminio de alta velocidad que ha revolucionado los buques de doble proa para transporte de pasajeros/vehículos, ya que permite una velocidad de servicio de 22 nudos, que es más alta que la que alcanzan los ferries convencionales de este tipo. La construcción de aluminio de los cascos, cubierta y superestructura ha dado lugar a un buque con una gran área de cubierta, pequeño desplazamiento con respecto a su peso muerto y una alta eficiencia para el transporte.

El buque está diseñado para transportar 400 pasajeros y 120 coches, o una mezcla de vehículos con una carga axial de hasta 15 toneladas, y será capaz de alcanzar una velocidad de 22 - 24 nudos, usando un sistema de propulsión desarrollado por Rolls-Royce durante los

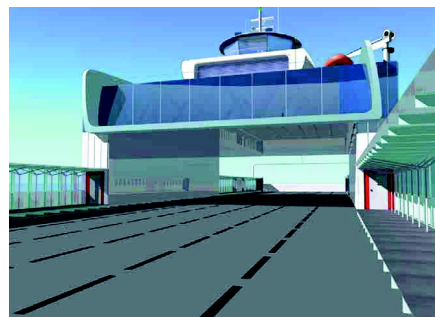
últimos años, que consiste en cuatro unidades Aquamaster Azipull AZP85 que se instalarán en los cuatro extremos de los dos cascos del buque. Esta disposición de las unidades de propulsión permitirá que el buque tenga una excelente maniobrabilidad y que pueda operar con sólo una de las unidades funcionando; además, todas las unidades podrán ser controladas con un solo movimiento, gracias al sistema *joystick* de Rolls-Royce. La forma de la parte inferior de la unidad de propulsión es-

## Características principales

Eslora total	80,4 m
Manga	20,8 m
Calado máximo	3,5 m
Ancho de la puerta de embarque	15 m
Velocidad	20 - 24 nudos
Potencia de los propulsores	4 x 1.342 kW
Potencia de los motores	4 x 1.500 kW
Coches	120
Pasajeros	400

tá optimizada hidrodinámicamente para recuperar energía del remolino del flujo de la hélice y convertirla en empuje.

Los ferries de doble proa en general han alcanzado un buen nivel de eficacia en la carga y descarga rápida de vehículos, pero el *FerryCat* también ofrece mejores instalaciones para los pasajeros que la mayor parte de los buques. El salón principal de pasajeros se extiende a todo lo ancho del buque en la zona central sobre la cubierta de vehículos, y a cada lado de la cubierta de vehículos se han dispuesto pasillos de 2 m de ancho por los que los pasajeros pueden moverse desde la zona de acceso hasta los salones sin que se vean afectados por el tráfico de vehículos. Cristales en los costados de los pasillos y vistas panorámicas en la superestructura permiten que los pasajeros tengan una visión



completa de lo que les rodea y una sensación de libertad.

Igual atención se ha prestado a la navegación del *FerryCat*. Sobre la cubierta de pasajeros se ha colocado un puente de gobierno circular en el que se ha instalado una consola central con el sistema de navegación, gobierno, controles y equipo de monitorización situados en una disposición lógica. Cuando el ferry cambia su dirección de viaje, la consola completa, con asientos, gira 180° para quedar frente al nuevo rumbo. El resultado es una buena visibilidad independientemente de la dirección del viaje y la eliminación de sistemas duplicados.

El astillero ha prestado la máxima atención a los ensayos en canal de las formas de los cascos con respecto a las unidades de propulsión, con el fin de minimizar la resistencia y maximizar la eficacia propulsiva. En los ferries convencionales de doble proa un alto porcentaje del total de la potencia ha de ser suministrada a los propulsores de popa para alcanzar una eficacia aceptable. Sin embargo, en el caso del *FerryCat*, se encontró que puede utilizarse una distribución 50/50 de la potencia, lo que permite varias ventajas importantes. Igual potencia para cada unidad significa que no es necesario el sobredimensionamiento de los motores y propulsores, reduciéndose el peso y coste de la planta de propulsión. Cada motor puede funcionar a la carga óptima para el menor consumo específico de combustible, produciendo, por tanto, menos emisiones de gases de escape.

Los ferries de doble proa son tradicionalmente embarcaciones de gran desplazamiento, con gran peso de su estructura respecto a su capacidad de carga. La construcción en aluminio del *FerryCat* permite una importante ventaja de operación, ya que no sólo es más rápido sino que acelera mejor. Puede alcanzar rápidamente la velocidad de servicio, y reducirla lentamente en el otro extremo. En pequeñas rutas esto se traduce en una velocidad de tránsito significativamente más baja para mantener un horario dado, usando menos potencia y combustible.







*En una política de constante mejora PANELFA S.L. , comercializa una amplia gama de productos que pretende cubrir todas las alternativas y ofrecer una solución global.*

*Los paneles fabricados a base de lana de roca, aíslan acústicamente consiguiendo una absorción del sonido entre 33 y 48.6 dBA.*

*Las puertas B15 fabricadas bajo patente de BD SYSTEMS PRODUCTS LTD, han sido probadas y testadas por organismos competentes, y su instalación ha demostrado que son aptas para la mayoría de las condiciones.*

*Su fácil instalación y montaje es una de las propiedades más atractivas del producto, que lo hacen inmejorable para la construcción de mamparos y cubiertas tanto en buques como en obra civil.*



FABRICACION DE PANELES

Apartado de Correos 4092 • 36207 Vigo

Teléfono y Fax: 986 26 62 95

**Fabricación y comercialización bajo patente de B.D Systems Products Ltd. (Inglaterra)**





# La Fundación Instituto Tecnológico para el Desarrollo de las Industrias Marítimas comienza a navegar

Juan Manuel García y Rúa, Ingeniero Naval

Consejero Técnico de la Dirección General de Política Tecnológica del Ministerio de Ciencia y Tecnología

El pasado 14 de febrero echó a andar la Fundación Instituto Tecnológico para el Desarrollo de las Industrias Marítimas, impulsada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, y que reúne las bases para canalizar el Plan Tecnológico y los programas de I+D+i del Sector.

La **Fundación** tiene como finalidad fundamental, la de fomentar la investigación y el desarrollo en la industria de construcción naval y su industria auxiliar, así como en el transporte marítimo y la explotación de los recursos marítimos, con especial énfasis en apoyar proyectos que desarrollen acuerdos de cooperación y la constitución de alianzas empresariales.

La promoción de la investigación científica y técnica y las actividades de formación en los ámbitos indicados en el punto anterior son, pues, objetivos principales, y se lograrán a través de los adecuados programas de trabajo que identifiquen los Organos de gobierno de la **Fundación**.

La **Fundación** puede, en ejercicio de su propia actividad:

Conceder premios, becas y ayudas; financiar, total o parcialmente, actividades docentes o de investigación, artísticas, culturales, técnicas o deportivas; editar y comercializar publicaciones; suscribir contratos y convenios con las administraciones y empresas, públicas y privadas, para el desarrollo de planes y programas de investigación, de asistencia científica o técnica, culturales, docentes, deportivos y sociales; gestionar como Entidad colaboradora las ayudas concedidas por Entes públicos y privados, y llevar a cabo cuantas acciones sean conducentes al mejor logro de sus fines.

Para el cumplimiento de su objetivo se promoverá, en función de los medios con que cuente:

- La financiación de actividades concretas e individualizadas a realizar por entidades privadas o públicas que trabajen con los fines antedichos.
- La estipulación de convenios con empresas privadas o públicas y organismos públicos, para el desarrollo de programas de investigación, docentes, culturales o de asistencia técnica, ya sean con financiación unilateral o mixta, dentro del ámbito de la actividad de la **Fundación**.

- El uso de edificios y material científico de titularidad pública que pueda destinarse a trabajos relacionados con los fines fundacionales.
- La creación y concesión de premios para trabajos específicos.
- La adjudicación de becas y ayudas individuales o de grupo, tanto de estudio como de investigación, o para financiar viajes y estancias en España o en el extranjero, con el fin de establecer contactos con centros o personal cualificado, en el cumplimiento de los fines de la **Fundación**.
- Realizar por sí misma, o a través de terceros, los estudios, dictámenes y proyectos promovidos por la propia **Fundación** y/o propuestos por las industrias del sector marítimo o la Administración para la consecución de sus fines.
- Actuar como foro de encuentro, organizando reuniones científicas, seminarios, cursos y conferencias.
- La financiación y edición de publicaciones para la difusión, entre otros, de los aspectos tecnológicos relacionados con el sector marítimo en general.
- Velar por la conservación de los fondos materiales y documentales de valor histórico o científico que guarden relación con tales actividades.

Con independencia de lo anteriormente señalado, que tiene carácter meramente indicativo y no exhaustivo, los órganos de gobierno de la **Fundación** podrán acordar y establecer otras clases de acciones dentro de su objeto, siempre que atiendan a la mejor consecución de sus fines.

Como es sabido, esta **Fundación** se creó a principios del año 2000, si bien por diversas causas no ha sido posible ponerla en marcha hasta ahora.

Se ha pretendido crear un foro en el que estén representados todos los actores del sector; así, están la Administración, representada por los Ministerios de Ciencia y Tecnología, de Fomento y de Agricultura Pesca y Alimentación; otras instituciones como la Universidad Politécnica de Madrid, representada por el Director de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales, y la Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España, representada por su Presidente; los Constructores Navales, representados por los grandes astilleros públicos (Izar Construcciones Navales, S.A.), y los pequeños y medianos astilleros privados; las empresas auxiliares en la construcción naval, y los

armadores tanto de pesca como de buques mercantes.

En esta reunión tomaron posesión los miembros del patronato nombrados al efecto. Según sus estatutos, el patronato se halla compuesto por miembros natos y miembros electivos; con un mínimo de tres (3) miembros, y un máximo de veinticuatro (24) miembros.

Los miembros natos son:

- El Director General de Política Tecnológica del Ministerio de Ciencia y Tecnología, que será Vicepresidente Primero del Patronato, D. Arturo González Romero.
- El Subdirector General de Aplicaciones y Desarrollos Tecnológicos del Ministerio de Ciencia y Tecnología, D. Luis Carlos Mas García.
- El Vocal designado por Izar Construcciones Navales, S.A., que será el Vicepresidente Segundo del Patronato, D. José Luis Moya Doménech.

Los miembros electivos son:

- Por razón del cargo:
  - El Director General de la Marina Mercante, del Ministerio de Fomento, D. José Luis López-Sors González.
  - El Director General de Estructuras y Mercados Pesqueros, del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, D. Jesús Varela Bellido.
- Hasta un máximo de 19, elegidos por el Patronato de acuerdo con el número y propuesta de los organismos y empresas públicas o privadas siguientes:
  - 4 vocales a propuesta de la Dirección General de Política Tecnológica del Ministerio de Ciencia y Tecnología: D. José Delgado González, D. José Luis Cerezo Preysler, D. Francisco Angulo Barquín y D. Juan Manuel García y Rúa.
  - 1 vocal a propuesta de la Universidad Politécnica de Madrid: el actual Director de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales, D. Luis Ramón Nuñez Rivas.
  - 1 vocal a propuesta de la Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España: el Presidente de la Asociación, D. José Ignacio de Ramón Martínez.
  - 4 vocales en representación de los grandes astilleros públicos, a propuesta de Izar Construcciones Navales, S.A.: D. José Carlos González-Sama Asenjo, D. Jose Ramón López Díaz Delgado, D. Jesús Francisco



Salvador Montero, y D. Eduardo Pérez-Fontán Álvarez.

- 4 vocales a propuesta de los astilleros privados, en representación de los pequeños y medianos astilleros: D. Alvaro Platero Díaz, D. Juan Manuel Arana Arechabala, D. Eduardo Lafuente Guardiola y D. José Manuel Manzanedo Díaz

- 1 vocal a propuesta de los armadores mercantes: D. Alfredo Pardo Bustillo.

- 1 vocal a propuesta de los armadores de pesca: sin designar.

- 3 vocales a propuesta de la Industria Auxiliar de la construcción naval, D. Pedro Pérez Fernández, D. José García Costas y D. José Méndez Álvarez.

En la misma reunión se acordó nombrar presidente a D. José Manuel Manzanedo, de la empresa Metalships and Docks, y se le otorgaron poderes suficientes para presentar al programa Profit, 5 proyectos que están incluidos en las siguientes áreas: área socio económica, área de diseño-proceso, área medioambiental y área de normalización.

## Buques UT 755 de apoyo y suministro a plataformas offshore brasileñas

A finales del pasado mes de enero, en el astillero brasileño Estaleiro Promar 1 tuvo lugar la entrega del *CBO Victoria*, tercero de una serie de buques de apoyo y suministro a plataformas, tipo UT 755, diseñados por Rolls-Royce, que están ayudando al desarrollo de los campos offshore en aguas profundas brasileñas. Los dos primeros buques, el *CBO Compos* y el *CBO Rio*, fueron entregados en el pasado año a la Companhia Brasileira de Offshore (CBO) y han sido los primeros buques de suministro construidos en Brasil después de más de veinte años. Están siendo usados para proporcionar apoyo a las plataformas petrolíferas operadas por Petrobras. .



El astillero Estaleiro Promar I se encuentra en la isla de Conceição en Niterói. Cuenta con un área total de 170.000 m<sup>2</sup> y un muelle de 210 m de longitud, y dispone de grúas y otros equipos con capacidad para la construcción de buques de hasta 100 m de eslora.

El rasgo que hace que la industria offshore brasileña sea distinta, es la profundidad del agua en la que se trabaja. La producción actual de petróleo se desarrolla a casi 1.900 m de profundidad y ya se está hablando de perforar y producir a partir de los 3.200 m de profundidad, lo que conlleva una tecnología altamente especializada y unas exigencias muy altas para poder trabajar en aguas tan profundas.

El diseño UT 755 es uno de los últimos diseños de la serie UT 700 de buques de apoyo y suministro a plataformas. El UT perteneció inicialmente a la empresa noruega Ulstein Tading, que desde 1999 forma parte del grupo Rolls-Royce.

El barco cuenta con una amplia cubierta a popa para llevar contenedores. Bajo cubierta, en el cuerpo central paralelo - que contiene el mayor espacio de volumen del casco - se han dispuesto una serie de tanques para transportar carga a granel, como cemento. Las esquinas del buque se han aprovechado para disponer tanques para el transporte de carga líquida como agua dulce, combustible, agua de perforación, metanol, etc.).

El UT 755 tiene 67 m de eslora y un peso muerto de 3.050 t. Dispone de un área de la cubierta de trabajo de 620 m<sup>2</sup>, y la capacidad de carga sobre cubierta es de 1.500 t. Los tanques para salmuera y para lodos tienen 800 m<sup>3</sup> de capacidad. El barco está propul-

sado por dos motores Rolls-Royce Bergen tipo K. La tripulación está formada por 8 ó 9 personas.

El buque se sitúa bajo la plataforma petrolífera de forma que las grúas de ésta puedan recoger los contenedores de la cubierta, y cargar los contenedores vacíos o los que estén llenos con los desechos y otros materiales que haya que descargar de la plataforma. Las grúas bajan también las mangueras para que la tripulación pueda conectarlas a las tuberías en los costados del buque, con el fin de proceder al bombeo de líquidos y carga a granel desde los tanques de almacenamiento del barco hacia la plataforma.

El tiempo de una operación completa del UT 755 puede llevar unos cinco días, y en ese tiempo puede visitar siete u ocho plataformas situadas en una ruta, dedicando 7-8 horas para carga y descarga de cada plataforma, dependiendo, evidentemente, de las condiciones atmosféricas.

profundas.

La crisis que ha atravesado la industria brasileña durante la década de los 80 y 90 ha sido causada por la tremenda inflación que sufre el país y por la polarización de la industria hacia los países asiáticos, que ha diezmando la industria naval de muchos países.

Actualmente, en el país iberoamericano se está viviendo una segunda generación que está renovando y estimulando la industria naval brasileña. Desde 1997, el gobierno está impulsando esta industria mediante una financiación atractiva y mejores condiciones fiscales. Según la nueva legislación, los buques construidos con estas nuevas condiciones habrán de navegar bajo bandera brasileña. Aunque haya un número significativo de barcos de bandera extranjera operando en Brasil, tan pronto como los nuevos buques brasileños estén listos para ser fletados y exista trabajo, los buques de bandera brasileña tomarán el relevo.



# Nueva generación de portacontenedores refrigerados

En el astillero portugués Estaleiros Navais de Viana do Castelo (ENVC) se está llevando a cabo la construcción de dos buques portacontenedores, para el armador alemán Munchmeyer & Petersen, muy distintos a los construidos hasta la fecha para el transporte de cargas refrigeradas. La entrega de los buques tendrá lugar en el primer semestre del próximo año.

Estos nuevos buques se basan en el diseño *Flexcon 21* desarrollado por Schiffko, de Hamburgo, trabajando en estrecha colaboración con la compañía Agrexco (*Agricultural Export Company*), de Israel, y serán fletados por un periodo de larga duración, inicialmente por doce años, y con una opción de otros doce más en cada caso.

Los buques estarán clasificados con la notación de clase ABS alpha A1 Cargo Vessel (E) ✱ AMS ✱ ACCV ✱ RCC ✱ IRCC ✱ CA (F) DLA.

## Buques multipropósito

El primero de los buques transportará carga refrigerada paletizada y contenedores desde Israel a Marsella (Francia) y Barcelona, y en el viaje de vuelta transportará coches y contenedores en las bodegas refrigeradas. Si el diseño demuestra que es tan satisfactorio en servicio como innovador, se espera que se construyan más buques de este tipo para la misma ruta.

Tradicionalmente, los buques frigoríficos no se distinguían exteriormente de los de carga general; de hecho muchos de ellos se usaban para transporte de carga general durante aquellos periodos en los que no había suficiente trabajo para mantenerlos ocupados en los tráficos para los que fueron diseñados. Pero, en los últimos años, se han encargado relativamente pocos buques frigoríficos y la carga refrigerada se transporta cada vez más en portacontenedores. Esta tendencia hacia la containerización de la carga refrigerada ha significado que en un buque portacontenedores post-Panamax haya que considerar como mínimo 600 puntos para contenedores refrigerados.

El *Flexcon 21* es, según su armador, un portacontenedores muy flexible y ecológico con capacidad para transportar coches y productos refrigerados de un modo integrado. El diseño



proporciona una capacidad de transporte rápida y segura para casi 900 TEU en 5 bodegas celulares (diseñadas de acuerdo con la normativa II/54 del SOLAS para cargas peligrosas) y en la cubierta, usando puentes de trincado.

En la cubierta de carga podrá llevar hasta 4 hileras de contenedores de 20, 40 y 45 pies, aunque estos últimos no se corresponden con los del tamaño habitual de la ruta. Aún así la disposición de la cubierta no presenta problemas con los contenedores de 45 pies. La mayor parte de los espacios están destinados para contenedores no refrigerados, aunque inicialmente llevará 100 refrigerados y posteriormente otros 160.

## Disposición inusual

La superestructura del buque, construida en aluminio y unida al casco mediante resina, está situada en el centro del buque, sobre el bloque que contiene las bodegas de carga refrigerada, una disposición que parece de hace 30 años. La zona de carga está compuesta por cinco bodegas para contenedores y una bodega para carga refrigerada.

El buque dispone a lo largo de toda la eslora de doble fondo de 1,5 m de altura. También dispone de doble forro en la zona destinada al transporte de contenedores, mientras que en el bloque central muy compartimentado, para carga refrigerada, tiene forro sencillo.

La mayor parte de los modernos buques portacontenedores tienen los motores a popa para evitar la necesidad de una larga línea de ejes, y, por tanto, la acomodación se encuentra encima de la cámara de máquinas para aprovechar al máximo el espacio de bodegas. En los buques *Flexcon 21* este problema se ha resuelto disponiendo compartimentos refrigerados bajo la superestructura, a los que se accede mediante unas puertas laterales que permiten que las paletas se carguen mediante carretillas elevadoras directamente desde el muelle.

Esto ha permitido que la cámara de máquinas pueda situarse a popa, como en la mayor parte de otros modernos buques, consiguiendo la ventaja del espacio adicional. Al situar la cámara de máquinas (desatendida) lejos de la acomodación, los niveles de comodidad de la tripulación aumentan. No sólo se evita el ruido de los motores, sino que los movimientos del barco se notan menos en esta zona.

También existe una ventaja comercial y es que al desplazar el puente hacia proa se consigue mejorar la visibilidad desde el mismo. Si éste hubiese estado situado en su posición habitual se hubiese perdido toda una hilera de contenedores. El buque está clasificado para funcionar con un solo hombre en el puente.

Los buques disponen de acomodación para 30 personas alojadas en las dos primeras cubiertas de la superestructura.

Otro factor que puede ser necesario reconsiderar es la posición del bote salvavidas. En los planos del buque se refleja un bote lanzado por popa, pero según los diseñadores esto no constituye un peligro potencial (por estar alejado de la acomodación) ya que también incluiría una ruta de escape protegida A60. De todos modos también se está estudiando la opción de instalar dos botes salvavidas, uno a cada banda de la acomodación.

## Manejo de la carga

Un sofisticado sistema de carga lateral permite que la carga de paletas se efectúe de un modo totalmente automático desde el muelle a los espacios de refrigeración individuales, y que durante la navegación el personal la traslade entre cubiertas. Este sistema de carga lateral puede manejar también los coches que se espera que proporcionen una parte importante de los ingresos en los viajes de vuelta desde Europa a Israel.

Aunque inicialmente los buques no llevarán grúas, están preparados para una posible instalación de grúas a proa y popa, en el futuro.

### Características principales del *Flexcon 21*

Eslora	174,53 m
Manga	25,14 m
Puntal a la cubierta principal	16,40 m
Calado de diseño	8,50 m
Arqueo	17.500 GT
Capacidad de contenedores	896 TEU
Capacidad de carga refrigerada	13.027 m <sup>3</sup>
Peso muerto	14.800 t



# Los mares que puedan quitarnos la fuerza están por descubrir.



CONSTRUCCIÓN

COMPRESORES

AUTOMÓVILES

AGRICULTURA

GENERADORES, SOLDADORAS  
Y BOMBAS

HERRAMIENTAS

BARCOS

PLANTAS GENERADORAS

## Sabiendo que es DEUTZ.

En tiempo de tormenta o mar en calma, no es fácil conseguir que nuestros motores pierdan su fuerza. Con la más moderna tecnología, con la relación

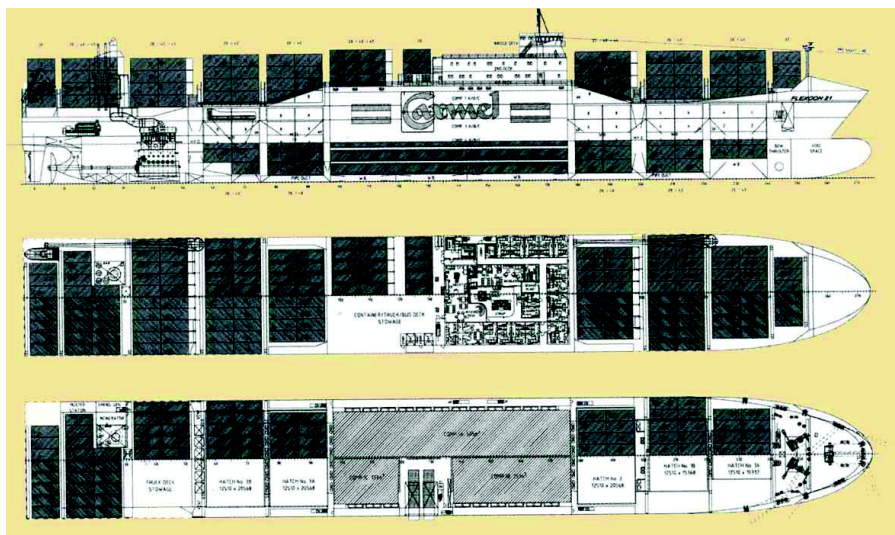
potencia-peso en proporciones ideales, mantenemos unos bajos costes de operación. El creciente uso de sistemas de control y monitorización electrónicos supone un respaldo al manteni-

miento preventivo. Cuando nosotros hablamos de mantenimiento, en un motor instalado, nuestro objetivo es ahorrar tiempo. Hablemos de Barcos. póngase en contacto con:

Peter Hammer, Ventas marino en:  
+49 0621/384-8690, Ignacio González /  
Jesús Santos Departamento Marino en  
España+ 34 91 807 45 39 / 46 04 o en  
nuestra WEB <http://www.deutz.de>







La carga refrigerada y paletizada puede estar formada por 4.250 paletas, de hasta 2.4 m de altura, que pueden cargarse en 18 compartimentos separados, de tres tamaños diferentes en las seis cubiertas de carga. Cada compartimento está refrigerado y ventilado de un modo independiente, y está provisto con equipos para operación con atmósfera controlada. La humedad dentro de los compartimentos puede ser controlada independientemente, ofreciendo así un almacenamiento flexible para todo tipo de productos, incluidos las patatas que requieren un sistema de humidificación importante a bordo.

## Distribución del aire frío

El equipo de refrigeración de este buque, que se caracteriza por su falta de emparrillados, ha sido desarrollado especialmente por la división de refrigeración de GEA Grenco en Holanda. El responsable del proyecto de Grenco ha explicado que casi todos los buques frigoríficos usan los emparrillados para formar el piso de los compartimentos refrigerados, permitiendo al aire frío circular alrededor de la carga.

Un emparrillado típico tiene 200 mm de grosor, lo que en un buque de 180 m de eslora y 6 cubiertas refrigeradas supone una cantidad considerable de trabajo y coste de acero. Para ahorrar espacio y reducir el coste de la construcción se decidió eliminar este elemento.

Esta decisión tiene una serie de ventajas, ya que permite que el compartimento refrigerado a construir sea liso, rectangular y hermético a gases y, por tanto, que sea usado para distintos tipos de carga.

Durante varios meses, Grenco desarrolló un sistema de distribución de aire totalmente nuevo que aprovecha el tipo de paletas que Agrexco utiliza. Grenco creyó que las paletas CHEP usadas por Agrexco fueron diseñadas de tal modo que el aire frío pueda forzarse para pasar a su alrededor, sólo con una distribución adecuada. Por ello, Grenco realizó una serie de pruebas para determinar la eficacia de diferentes tipos de flujos de aire (desde arri-

ba hacia abajo, desde abajo hacia arriba, y laterales...) para determinar qué flujo transversal era el mejor. De los resultados de estas pruebas se concluyó que la instalación más adecuada era una sin rejillas y forzar la entrada de aire frío en la bodega desde abajo.

## Planta de refrigeración

La planta de refrigeración es innovadora también por otras razones. A diferencia de una planta convencional centralizada, la planta instalada se basa en 126 *cassettes* situados entre las cuernas en los costados del buque. En cada uno de ellos hay un enfriador de aire, un ventilador y los elementos electrónicos auxiliares. Esto proporciona un nivel de redundancia muy elevado, ya que el aire proporcionado por los *cassettes* puede controlarse individualmente.

El sistema de refrigeración de aire "indirecto" usa tres unidades enfriadoras de salmuera, con refrigerante R407C, y con una potencia de 1.197 kW, que es suficiente para una temperatura ambiente exterior de hasta 40 °C. Los enfriadores de salmuera son de expansión en seco y requieren una carga mínima de refrigerante.

Los 126 enfriadores de aire dan servicio a las 6 bodegas (unos 13.130 m<sup>3</sup>) que están divididas en 3 compartimentos cada una. El equipo puede mantener unas temperaturas de entre -25 °C y +13 °C.

## Transporte de coches

En el viaje de vuelta a Israel, el buque transportará unos 480 coches de tamaño medio. Además de la cubierta abierta detrás de la acomodación, el área de estiba de la cubierta de popa situada sobre la cámara de máquinas está diseñada para transportar autobuses y camiones en lugar de los contenedores. De este modo pueden mezclarse cargas sin tener que reconfigurar las cubiertas o las bodegas.

La introducción de vehículos en la cubierta y en los mismos espacios que pueden almacenar fruta u otros artículos perecederos podría causar problemas debido a los humos de los escapes. Pero Grenco ha suministrado un sistema de ven-

tilación altamente eficaz para las bodegas refrigeradas, que es capaz de renovar el aire 10 veces cada hora. Como los compartimentos para coches y productos refrigerados están situados en el centro del buque, se consigue que sufran pocas aceleraciones con mala mar.

Cada nivel de cubierta está dividido en tres compartimentos alrededor de las torres laterales de carga automática, que cargan y descargan la carga paletizada y los vehículos mediante dos plataformas elevadoras diseñadas especialmente para este buque por la empresa Hortal, de Israel, usando componentes mecánicos de Siemens-Dematic.

Agnos-Schiffko diseñó el sistema de cubierta de carga y aislamiento, que forma un armazón alrededor de los compartimentos de carga en el bloque refrigerado. Usa una estructura sándwich de poliuretano. La cubierta y el aislamiento están formados por elementos estándares completamente prefabricados, incluyendo los elementos sándwich y las unidades enfriadoras.

## Planta de propulsión y eléctrica

Las innovaciones de diseño del *Flexcon 21* no terminan en los espacios de carga, o los equipos de refrigeración y ventilación, ya que su sistema propulsivo está basado en una nueva generación de motores lentos de raíl común: los RT-flex de Wärtsilä, sin árbol de levas. De hecho, el encargo de este motor fue el segundo que recibió Wärtsilä, siendo el primero el del *Gypsum Centennial* (Ingeniería Naval, diciembre 2001).

Este motor ofrece un control total electrónico de la inyección; además, la tecnología de raíl común asegura que los niveles de emisiones de NOx son bajos, así como una mayor flexibilidad.

Un factor que diferencia a los viejos buques frigoríficos de los actuales de carga general es su elevada velocidad, un elemento esencial cuando se trata de mover cargas perecederas entre mercados alejados.

Los diseñadores se han asegurado que los buques se mantengan en esta línea mediante la elección del motor propulsor, un Sulzer RT-Flex60C de 7 cilindros que proporciona 16.520 kW y acciona una línea de ejes y hélice de paso fijo de 6,6 m de diámetro y 5 palas, permitiendo que navegando al calado de diseño, con el motor desarrollando el 85 % de la potencia máxima continua (MCR), y con un margen de mar del 15 por ciento, alcance una velocidad de 21 nudos.

Como puede esperarse de un buque con esta demanda de potencia eléctrica, la planta eléctrica y los sistemas de vigilancia y control son altamente avanzados. La energía eléctrica necesaria a bordo es generada por 4 alternadores movidos por motores MaK, dos 6M20 de 970 kW cada uno y otros dos 9M20 de 1.450 kW, que proporcionan una potencia total de 4.840 kW.

Los buques llevarán instalada una hélice en proa para mejorar la maniobrabilidad.



# Quimiquero *Jo Chiara D.* de 16.000 tpm



Para gobierno y maniobra dispone de un timón tipo Wärtsilä Propac con su hélice integrada, y una hélice de 750 kW en proa, respectivamente.

La acomodación del *Jo Chiara D.* comprende 20 camarotes individuales y uno doble (para el alojamiento de oficiales, suboficiales y tripulación), comedor de oficiales y tripulación, cocina, lavandería, enfermería, etc. El buque dispone también de un local de control de carga y de una oficina.

El puente de gobierno se ha equipado con los más modernos equipos de navegación suministrados por Telemar de acuerdo con las normativas GMDSS para zonas A1+A2+A3. Cuenta con un radioteléfono simplex VHF Sailor RT2048, una versión mejorada del SSB Sailor Programme 4000 a 250 W con codificador/decodificador DSC. Además lleva instalados 2 terminales Inmarsat Sailor estándar C, según la normativa del SOLAS.

De acuerdo con dichas normas, lleva también, entre otros, un meteofax JRC JAX 9A, un receptor Navtex ICS Nav-5 y dos radares transponder Jotron Tron Sart. El servicio de télex, fax y transmisión de datos vía satélite queda cubierto con una terminal Inmarsat B, Nera Saturn Bm.

El sistema de radar lo forman un radar de banda X, Litton Bridgmaster Arpa C342/8 y otro de banda S Arpa C343/12. El girocompás digital es Litton SR-180 MK-1 y el giropiloto Sperry ADG3000 VT. La brújula magnética con reflexión C Plath está equipada con un sistema de transmisión TMC.

Además, Telemar ha instalado a bordo un moderno equipo de navegación integrado IBS Litton, con ecosonda y estación de viento. Completan los equipos de navegación los sistemas de posicionamiento, formados por un GPS LMS406 y un DGPS LMS412.

El *Jo Chiara D.* está provisto de un programa de control de carga bajo entorno Windows, el WinShelab, que permite controlar la resistencia estructural del buque tanto en puerto, como en navegación. El programa consta de los módulos Linkradar, Damstab y Carman.

El primero de ellos permite conectarse y visualizar en tiempo real cualquiera de los tanques de carga, lastre, etc. El sistema Damstab calcula la situación del barco en caso de avería y con cualquier distribución de cargas, de acuerdo con las normativas de la OMI. El sistema Carman permite manejar las tablas ASTM de corrección de la densidad en función de la temperatura.

El astillero italiano Cantiere Navale De Poli, de Venecia, ha entregado recientemente, a la compañía armadora Ar.Co.In, el buque *Jo Chiara D.* de 16.000 tpm, especialmente diseñado para el transporte de productos químicos IMO I y II de un peso específico máximo de 1,5 t/m<sup>3</sup>. El precio del buque ha sido de casi 35 millones de US\$ y su construcción se ha realizado en un plazo de 14 meses. El astillero está construyendo también otro buque idéntico para el mismo armador, que será entregado dentro del presente mes de marzo.

La compañía armadora Ar.Co.In, posee otros 5 buques de similares características para el transporte de productos químicos. En 1999 firmó un acuerdo con el grupo noruego Jo Tankers para la operación conjunta de sus flotas de buques. Jo Tankers es una compañía privada que posee más de 40 buques,

que forman la tercera flota de quimiqueros más importante del mundo.

El *Jo Chiara D.* es un buque con un alto nivel tecnológico que ha sido construido bajo la supervisión y aprobación de la sociedad de clasificación RINA, para alcanzar la notación de clase 100 A1 IAQ1 IAP IAI NAU MAN IIQ SCC APS PMS.

El *Jo Chiara D.* tiene doble casco y cuenta con 25 tanques de carga y 2 tanques de cubierta, con una capacidad total de 17.703 m<sup>3</sup>, pudiendo transportar 25 segregaciones de la carga. También dispone de 1 tanque de recuperación y 2 tanques de residuos. Para la construcción de todos los tanques de carga y de decantación se ha utilizado acero inoxidable Avesta Polarit Duplex 2205 CGT (Chemical Tanker Grade) que combina una gran resistencia frente a la corrosión con buenas propiedades mecánicas para soldadura, debido al elevado riesgo potencial que supone la carga de productos químicos.

Para las operaciones de carga y descarga se han instalado 12 bombas de 300 m<sup>3</sup>/h, 11 de 200 m<sup>3</sup>/h y 2 de 100 m<sup>3</sup>/h, suministradas por Framo Hydraulic, todas ellas de tipo sumergido. Esto supone una capacidad máxima de descarga de 1.800 m<sup>3</sup>/h a 10 bares. Para lastrado/deslastrado de los tanques cuenta con 2 bombas de 500 m<sup>3</sup>/h.

El *Jo Chiara D.* está propulsado por un motor Wärtsilä 6L46C de 6.300 kW a 500 rpm. Para la generación de la energía eléctrica necesaria a bordo dispone de tres alternadores accionados por motores auxiliares Wärtsilä 6L20 de 950 kW a 900 rpm, cada uno. También dispone de un generador de cola de 1.500 kW y de un generador de emergencia de 264 kW, 440 V, 60 Hz.

## Características principales

Eslora total	138,11 m
Eslora entre perpendiculares	126,50 m
Manga de trazado	23,00 m
Puntal	12,25 m
Calado de escantillado	9,10 m
Peso muerto	16.000 t
Arqueo	11.287 GT
Velocidad máxima	15 nudos
Velocidad de servicio	14,5 nudos
Autonomía	9.000 millas

## Capacidades

Carga (*)	17.703 m <sup>3</sup>
Fuel-oil	1.200 m <sup>3</sup>
Gas-oil	170 m <sup>3</sup>
Aceite lubricante	115 m <sup>3</sup>
Agua dulce	200 m <sup>3</sup>

(\*) Incluye los tanques de residuos



# Un año de funcionamiento satisfactorio del *Euroferrys Pacifica*

En mayo se cumplirá un año desde que comenzó la operación del *Euroferrys Pacifica* (del que se dio amplia información en el número de mayo de 2001), el primer catamarán Auto Express de aluminio de 101 m de eslora construido por Austal. El funcionamiento del ferry muestra las ventajas de que haya sido construido según las especificaciones del tráfico a realizar.

Con una capacidad de 951 pasajeros y 251 coches, el buque realiza la ruta entre Algeciras y Ceuta. Según la naviera, durante 2001 el buque ha realizado 1.986 singladuras, transportando 565.280 pasajeros, 110.487 coches, 891 autobuses y 11.737 camiones.

Este nivel de tráfico es similar al realizado por Euroferrys el año anterior, con un buque rápido y un ferry convencional, que han sido sustituidos por el *Euroferrys Pacifica*.

Aunque el volumen de pasajeros y coches se ha mantenido, la naviera ha manifestado

que han aumentado la cuota de mercado que poseían, aumento que se ha visto favorecido por el aumento del tráfico de camiones, algo para lo que fue diseñado especialmente el catamarán. Ya que mientras los anteriores Auto Express permitían una carga en el eje de 12 t, adecuada para autobuses, el Auto Express 101 permite una carga de 15 t. Los carriles tienen una anchura de 3,5 m, la altura libre es de 4,6 m y la puerta de proa permite una total utilización de los 341 m lineales de bodega, suficiente para 16 semi-trailers (ó 20 camiones).

La reducción de la duración del trayecto, 40 minutos frente a 2 horas, ha sido uno de los principales factores en el éxito de este buque.

Otro factor es que a los operadores de camiones les gusta el diseño de la cubierta de vehículos y la facilidad con la que puede realizarse la carga y descarga. El rendimiento en el manejo de los vehículos, con cuatro secciones que pueden funcionar independientemente, fue una de las razones por la que Euroferrys eligió a Austal para que realizara el proyecto. La carga y descarga se realiza normalmente en unos 15 minutos, que pueden aumentar a un máximo de 30 minutos a plena carga.

Euroferrys destaca que los pasajeros están contentos con los interiores, diseñados por Oliver Design, y realizados de modo que son fáciles de mantener.



Por otro lado, la naviera ha visto que se han reducido sus costes operativos, pese a mantener la tripulación de los dos buques anteriores y a que el consumo del nuevo ferry es mayor. Esto es debido a la reducción de viajes diarios de 6 a 5 y a la reducción de los costes de mantenimiento.

## WestPac Express

Por otro lado, Austal se ha asegurado un contrato de tres años con la marina estadounidense, para el *WestPac Express*, buque del que ya se publicó un reportaje en el Número de diciembre-01.

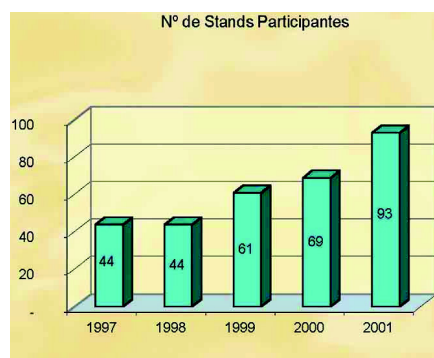
Este contrato por tres años se ha firmado después del periodo de pruebas que comenzó en julio de 2001. El astillero australiano se ha estado centrando en el desarrollo de buques para usos militares, debido a que los ferries rápidos son capaces de desplazar mayor número de tropas y vehículos de apoyo que los buques tradicionales o los aviones.

## Expomar 2002

Expomar 2002, la IX edición de la Feria monográfica náutico-pesquera, que se va a celebrar en Burela (Lugo) durante los días 16 al 19 de mayo, supera ya en expectativas los resultados conseguidos en la pasada edición, en la que el incremento final de expositores fue de un 47 %.

Durante su celebración, Expomar 2002 dará cabida a los sectores de construcción, reparación e industria auxiliar naval; equipamientos de proceso y conservación, ingeniería y consulting, equipos portuarios, instalaciones de seguridad, servicios, organizaciones y autoridades de la industria portuaria; investigación, recursos alternativos; medio ambiente de la industria marítima.

Entre las actividades paralelas se puede estar las Jornadas Técnicas Expomar 2002 y el III Encuentro Empresarial de Armadores.



Durante la celebración de las jornadas técnicas, de gran prestigio en el sector, que se desarrollarán los días 17 y 18 de mayo en el Salón de Actos de la cofradía de Pescadores "San Juan Bautista" de Burela, se abordarán temas de in-

terés general para el sector pesquero, con temas como "Expectativas y futuro de la pesquería del pez espada" y "Contaminación en la mar", entre otros que se irán conociendo más adelante.

El Encuentro Empresarial tendrá lugar el 17 de mayo. En este encuentro destaca el gran número de armadores y agrupaciones de todo el territorio español que participan, así como la importancia de las conclusiones y decisiones que se toman en el mismo.

El programa Expomar 2002 se completará con otras actividades de ocio y entretenimiento, como la Exposición de conchas marinas de todo el mundo, Regata de Bateles Expomar, Jornadas Gastronómicas, Bautismos de mar y Visitas Guiadas al Barco Museo Bonitero Reina del Carmen.



Precios de buques según contratos registrados durante febrero de 2002

ARMADOR OPERADOR	PAIS ARMADOR	ASTILLERO	PAIS ASTILLERO	TIPO	Nº	TEU	DWT	PAY/CAR	M CU	ENTREGA	M US \$
GOLDEN UNION	GREECE	HYUNDAI HEAVY INDUSTRIES (HHI)	KOREA	BULK CARRIER	2		172000	-		03	71
NORDEN AS	DENMARK	TAMANO SHIPYARD	JAPAN	BULK CARRIER	2		55000	-		04/05	38
NORDEN AS	DENMARK	MTSUI	JAPAN	BULK CARRIER	2		55000	-		03/04	38
UNKNOWN	UNKNOWN	ZHEJIANG	CHINA	BULK CARRIER	2		51000	-		03/04	36
HSIN CHEN	TAIWAN	IMABARI SHIPBUILDING	JAPAN	BULK CARRIER	2		32000	-		03	32
MING TAI	TAIWAN	IMABARI SHIPBUILDING	JAPAN	BULK CARRIER	1		32000	-		03	16
JAPANESE INTERESTS	JAPAN	TSUNESHI	JAPAN	BULK CARRIER / ORE CARRIER	2		52235	-		03/04	38
KAWASAKI KISEN KAISA (K-LINE)	JAPAN	OSHIMA SHIPBUILDING	JAPAN	BULK CARRIER / ORE CARRIER	1		50800	-		03	19
SHINKO MARITIME	JAPAN	OSHIMA SHIPBUILDING	JAPAN	BULK CARRIER / ORE CARRIER	1		46000	-		02	18
PACIFIC CARRIERS	SINGAPORE	JIANGSU YANGZIJUANG	CHINA	CONTAINER	1	450	-			02	10
HERMAN BUSS A.G.	GERMANY	ZHOUSHAN	CHINA	CONTAINER	2	660		-		03	24
PACIFIC CARRIERS	SINGAPORE	JIANGSU YANGZIJUANG	CHINA	CONTAINER	2	700		-		02/03	25
ODELL	NORWAY	KTANIHON	JAPAN	CHEMICAL TANKER	1		25000	-		03	28.5
TOKO KAIUN	JAPAN	WATANABE	JAPAN	CHEMICAL TANKER	1		20500	-		03	25.5
YAMAMARU	JAPAN	WATANABE	JAPAN	CHEMICAL TANKER	1		19500	-		03	20.5
ITOCHU CORP.	JAPAN	SHIN KURUSHIMA	JAPAN	CHEMICAL TANKER	1		19100	-		03	21
JAPANESE INTERESTS	JAPAN	MIYOSHI	JAPAN	CHEMICAL TANKER	1		12000	-		02	16
TATSUMI MARINE	JAPAN	ASAKAWA SHIPBUILDING	JAPAN	CHEMICAL TANKER	2		11700	-		03	30
TIRENIA SOC. NAV.	ITALY	PINCANTIERI	ITALY	FAST FERRY	3			2.800 PAX 900 CARS		03	262.5
STATOIL NORGE	NORWAY	AKER GROUP	NORWAY	FLOATING PRODUCTION UNIT	1			-		05	560
ARMAWA SHIPPING & TRADING	NETHERLANDS	DAMEN SHIPYARDS	NETHERLANDS	GENERAL CARGO	1		3850	-		02	6
TOKYO ELECTRIC POWER	JAPAN	MTSUBISHI H.L.	JAPAN	LNG	1		70000	-		06	180
GAZ DE FRANCE	FRANCE	CHANTIERS DE L'ATLANTIQUE	FRANCE	LNG	1			-	74000	04	134
NIPPON YUSEN KAISA (NYK)	JAPAN	MTSUBISHI H.L.	JAPAN	LNG	1			-	138000	06	170
DOHA MARINE SERVICE	QATAR	DAEWOO	KOREA	LPG	1			-	22000	-	33
GEOMAR ENTERPRISES	-	SBF SHIPBUILDERS	AUSTRALIA	PASSENGER	2			-		03	6.4
CPT MARITIMA	CHILE	SEVERNAY	ROMANIA	PASSENGER / CARGO	1		3800	-		02	20
GREEK INTERESTS	GREECE	SBF SHIPBUILDERS	AUSTRALIA	PASSENGER / VEHICLE FERRY	4			-		03	11.25
D'AMATO DI NAVIGAZIONE	ITALY	HUDONG SHIPYARD	CHINA	PRODUCTS TANKER	1		72000	-		04	29.5
TSAKOS GROUP	GREECE	KOYO DOCK	JAPAN	PRODUCTS TANKER	1		68000	-		04	31
FORMOSA PLASTICS	TAIWAN	SHIN KURUSHIMA	JAPAN	PRODUCTS TANKER	4		46000	-		03/04	100
HINODE KISEN	JAPAN	MURA	JAPAN	PRODUCTS TANKER	1		4999	-		02	9
OKINO KAIUN	JAPAN	MURA	JAPAN	PRODUCTS TANKER	1		4999	-		02	9
DILUMIN NAVIGATION	AUSTRALIA	SAMHO NEW SHIPYARD	KOREA	PRODUCTS TANKER	1		3000	-		03	7.5
TOTEM OCEAN TRAILER EXPRESS (TOTE)	US	NASSCO	US	RO-RO	2		25000	-		03	350
WAGENBORG SHIPPING BV	NETHERLANDS	FRISIAN	NETHERLANDS	RO-RO	2		10000	-		03	54
WAGENBORG SHIPPING BV	NETHERLANDS	BODEWES VOLHARDING	NETHERLANDS	RO-RO	2		9500	-		03	53
WAGENBORG SHIPPING BV	NETHERLANDS	VOLHARDING	NETHERLANDS	RO-RO	2		9500	-		03	53
KEPCO	IRAN	VIORONG SB	RUSSIA	SUPPORT VESSEL	3			-		-	55
SEAARLAND SHIPPING	AUSTRIA	SANOYAS CORP.	JAPAN	TANKER	2		113000	-		-	80
ENEA MANAGEMENT	GREECE	ROUSSE SHIPYARD	BULGARIA	TANKER / ASPHALT CARRIER	4		5000	-		03/04	60

Feriship-Fedica



Precios de buques de segunda mano según transacciones registradas durante febrero de 2002

precios de buques de segunda mano

VEENDEDOR	PAIS VEENDEDOR	COMPRADOR	PAIS COMPRADOR	TIPO	DWT	GT	AÑO	ASTILLERO	M US\$
PERSIFERANZA SHIPPING	ITALY	UNKNOWN	GERMANY	BULK CARRIER	74000	40000	2000	HUDONG	19.25
CHO YANG SHIPPING	KOREA	UNKNOWN	NORWAY	BULK CARRIER	45342	26322	97	CHINA SHPBUILDING CORP.	13
ORIENT MARINE	JAPAN	BYZANTINE	GREECE	BULK CARRIER	43595	25899	92	HASHIHAWA	8.9
PEGASUS MARITIME	JAPAN	UNKNOWN	GREECE	BULK CARRIER	42248	23270	89	OSHIMA	7.2
GOLDEN UNION	GREECE	UNKNOWN	UNKNOWN	BULK CARRIER	32505	20841	76	MTSU	1.2
BIBBY-HARRISON	UK	UNKNOWN	GREECE	BULK CARRIER	30976	21305	89	GDANSK	6.3
V SHIPS	CYPRUS	UNKNOWN	UNKNOWN	BULK CARRIER	29000	16000	78	TSURUMI	1.05
DOJUH KSEN	JAPAN	UNKNOWN	GREECE	BULK CARRIER	27850	17046	95	KANASASHI	9.5
LUZ TRANSOIL	GREECE	UNKNOWN	GREECE	BULK CARRIER	27476	17512	80	HITACHI	1.8
SUNSHIP MGMT	GREECE	LEROS MGMT	GREECE	BULK CARRIER	26605	15766	84	SHIN KURUSHIMA	4.2
WALLEM	UK	SIFNOS NAVIGATION	GREECE	BULK CARRIER	26591	15832	85	HAKODATE	4.6
FIRST STEAMSHIP	CHINA	UNKNOWN	GREECE	BULK CARRIER	26583	15834	87	HAKODATE	5.6
SANKO KSEN	JAPAN	ZHEJIANG SHIPPING	CHINA	BULK CARRIER	26528	15786	85	KANASASHI	5
KOBE SHIPPING	JAPAN	ORIENT SHIPPING	GREECE	BULK CARRIER	26465	15884	93	HAKODATE	7.65
SHINKO MARITIME	JAPAN	UNKNOWN	CHINA	BULK CARRIER	22773	13706	90	SAIKI	5.5
FIRST STEAMSHIP	TAIWAN	UNKNOWN	GREECE	BULK CARRIER	22271	13695	89	SAIKI	5
MAZERCO MARITIME	CYPRUS	UNKNOWN	SYRIA	BULK CARRIER	19399	11168	78	HYUNDAY	1.1
DELTA NAVIGATION	US	UNKNOWN	UNKNOWN	BULK CARRIER	9655	6483	84	BARBERAS	1.7
TEM DENIZCIUK	TURKEY	UNKNOWN	UNKNOWN	BULK CARRIER	7500	4857	86	SEDEF GEMI	1.5
POLEMBROS	GREECE	UNKNOWN	CHINA	BULK CARRIER ORE STRENGTHENED	139609	72934	82	KAWASAKI	2.85
CELESTIAL MARITIME	GREECE	UNKNOWN	GREECE	BULK CARRIER ORE STRENGTHENED	75631	41016	84	VEROLME	1.7
SEA QUEEN SHIPPING	SINGAPORE	GLEANWAY MARITIME	GREECE	BULK CARRIER ORE STRENGTHENED	73726	38215	97	SUMITOMO	14.5
UKMAR	UKRAINE	GOLDENPORT	GREECE	BULK CARRIER ORE STRENGTHENED	69100	40538	98	OKEAN	12.8
FIRST STEAMSHIP	TAIWAN	UNKNOWN	GERMANY	BULK CARRIER ORE STRENGTHENED	69000	37898	98	EISA	13.75
ASP SHIP MGMT	AUSTRALIA	UNKNOWN	TAIWAN	BULK CARRIER ORE STRENGTHENED	58388	34439	80	KOYO	2.2
ATLANTISKA PLOVIDBA	CROATIA	UNKNOWN	CHINA	BULK CARRIER ORE STRENGTHENED	44537	25129	84	AESA	4.25
BIBBY-HARRISON	UK	NOVIKOS	GREECE	BULK CARRIER ORE STRENGTHENED	41796	24636	86	HYUNDAY	5.7
GREAT EASTERN SHIPPING	INDIA	EUROCARRIERS	GREECE	BULK CARRIER ORE STRENGTHENED	41502	24978	83	NIPPONKAI	3.6
CENTURY SHIPPING	INDIA	XIAOMEN SHIPPING	CHINA	BULK CARRIER ORE STRENGTHENED	40970	24712	84	MTSU	4.5
AGRO SHIPPING & TRADING	UK	UNKNOWN	GREECE	BULK CARRIER ORE STRENGTHENED	39426	23521	82	OSAKA	3.5
BIBBY-HARRISON	UK	LEROS MGMT	GREECE	BULK CARRIER ORE STRENGTHENED	38584	22992	85	KOYO	4.75
SAMAMA	MONACO	UNKNOWN	GREECE	BULK CARRIER ORE STRENGTHENED	37991	23566	80	DIMITROV	1.8
KALLANIS CO	GREECE	UNKNOWN	GREECE	BULK CARRIER ORE STRENGTHENED	37451	20905	76	HELENIC	1.35
BYZANTINE MARITIME	GREECE	UNKNOWN	GREECE	BULK CARRIER ORE STRENGTHENED	34681	20571	82	AESA	3.7
SAMOS STEAMSHIP	GREECE	ORIENT SHIPPING	THAILAND	BULK CARRIER ORE STRENGTHENED	33700	21531	86	SZCZECIN	4.5
MTM SHIP MGMT.	SINGAPORE	EMIRATES SHIPPING	UAE	CONTAINER	14934	8728	79	SHIN KURUSHIMA	1.5
E OLDENDORFF	GERMANY	UNKNOWN	KOREA	CONTAINER	10964	7961	84	GUANGZHOU	2
SEAWAYS	GREECE	UNKNOWN	CHINA	GENERAL CARGO	6000	3000	82	DAEDONG	0.9
KOTOKU KAUN	JAPAN	UNKNOWN	CHINA	GENERAL CARGO	4450	2830	85	HAKATA	1.2
KUMIAI NAVIGATION	SINGAPORE	BERGESSEN	NORWAY	LPG	51496	47249	87	HITACHI	26.75
HANIS KRUGER	GERMANY	UNKNOWN	SRI LANKA	MULTIPURPOSE	12680	10380	85	NEPTUN ROSTOCK	2.1
B&N	SWEDEN	UNKNOWN	LITHUANIA	MULTIPURPOSE	9650	6994	85	BREMER VULKAN	3.4
SLOVAK SHIPPING	SLOVAKIA	PACIFIC & ATLANTIC	GREECE	MULTIPURPOSE	7947	6425	88	XINGANG	2
KLAVENESS	NORWAY	PRIME MOVE	GREECE	OBO	48062	31255	88	KOREA SB	12.5
BELSHIPS	NORWAY	UNKNOWN	THAILAND	OBO	43467	25865	85	TSUNESHI	10
TT LINE	GERMANY	UNKNOWN	FRANCE	PASSFERRY	5492	17672	81	KALMAR	13.6
STRINTZIS LINES	GREECE	SWANSEA CORK	IRISH REPUBLIC	PASSFERRY	2815	14827	72	HASHIHAWA	5.6
UNIQUE SHIPPING	CHINA	TANKER PACIFIC	SINGAPORE	PRODUCTS TANKER	70887	39342	91	TSUNESHI	17.35
ARAN SHIPPING	GREECE	OCEAN TANKERS	SINGAPORE	PRODUCTS TANKER	56963	30337	79	CAMMELL LAIRD	2.75
WULHELMSEN MARINE	NORWAY	UNKNOWN	INDIA	PRODUCTS TANKER	44993	25611	82	WARTSILA	6.5
PERTAMINA	INDONESIA	KG	GERMANY	PRODUCTS TANKER	32042	23328	99	DAEWOO	26
BERLIAN LAU	INDONESIA	KG	GERMANY	PRODUCTS TANKER	31108	23328	98	DAEWOO	26.5

Ferliship-Fedica



## Armacell Iberia lanza al mercado Armaflex Split

Armacell Iberia S.A, nombre registrado por el grupo Armacell International GmbH para su negocio en España, Portugal, África y Latinoamérica, acaba de lanzar al mercado **Armaflex Split**, la primera tubería de cobre pre-aislada con un aislamiento térmico flexible de espuma elastomérica para sistemas de refrigeración y aire acondicionado (la última generación de rollos de tubería).



Los conocidos *split* son aparatos silenciosos y altamente eficaces. Constan de una parte interior (la específica de aire acondicionado) con evaporador y ventilador, y la parte exterior que es la unidad de enfriamiento, compresor y condensador. Armaflex Split ha sido desarrollado especialmente para unir estas dos partes del sistema (ida y retorno).

En su fabricación se emplean tubos de cobre frigorífico de gran calidad que cumplen con los requerimientos de ASTM B 280 (dimensiones en pulgadas) y EN 22-735 (unidades del sistema métrico decimal) para tuberías de cobre en sistemas de refrigeración y aire acondicionado. Es una tubería maleable con un interior limpio y seco. Los extremos de los tubos están cerrados para evitar que se llenen de suciedad durante el transporte y almacenamiento.

El material aislante flexible de espuma elastomérica y células cerradas de Armacell, gracias

a sus excelentes características técnicas, evita la condensación incluso en condiciones muy extremas. El aislamiento se mantiene flexible a temperaturas entre  $-50^{\circ}\text{C}$  a  $+150^{\circ}\text{C}$  y está especialmente desarrollado para soportar las altas temperaturas a las cuales se puede llegar con los nuevos gases refrigerantes R-410A y R-407C (en una bomba de calor para calefacción, se puede alcanzar temperaturas de hasta  $120^{\circ}\text{C}$ ). Está recubierto por una película de polietileno que lo protege de las radiaciones UVA y de las agresiones mecánicas.

Armaflex Split está diseñado para ofrecer un ahorro considerable en mano de obra y tiempo de instalación, lo que redundará en un beneficio importante en el montaje total de los equipos.

### Características del Armaflex Split

Armaflex Split está especialmente indicado para su aplicación en unidades de aire

acondicionado simples y *multi-split*; sistemas de refrigeración y sistemas de bomba de calor, normalmente difíciles de aislar. Entre las propiedades de Armaflex Split, además de las ya mencionadas, cabe destacar la presentación, que se realiza en tubo sencillo (unitubo) y doble (bitubo), reduciéndose los costes de ensamblaje gracias al pre-aislamiento. Al presentarse en rollo, se usa sólo el material necesario en cada instalación.

Otras características de esta tubería son:

- No gotea en caso de incendio y cumple con las especificaciones DIN 4102-B2.
- No precisa el uso de herramientas especiales.
- Está libre de PVC y CFCs.
- Tiene una larga vida útil.
- Color blanco, idóneo para instalaciones vistas en paredes al exterior.
- Gama de accesorios para facilitar la instalación (Adhesivo HT 525 – Limpiador).
- El poder de aislamiento de las tuberías pre-aisladas se calcula de forma exacta para evitar el riesgo de condensación.

Para más información:

Armacell Iberia;

tel.: 972-61 34 37;

e-mail: montserrat.regincos@armacell.com;

web: www.armacell.com

## Programa informático Geonav. Lo último en software de navegación

Recientemente, Geonav ha efectuado el lanzamiento de su gama de programas informáticos de navegación para PC: **Software Geonav**. Estos programas son el resultado de la cooperación con la conocida firma italiana de programas informáticos SW & N.

Tres nuevas versiones de programas informáticos están disponibles para satisfacer las necesidades de todos los armadores: **Geonav Power** (para embarcaciones de motor), **Geonav Wind** (para embarcaciones de vela) y **Geonav Fish** (para embarcaciones de pesca deportiva y profesional).

El software Geonav representa un avance tecnológico que incorpora una línea de programas que integran todos los instrumentos de

a bordo y su fácil control desde la pantalla del ordenador.

El software Geonav es un sistema completo de navegación que permite disfrutar del mar de forma más agradable y mucho más segura. Diseñados para poder ser utilizados con facilidad, permiten utilizar las funciones cartográficas con sólo pulsar el ratón. Se puede visualizar con facilidad cualquier dato gráfico o digital, pudiendo memorizar toda la información en el diario de a bordo, de fácil consulta en cualquier momento.

El cálculo de consumo de carburante se incluye en todas las versiones del programa mientras que otras funciones específicas se incorporan en las versiones del Geonav Wind y Fish.

En el Geonav Wind se pueden introducir las prestaciones del velero para poder calcular las curvas polares del mismo. La velocidad y dirección del viento se podrán memorizar y mostrar de forma gráfica; el VMG (velocidad óptima de remontada al viento) se muestra en tiempo real.

Para satisfacer las exigencias de los pescadores, el Geonav Fish ofrece funciones como el Multi Track, la posibilidad de convertir un trazado en ruta y los datos instantáneos de rumbo y distancia a múltiples destinos.

Para más información:

Disvent Ingenieros;

tel.: 93-363 63 85; fax 93-363 63 90;

e-mail: nautcom@disvent.com.



# Acastimar suministra equipos de refrigeración de Veco

Acastimar suministra generadores marinos, baterías, sistemas de aire acondicionado, grupos frigoríficos, electroventiladores, hélices de maniobra, desalinizadoras... Actualmente está presentando los sistemas de refrigeración de Veco, tanto los sistemas de refrigeración por acumulación de frío Frigoboat, como los sistemas de refrigeración en corriente continua. Estos equipos poseen el certificado ISO 9002 emitido por DNV.

## Frigoboat serie 2000

Este equipo de refrigeración puede trabajar a 12 ó 24 V, y es adecuado para frigoríficos de hasta 700 l o congeladores de hasta 350 l. El funcionamiento se realiza con doble alimentación: del alternador 12 V-24 V y del cargador de baterías de 230 V. Además puede instalarse un alimentador automático opcional. El consumo en modo frigorífico (-15 °C) es de 144 W y en modo congelador (-25 °C) de 104 W.



El condensador de refrigeración está construido en cupro-níquel marino para el acoplamiento a la bomba de circulación autocebante. El compresor hermético Colder garantiza al menos 10.000 horas de funcionamiento.

La regulación se realiza por medio de un temporizador o termostato; además, como opción, puede instalarse un dispositivo de protección de baja tensión. También dispone de un sistema de funcionamiento automático que muestra la situación de carga de la batería. Se realiza un enfriamiento del aceite del compresor para permitir su instalación en espacios no ventilados.

La serie Frigoboat 2000 Twin está diseñada para congeladores de hasta 200 l y frigoríficos de hasta 350 l. El funcionamiento también se realiza con doble alimentación.

Los compresores para este equipo son Danfoss BD50 de alto rendimiento y, como en el caso anterior, también son herméticos. El consumo de esta variante de la serie 2000 es de 144 W en modo frigorífico (-11 °C) y de 120 W en modo congelador (-22 °C).

## Frigomatic

Frigomatic es una gama de refrigeración en corriente continua, adecuada para transformar un hueco aislado en un frigorífico.

El Frigomatic K35F tiene refrigeración por agua con intercambiador fuera del casco que permite un ahorro del 20 % en comparación con la refrigeración por aire. Esta disposición elimina la necesidad de la bomba de refrigeración. El compresor Danfoss instalado tiene un consumo un 25 % inferior al de otros intercambiadores. La configuración con evaporadores es adecuada para una nevera de hasta 350 l ó un congelador de hasta 80 l; por otro lado, la versión con placa de alimentación puede instalarse en neveras de hasta 160 l.

El Frigomatic W35F se diferencia del anterior en que la refrigeración del agua se realiza con bomba. Dispone de un dispositivo de seguridad por si se produce falta de agua en el circuito. Estos equipos, como los anteriores, pueden funcionar entre 2.000 y 3.500 rpm.

El Frigomatic AH35F y el AV35F disponen de un compresor Danfoss de última generación equipado con un enfriador de aceite especial y un control MASTER. El compresor trabaja a baja temperatura, incluso en condiciones de trabajo pesado, por lo que el funcionamiento es más fluido y, consecuentemente, su vida más larga, todo gracias al enfriador de aceite.

Los modelos París y Roma 35F son adecuados para trabajar con evaporadores o con placa de acumulación, con un máximo de 100 l. La instalación es horizontal. El modelo Madrid 35F es similar a los anteriores, pero su instalación es vertical. El modelo Malta 35 F por otro lado está diseñado para trabajar con evaporadores en frigoríficos de hasta 160 l y congeladores de 50 l, y con placas de acumulación en neveras de hasta 160 l. El enfriamiento se realiza con aire por medio de un ventilador doble.

En la gama 50 se encuentran los Superfrigomatic W50F y K50F. Tienen un rendimiento de hasta



un 50 % gracias a una válvula termostática especial, y el sistema se precarga por medio de conectores rápidos Frigoboat. La configuración con evaporadores es apta para frigoríficos de hasta 400 l ó congeladores de hasta 120 l. La versión con placa de acumulación para cámaras de hasta 140 l. El modelo K50F enfría el agua mediante un intercambiador fuera del casco, mientras que la versión W50F lo hace mediante agua con bomba.

Para más información: Acastimar, tel. 977 32 21 18, fax: 977 36 26 87, e-mail: [acastimar@acastimar.com](mailto:acastimar@acastimar.com)



P. I. Las Peñas. Nave 5  
33199 Granda - Siero - Asturias  
Tels.: 98 579 36 85/6  
Fax: 98 579 36 85



## INSTALACIONES FRIGORIFICAS DE GAMBUZA

Más de cuatrocientos buques navegando por todo el mundo con nuestros equipos frigoríficos.

Equipo de fonda  
Equipo frigorífico  
Gambuzas

Equipo de aire acondicionado  
Equipo de ventilación



# Smit Salvage desarrolla un método de eliminación de restos de naufragios mediante corte

Smit Salvage ha desarrollado un nuevo sistema para eliminar los restos de naufragios mediante corte que es más rápido y barato que los métodos tradicionales. Este método fue usado por primera vez durante la recuperación del submarino ruso *Kursk*, que se hundió en el Mar de Barents en agosto de 2000 a consecuencia de una explosión. La proa del submarino sufrió graves daños y tuvo que separarse del resto del buque antes de reflotarlo. La operación de rescate fue un reto debido a la profundidad de 108 m, las malas condiciones ambientales y el espesor y dureza del casco del submarino.

El nuevo sistema utiliza un cable de corte abrasivo - una serie de casquillos cubiertos con gravilla montados a lo largo de un cable de acero de alta tensión. El cable puede situarse sobre los restos y conectarse a un sistema impulsor que realiza un movimiento de sierra. Este sistema de corte altamente eficiente puede usarse en lugar de una cadena de corte - el método tradicional en el que se usan pesadas cadenas de acero y unos pies de cabria flotantes. Aunque el corte con cadena es efectivo, es más lento e impone cargas de choque en los pies de la cabria durante las operaciones de corte.

La empresa Smit Salvage ha manifestado que durante 1999 empezó a buscar nuevos métodos de corte más económicos. Su proyecto de I+D ha dado lugar a un sistema de corte de mayor rendimiento y precisión que los métodos tradicionales. En circunstancias favorables, el sistema puede reducir la duración del proyecto en un 30 %, con una reducción de costes significativa. Además, es compacto y ligero, por lo que es fácil de trans-

portar y adecuado para una amplia gama de salvamentos y eliminación de restos. La utilidad de los pies de la cabria se reduce, ya que una gabbra equipada con una grúa puede realizar los trabajos preparatorios, como la colocación del sistema de corte en el lecho marino. Este nuevo sistema aumentará la viabilidad de operaciones de rescate de restos de naufragios.

El desarrollo del sistema de corte se llevó a cabo junto con Widia Nederland, un fabricante de herramientas de carburo de wolframio y T.N.O. El prototipo fue concebido como un sistema superficial para abordar restos de naufragios en aguas poco profundas (hasta 30 m). Con posterioridad al contrato del *Kursk*, Smit modificó el sistema para trabajar en aguas profundas y le añadió un sistema impulsor submarino. Además, se reforzó el cable de corte, para aumentar la resistencia al desgaste. Antes de su uso en el *Kursk*, se demostró el alto rendimiento del sistema durante pruebas realizadas en Rotterdam, en las que fue usado para convertir una draga obsoleta en chatarra.

El corte en el *Kursk* comenzó con la colocación del cable sobre la proa. El cable fue conectado a dos puntos de anclaje en el lecho marino, situados a 20 m de cada costado del casco. Cada anclaje estaba formado por un cilindro hidráulico y una bomba de succión. La acción de las bombas provocó que las anclas se enterraran en el fondo. Mientras se enterraban la presión se ejercía en el cable de corte, que se estaba moviendo como una sierra a través de la sección de proa del submarino.



El sistema se comportó bien ante las condiciones adversas durante la operación de corte, que duró 31 horas. El gran contenido en piedra del fondo marino provocó una fricción importante haciendo que varios cables guía se partieran. Este problema se resolvió rápidamente mediante la instalación de unas placas de cierre alrededor de la polea, para prevenir el contacto directo con el fondo marino. Al mismo tiempo, el cable de corte demostró mayor resistencia al desgaste que la indicada en las pruebas iniciales. Fue reemplazado después de 12 horas de corte.

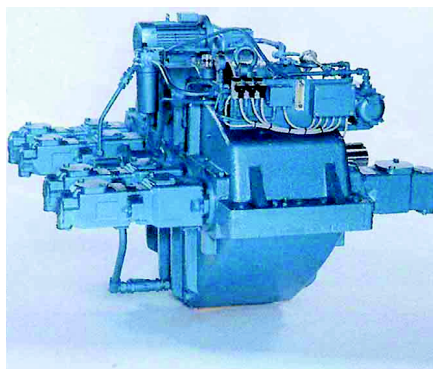
Basándose en la experiencia recogida en esta operación se está desarrollando una segunda variante del sistema de corte, para hacerlo más compacto y mejorar sus capacidades en aguas profundas.

Para más información: Tel.: +31 10 454 99 11; fax: +31 10 454 97 77.

## Econor Hispania suministra las reductoras Norgear-Kumera

La empresa Econor Hispania, representante de la empresa Kumera Norgear Marine Transmissions, ha suministrado recientemente a Armón-Vigo cajas reductoras/multiplicadoras Norgear-Kumera para su instalación en la construcción/009 que el astillero está llevando a cabo para pesquera Numari, S.L. En total han suministrado este tipo de equipos para su instalación en más de buques construidos en los últimos años en Zamakona, Armón, UNV, Pasaia, C.N. Freire, Balenciaga, etc.

Entre los productos de Kumera para buques de pesca se encuentran: tomas de fuerzas frontales, reductoras auxiliares, embragues hidráulicos, engranajes impulsores del generador, reductoras del motor del propulsor y accionamientos de la hélice.



Estas cajas reductoras se ajustan a los requisitos de las principales sociedades de clasificación. La empresa ofrece un diseño de

cajas reductoras CAD basado en las directrices de Det Norske Veritas. Su diseño y fabricación están certificados por las normas ISO 9001.

Los agentes comunican al departamento de diseño las necesidades de los clientes, para asegurarse que las reductoras se ajustan a los requisitos específicos. Los repuestos y el servicio de mantenimiento se pueden obtener en el servicio de producción de Kumera en Noruega, o en los distribuidores de los principales mercados.

Para más información:  
Econor Hispania;  
tel.: 91-850 29 96; fax: 91-851 58 76;  
e-mail: econor@mx2.redestb.es



# Westfalia Separator Ibérica presenta su nueva generación "D" de separadoras centrífugas

En este año 2002, Westfalia Separator Ibérica, S.A., sacará al mercado su nueva generación "D" de separadoras centrífugas automáticas y autolimpiables, consistente en la nueva gama de modelos OSD 6, OSD 18, OSD 35 y OSD 60, y con las siguientes capacidades en función del tipo de combustible:

Modelo	MDO (l/h)	HFO IF 380 (l/h)	LO-HD (l/h)
OSD 6	hasta 3.900	hasta 1.600	hasta 1.450
OSD 18	hasta 9.750	hasta 3.900	hasta 3.500
OSD 35	hasta 21.450	hasta 8.600	hasta 7.800
OSD 60	hasta 37.300	hasta 14.590	hasta 13.200

Los combustibles tipo son Diesel Oil marino (MDO), Fuel Oil pesado con 380 cSt a 50°C (HFO IF 380) y aceite de lubricación HD (LO-HD).

El primer astillero al que se van a suministrar estas separadoras centrífugas va a ser Izar Ferrol para su instalación en las fragatas F-310 que la factoría está construyendo para la

Marina Noruega, con la exigente prueba de choque "grado A" incluida.

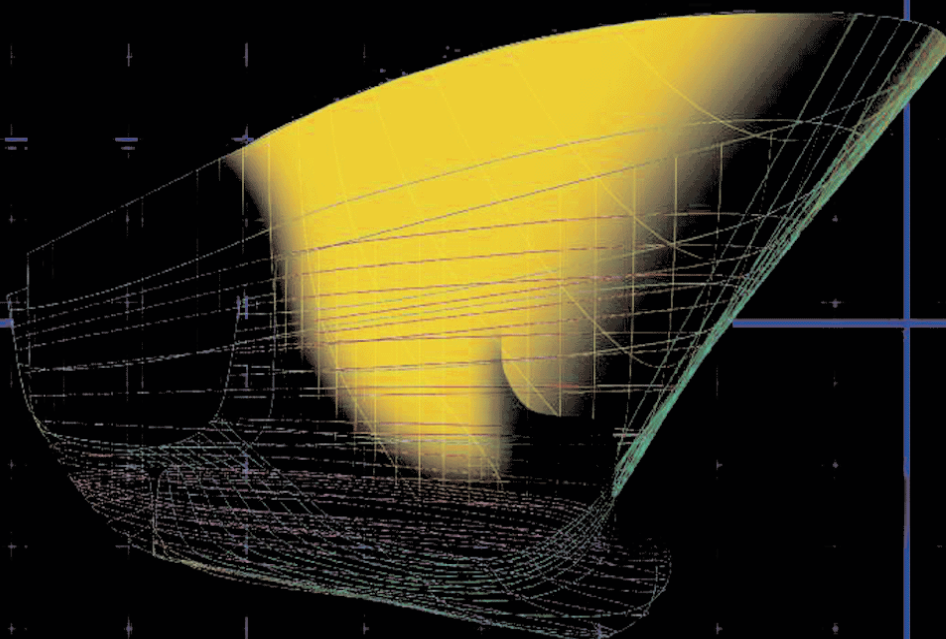
Hasta ahora, Westfalia Separator Ibérica venía suministrando separadoras centrífugas de su "generación C" en múltiples astilleros nacionales, como Astilleros H.J. Barreras para sus construcciones nº 1594 y 1595, ro-ros para Neptune Lines, y para otras construcciones, Izar Sestao para las construcciones nº 319 y 321, LNGs para la naviera Fernández Tapias y para Knutsen Marpetrol, para las construcciones nº 320 y 322, dragas de succión para Dredging Maritime, Izar Puerto Real para las construcciones nº 087 y 103, LNGs para la Empresa Naviera Elcano y para Knutsen Marpetrol, y para la construcción nº 105. También ha suministrado separadoras centrífugas a otros astilleros como Construcciones Navales Freire, Astilleros Balenciaga, etc.



Para más información:  
Westfalia Separator Ibérica;  
tel.: 91-345 03 99; fax: 91-350 75 08;  
e-mail: fernandez.angel@westfaliaiberica.com

## F. CARCELLER -Ingenieros Navales - Consultores

Proyectos - Valoraciones - Arbitrajes - Comisariado



Montero Ríos, 30 - 1º  
36201 VIGO (ESPAÑA)  
Teléfono: 986 430 560  
Telefax: 986 430 785  
e-mail: faustino@iies.es



## Audiencia de S. M. el Rey a la Junta Directora del Instituto de la Ingeniería de España

El día 6 del pasado mes de febrero tuvo lugar la Audiencia de S. M. el Rey a la Junta Directora del Instituto de la Ingeniería de España, que llevaba solicitada desde hacía algún tiempo.

La Presidenta del Instituto de la Ingeniería de España, María Jesús Prieto Laffargue, presentó a S. M. el Rey a los restantes miembros de la Junta: Carlos de Andrés Ruiz, Presidente de la Asociación de Ingenieros Aeronáuticos, como Vice-presidente, José González Delgado, Presidente de la Asociación de Ingenieros Agrónomos, Clemente Sáenz Ridruejo, Presidente de la Asociación de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Juan Zaforas de Cabo, Presidente de la Asociación de Ingenieros de ICAI, Pedro M. Guitart Sabaté, Presidente de la Federación de Asociaciones de Ingenieros Industriales, Emilio Llorente Gómez, Presidente de la Asociación de Ingenieros de Minas, Alejandro Valladares Conde, Presidente de la Asociación de Ingenieros de Montes, Alfonso González Ferrari, en representación del Presidente de la Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos, Enrique Gutiérrez Bueno, Presidente de la Asociación de Ingenieros de Telecomunicaciones, Santiago Estrada Sáiz, Presidente de la Asociación Civil de Ingenieros de la Defensa, y Jaime Tornos Cubillo, ex - Secretario General del I.I.E., como Vocales, Miguel Vergara Trujillo, como Secretario General del I.I.E., Asís Martín-Oar y Fernández de Heredia, como Director Gerente, y Antonio Martín-Carrillo Domínguez, como Tesorero.

El I.I.E., creado en 1905, es una institución de derecho privado que reúne a las Asociaciones y Federación de Asociaciones de las diversas ramas de ingenieros, diez en total, que nacieron y se consolidaron en España a lo largo de los siglos XIX y XX, y que en la actualidad agrupan a unos setenta mil profesionales de todas las especialidades.



María Jesús Prieto recordó expresamente a S.M. el origen histórico del I.I.E., su trayectoria, así como que S.M. ostenta la Presidencia de Honor de dicho Instituto. Al mismo tiempo hizo un ruego a S.M. para que ejerza la Presidencia de Honor en algún acto concreto, recordándole que su abuelo, el Rey Alfonso XIII, tuvo presencia activa en el I.I.E., que sirvió para impulsar el interés general por todo cuanto representaba para la sociedad el desarrollo nacional de sus ingenierías.

La Audiencia, que tuvo una duración de 45 minutos, tras una sesión fotográfica, transcurrió en un animado coloquio en el que todas las Ingenierías tuvieron la oportunidad de hacer llegar a S.M. sus planes y peculiaridades. Al cierre de la Audiencia, S.M. el Rey se comprometió a buscar en su agenda una fecha para visitar el Instituto, a lo que la Presidenta mostró su agradecimiento y sugirió a S.M. que pudiera coincidir con el acto de constitución del "Alto Consejo Consultivo del Instituto", pre-

visto para finales del próximo mes de junio.

Es de destacar que esta Audiencia ha sido una de las más largas que S.M. el Rey ha concedido a Instituciones de este carácter en los últimos años; así mismo hay que subrayar el gran interés con que atendió las explicaciones e intervenciones de los representantes de cada Ingeniería.

Ante la imposibilidad de asistir del Presidente de la AINE, y en último momento del Vicepresidente, los Ingenieros Navales estuvieron representados por Alfonso González Ferrari, Director de Gestión, quien explicó la importancia internacional de la industria naval que no sólo es una industria cuya tradición se remonta a Jorge Juan sino que España tiene hoy una industria naval y marítima de primer nivel.

La presidenta del I.I.E. ofreció a S.M. el Rey, como recuerdo de la visita, el libro "Historia de la Tecnología en España", encuadernado en piel.

## Nuestros compañeros

**Luis Pérez Rojas** (promoción 1973): ha ganado la cátedra de Teoría del Buque en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales (ET-SIN), de Madrid.

**Alejandro Crespo Calabria** (promoción 1951): ha recibido el Doctorado Honoris Causa de la Universidad Católica de Salta, en Argentina.

**Francisco Angulo Barquín** (promoción 1963): ha sido nombrado presidente de PYMAR.

**Luis Lomo Martín** (promoción 1965): ha sido nombrado Director General de PYMAR.

**Manuel Meizoso Fernández** (promoción 1968): ha ganado la cátedra de Proyectos en la

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales (ET-SIN), de Madrid.

**Manuel Carlier de Laval** (promoción 1978): ha sido elegido presidente de la Asociación para la Promoción del Transporte Marítimo de Corta Distancia (Short Sea Shipping, SSS).



# ONDARROAKO V. ITSAS AZOKA



## V FERIA DEL MAR DE ONDARROA



LEA - ARTIBAICO  
AMANKOMUNAZGOA



ONDARROAKO  
UDALA



Bizkaiko Foru  
Aldundia

Diputación Foral  
de Bizkaia

bbk



HEKAZARITZA ETA ARRANTZA SAIA  
GARRAIO ETA HERRIKOIN SAIA



2002.eko EKAINA  
JUNIO de 2002

Egunak-Días:  
20, 21, 22 y 23

**EXPOSICIÓN**  
*de productos  
relacionados  
con la pesca y  
el sector náutico  
en general.*

### Y además:

- Conferencias-Coloquio
- Degustación de productos del mar
- Actividades culturales
- Folklore

PARA CONTRATACIÓN DE STANDS  
E INFORMACIÓN DIRIGIRSE A:

LEA-ARTIBAICO AMANKOMUNAZGOA

Oletako Eskoletxea z/g · Ugaran Auzoa  
48289 AMOROTO (Bizkaia)

Tel.: 94 684 26 96 · Fax: 94 624 33 87

E-mail: [mankomunitatea@lea-artibai.org](mailto:mankomunitatea@lea-artibai.org)

[www.lea-artibai.org](http://www.lea-artibai.org)



LEA - ARTIBAICO  
AMANKOMUNAZGOA



# Efectos Térmicos en el Mecanizado de Piezas de Acero al Carbono

Autor: José Luis Morán González

Resumen de Tesis Doctoral. Director: Isidoro Martínez Herranz

En el mecanizado de piezas para maquinaria se utilizan tolerancias del orden de las centésimas de milímetro. Esto es debido en ocasiones a que se necesitan holguras suficientes para que el rozamiento sea mínimo, pero lo bastante pequeñas como para que no haya oscilación. En otros casos, es necesario realizar un apriete, esto es, un procedimiento por el que el ensamblaje de dos piezas sólo se consigue bien calentando una para que dilate, bien enfriando la otra para que contraiga. En ambos casos, diferencias de varias centésimas de milímetro pueden ser decisivas a la hora de conseguir un correcto montaje y posterior funcionamiento de la máquina.

Puede suceder sin embargo, que una vez se han mecanizado todas las piezas que conforman la máquina y se procede a su montaje o premontaje, no se hayan conseguido las tolerancias requeridas, por lo que es necesario desmontar y repetir el mecanizado, cuando no hay que rechazar la pieza y fabricar otra nueva. Esto conlleva un incremento considerable de horas de fabricación y, consecuentemente, un aumento del costo y el plazo.

Una de las causas por las que no se consiguen estas tolerancias mínimas es la dilatación térmica de los materiales. Aproximadamente el 98% del trabajo que se consume en el mecanizado es convertido en calor. Las deformaciones provocadas por la temperatura que se alcanza a consecuencia de este calor afectan directamente a las tolerancias de acabado. Dichas deformaciones pueden estar originadas tanto en el porta-herramientas como en la propia pieza de trabajo.

El objetivo de esta tesis doctoral es el de proporcionar un instrumento eficaz para predecir el calentamiento de una pieza durante su mecanizado por torneado. Esto implica una posible prevención de sus efectos, así como un mayor control de todo el proceso. Para realizar esta operación se ha utilizado una mandrinadora-fresadora. Con dicha máquina se ha llevado a cabo un proceso de mandrinado, que es semejante a un torneado interior. En la mandrinadora-fresadora, a diferencia del torno, la pieza permanece fija y el arranque de viruta se produce por el giro de la herramienta. Dado que para la medición de las variaciones térmicas durante todo el proceso se han utilizado, además de una cámara termográfica, unos termopares que han de fijarse a la superficie de la

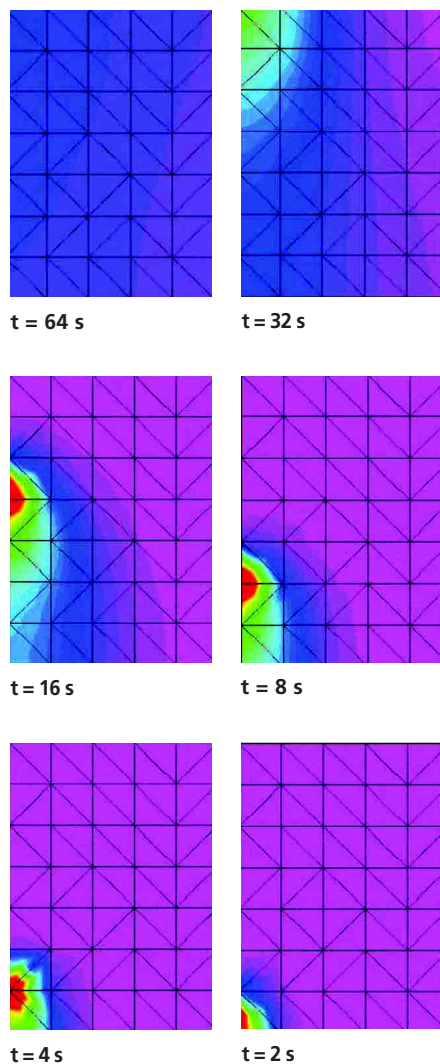


Figura 1

pieza a mecanizar, resulta evidente que la mandrinadora-fresadora, en la que la pieza permanece inmóvil, es la máquina idónea para la ejecución del ensayo.

Para predecir las temperaturas que se alcanzan en la pieza, se han empleado dos modelos matemáticos diferentes. De estos dos modelos, uno ha sido un programa comercial que utiliza un algoritmo basado en elementos finitos; el otro es un programa de desarrollo propio basado en volúmenes finitos. Asimismo, en ambas simulaciones se han utilizado dos modelos diferentes de deposición de energía. Con

estas simulaciones se conocen las temperaturas en todos los puntos de la pieza durante el mecanizado. En la Fig. 1 se observa la evolución de los mapas térmicos en una sección de la pieza tomados a los tiempos que se indican desde el comienzo del mecanizado.

Los modelos numéricos se han validado por medio de ensayos experimentales. En ellos se ha mecanizado una pieza con unos parámetros de corte prefijados y se han medido, con termopares, las temperaturas alcanzadas en puntos situados en la superficie. Asimismo, se han tomado imágenes térmicas de la pieza durante este proceso por medio de una cámara termográfica. En la imagen superior de la Fig. 2 se presenta una imagen térmica obtenida durante el mecanizado de una biela. A partir de ella, en la imagen inferior se han calculado automáticamente las isoterma.

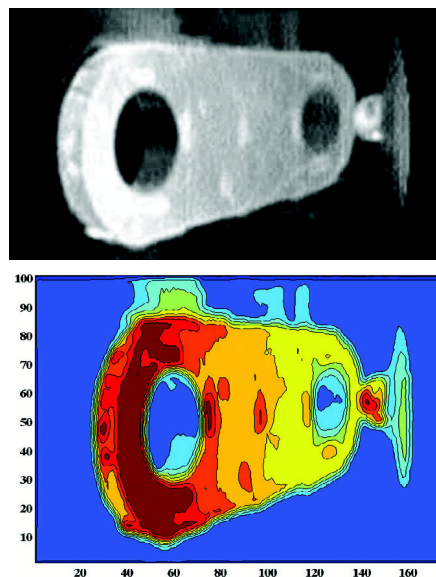


Figura 2

La adquisición automática de datos se gestionó por medio de un programa diseñado en lenguaje "C". Este programa grababa las temperaturas y las imágenes térmicas con las frecuencias requeridas. En la Fig. 3 se presentan algunas fotos tomadas durante la ejecución de los ensayos de una pieza anular.

Todos los resultados de las pruebas han sido tratados posteriormente para obtener la evolución de las temperaturas de distintas zonas





Figura 3

de la pieza a lo largo del tiempo. En la Fig. 4 se aprecia el resultado de una de dichas pruebas. Durante la ejecución de los ensayos se observó que la pieza se cargaba electrostáticamente durante el mecanizado. Ello provocaba errores en la lectura de los termopares, por lo que fue necesario aislarlos eléctricamente.

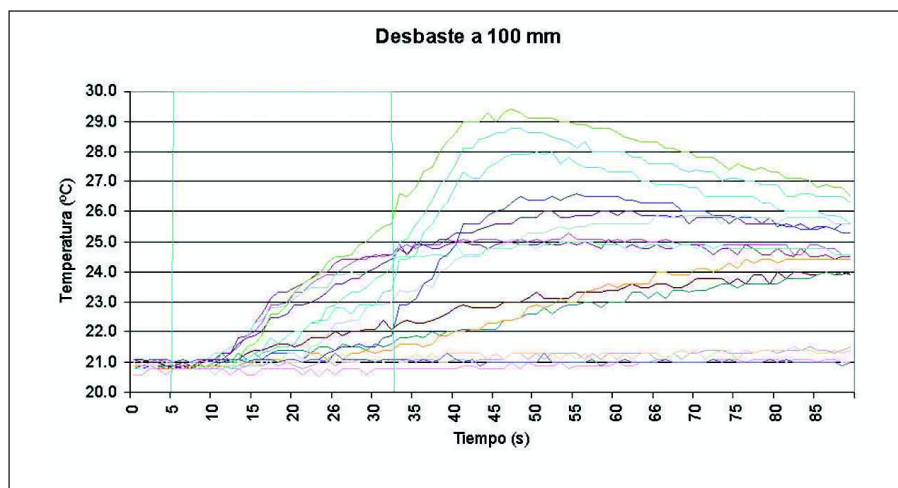


Figura 4

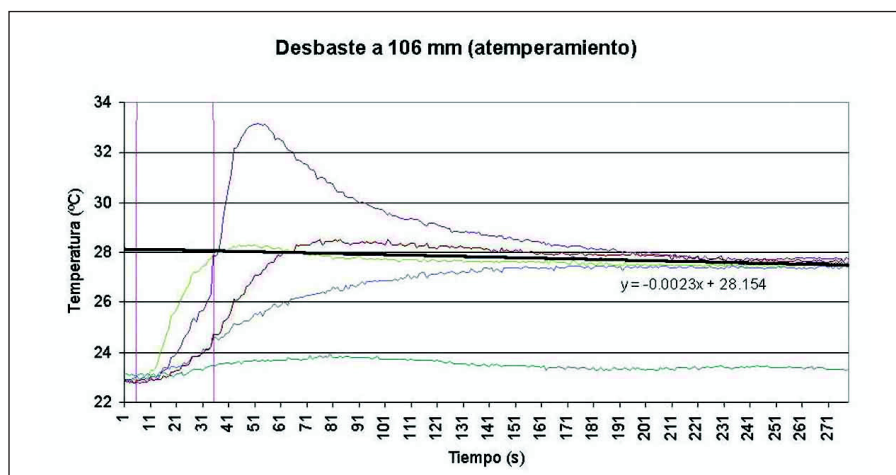


Figura 5

Este aislamiento eléctrico hizo necesaria una corrección dinámica de la temperatura, dado que eran relativamente bajas las velocidades de respuesta en las mediciones. Dicha corrección se determinó experimentalmente contrastando las diferentes velocidades de respuesta entre termopares aislados y termopares con el extremo sin aislar, en la pieza sin mecanizar.

El porcentaje de energía que se depositaba en la pieza respecto a la total utilizada en el mecanizado ha sido calculado por balance energético mediante regresiones como la realizada en la Fig. 5.

Una vez comparados los resultados obtenidos con las modelizaciones y los ensayos experimentales, se ha comprobado que el programa de desarrollo propio valida el programa comercial y que ambos tienen un buen ajuste con los resultados experimentales, dentro de las incertidumbres propias de las medidas.

Las dos modelizaciones diferentes que se han utilizado para simular la deposición de energía durante el mecanizado han conducido a resultados equivalentes.

Por último, en la presente tesis se ha desarrollado y contrastado un método sencillo y eficaz para obtener experimentalmente el porcentaje de energía que se deposita en la pieza.

Los campos transitorios de temperatura que se han estudiado en esta tesis podrían complementarse con un análisis de las deformaciones que ellos mismos provocan en la pieza, lo que constituiría un interesante y práctico tema para otra futura tesis doctoral.

- ✱ Peladoras de pescados planos, filetes y pota.
- ✱ Máquinas cortadoras de anillas y tiras.
- ✱ Limpiadores de pota.
- ✱ Diseño propio y fabricación de maquinaria a medida.
- ✱ Mantenimiento de maquinaria.



Camino Romeu, 45  
36213 Vigo – España  
E-mail: halfaro@halfaro.com  
Web: www.halfaro.com  
Tel.: +34 986 29 46 23  
Fax: +34 986 20 97 87



# La condición continental

Víctor García García

Representante de Alumnos en Junta de Escuela  
Subdelegado de Alumnos en Gestión Académica de la ETSIN

**La convergencia europea en el ámbito de la educación superior obliga a afrontar cambios de calado en la Universidad Española. Los modelos educativos faltos de eficiencia, arraigados en muchas facultades y escuelas de nuestro país, están llamados a desaparecer o a constituir el lastre que provoque la extinción de las instituciones que no sepan adaptarse a las nuevas condiciones de contorno. En este contexto, emergen múltiples retos e interrogantes sobre el futuro de la ETSIN.**

*Ducunt volentem fata, nolentem trahunt.  
L. Annaeus Seneca*

La Geopolítica da pie a considerar la existencia de dos tipos diferentes de sociedad: la marítima y la continental. Según el historiador Jacques Pirenne, iniciador de esta corriente de pensamiento, los rasgos de una sociedad marítima son el intercambio económico, el liberalismo y la tolerancia que traen consigo la forma de ser cosmopolita, asimilándose al tipo más avanzado de civilización que considera al mar como una puerta abierta al océano y no como una frontera de separación con el resto del mundo. Citando sus propias palabras:

*“Los pueblos de condición marítima se orientan hacia el exterior, al intercambio comercial y cultural con otros pueblos. Son tolerantes, liberales y cosmopolitas. Sus cualidades más sobresalientes son la iniciativa y el individualismo, tanto en el plano social como en el intelectual. Su supervivencia está en la mar...”*

Como contraposición a esta sociedad se encuentran, según Pirenne, los pueblos de condición continental, definiéndolos del siguiente modo:

*“Un grupo social cerrado, que vive reflejado en sí mismo en una estrecha solidaridad política y religiosa exclusivamente nacional y basada en la intolerancia. El individuo se subordina al grupo. Sus cualidades son la confianza y seguridad en sí mismos, el culto al prestigio nacional y los deseos de superioridad racial (...). No necesitan del mar ni para vivir ni para combatir”.*

El Contraalmirante de la Armada Española Jesús Salgado Alba, en una conferencia sobre Oceanopolítica, esboza una generalización sutil al referirse a la dicotomía de las sociedades realizada por Pirenne: *“La marítima y la continental. Dos tipos de civilización, dos estilos de vida y, sobre todo, dos clases de mentalidad humana...”*

¿Cuál es la condición de la ETSIN como organización? ¿Cuál es la mentalidad que le traza fronteras, que la aísla y la condena a desaparecer? ¿Es una paradoja que una escuela de ingenieros navales se pueda definir como “continental”? El futuro cercano nos plantea múltiples riesgos que nunca podrán ser conjurados con un simple deseo de superioridad, un prestigio supuesto o con la narcosis del olor a naftalina. Lo único actualmente acreditable es que el rendimiento académico de esta Escuela es uno de los peores en el ámbito de las escuelas de ingeniería españolas y de la Unión Europea, que el plan de estudios actual está desfasado respecto a lo que necesita el mundo de la empresa y que existe un rechazo frontal por parte de los estudiantes a ingresar en el Centro (este curso no se han cubierto casi la mitad de las plazas de nuevo ingreso y sólo se han matriculado 32 alumnos en primera opción tras la preinscripción de junio).

La condición continental nos merodea, y a menudo nos supera; es por ello que impide diseñar remedios, llevando a nuestra Escuela a su posible desaparición, afectando así, a su vez, al futuro de la Profesión.

## El viaje europeo del Comité de Expertos

El Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos creó en el año 2000 un grupo de trabajo constituido por profesionales de reconocida experiencia en el ámbito del sector naval, con el objetivo de definir el perfil del ingeniero naval demandado hoy en día por la sociedad, estableciendo a su vez criterios para su formación. El fin último consistía en crear un documento (“Libro Azul”) que sirviera como referencia a la hora de elaborar nuevos planes de estudios en las escuelas superiores españolas. Este grupo, al que se denominó “Comité de Expertos”, estaba integrado por diez inge-

nieros navales, siendo representadas las dos escuelas que ofrecen actualmente en nuestro país el título de ingeniero naval superior. Cabría destacar que cuatro de los miembros eran profesores de la ETSIN de Madrid, encontrándose entre ellos el entonces Director y el Jefe de Estudios.

En el verano de 2000 cuatro integrantes del Comité de Expertos visitaron varias universidades europeas que impartían la enseñanza de Ingeniería Naval y Oceánica, con el fin de conocer sobre el terreno su funcionamiento (organización, planes de estudios, titulaciones, criterios de admisión y de evaluación de los alumnos, selección del profesorado, medios educativos, etc.). Fueron seis las universidades examinadas en Alemania, Dinamarca, Holanda, Inglaterra y Escocia: Universidad Técnica de Berlín, Universidad Técnica de Dinamarca, Universidad de Delft, Universidad de Glasgow, Universidad de Strathclyde y Universidad de Newcastle. Debido a que el Comité disponía de suficiente información documental reciente sobre las universidades francesas, optó por no visitarlas.

Este viaje supuso el descubrimiento de un verdadero contramundo que ha quedado reflejado en el Libro Azul. Algo que no puede pasar desapercibido para quien conozca el funcionamiento de la ETSIN de Madrid son los datos del rendimiento académico de las escuelas europeas visitadas: el porcentaje de alumnos que abandonan la carrera antes de obtener el título se encuentra en un intervalo que comprende desde el 8% al 30%, mientras que el exceso de tiempo medio para finalizar los estudios va de un 2% a un 10%. Según la estimación realizada por el Comité de Expertos, el grado de fracaso en la ETSIN de Madrid es de un 68%, mientras que, atendiendo a los datos hechos públicos por la Dirección de la ETSIN el pasado curso, el exceso de tiempo medio para finalizar la carrera



fue de un 63% en 1999 y de un 57% en 2000, con una clara tendencia a aumentar en los próximos años.

#### Duración media de los estudios en la ETSIN (sin incluir el plazo de presentación del Proyecto Fin de Carrera)

Curso	Años	Curso	Años
90/91	9,1	95/96	8,5
91/92	8,1	96/97	8,8
92/93	8,7	97/98	9,1
93/94	7,7	98/99	9,8
94/95	9,0	99/00	9,4

Fuente: Dirección de la ETSIN. Reunión informativa del día 7/3/01.

Debemos subrayar que el rendimiento académico es un indicativo del grado de éxito o fracaso de los procesos educativos, aparte del logro o no de los objetivos formativos de los planes de estudios, cuya evaluación es menos evidente (1). Los porcentajes que acabamos de exponer no deberían ser interpretados como meros números, sino como el reflejo de una realidad que perjudica gravemente a los recién titulados por la ETSIN respecto a sus homólogos europeos, ahora que la circulación de profesionales comienza a extenderse en toda Europa. Recordemos que el título equivalente al de ingeniero naval superior español se otorga con planes de estudios de cinco años en todas las universidades visitadas por el Comité de Expertos, salvo en Inglaterra, donde esta carrera es de cuatro años. Si el exceso de tiempo para finalizar la carrera en la universidad europea de más bajo rendimiento es de un 10%, la duración real máxima de los estudios es de unos 5,5 años en el peor de los casos. Esto contrasta brutalmente con lo que sucede en la ETSIN de Madrid, donde la media real de tiempo para finalizar los estudios incluyendo la confección del Proyecto Fin de Carrera supera los 10 años. ¿Es razonable que los estudiantes de Ingeniería Naval de la UPM de Madrid necesiten emplear el doble de tiempo que el resto de los europeos para obtener su título? ¿Acaso el nivel de preparación de un ingeniero naval salido de la ETSIN equivale al de dos europeos?

#### Duración media de los estudios en las ingenierías superiores de la UPM (sin incluir el plazo de presentación del Proyecto Fin de Carrera)

Titulación	Años
ETSI Minas	7,7
ETSI Industriales	7,6
ETSI Caminos	7,4
ETSI Agrónomos	7,4
ETSI Montes	7,3
ETSI Arquitectura	7,2
ETSI Aeronáutica	6,8
ETSI Telecomunicación	6,6

Fuente: "Diagnóstico de la situación actual". Boston Consulting Group. UPM 1999.

España ha logrado estas últimas décadas proporcionar a sus ciudadanos un acceso generalizado a la educación universitaria, hasta llegar a porcentajes de titulados universitarios similares a los de los países europeos más avanzados: se ha pasado de los 650.000 estudiantes del año 1980 al millón y medio de este comienzo de siglo. El reto actual consiste en me-

jorar la calidad del sistema universitario, pues la calidad es un objetivo irrenunciable de todo servicio público, y más aún, si cabe, de la universidad. La búsqueda de la calidad viene también obligada por la referencia que nos marca el resto de Europa. Según los datos del Ministerio de Educación y Ciencia, la tasa de abandono universitario en España es de un 33%, frente al 17% europeo, mientras que el tiempo empleado por los españoles para terminar sus estudios superiores excede en un 27% al del resto de los europeos. España es el país de la Unión Europea en el que más tarde salen los jóvenes a trabajar. "Lo hacemos cuando otros países llevan ya dos años de experiencia... es algo que debe corregirse", subrayó hace unos meses el secretario general de la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE), Félix García Lausín (2). Que un estudiante de la ETSIN se vea privado de cinco años de experiencia profesional respecto a un homólogo europeo es, en este contexto, algo manifiestamente intolerable.

### Calidad, diferenciación y supervivencia

El 25 de mayo de 1998, Francia, Reino Unido, Italia y Alemania aprobaron la Declaración de la Sorbona con el doble objetivo de impulsar la armonización progresiva de los títulos universitarios y la movilidad de los estudiantes. Un año después en Bolonia, los ministros de 30 países (los de la Unión Europea, pero también los de los países del Este) consensuaron otro manifiesto que intentaba facilitar la movilidad de los alumnos y avanzar en el proceso de homologación de carreras universitarias entre países, estableciendo una estructura semejante para todas las titulaciones europeas. Con un evidente carácter ejecutivo, la Declaración de Bolonia plantea unos objetivos que deben ser cumplidos por los estados firmantes antes de 2010. Europa ha tomado un rumbo claro y el espacio común universitario europeo ya no es un auspicio, sino una iniciativa en marcha. El criterio de la convergencia con el resto de los sistemas universitarios del continente nos obliga a hablar de la calidad, pues en un futuro próximo la movilidad de los estudiantes no quedará restringida a las actuales becas Erasmus, sino que se ampliará, generalizándose el reconocimiento de créditos entre universidades. La evaluación y acreditación de la calidad de las universidades será el valor de cambio, y así ha quedado reflejado en la reunión de los representantes de educación de 32 países europeos llevada a cabo en Praga en mayo del año pasado. Es significativo en este sentido que la Comisión Europea esté intentando impulsar la configuración de una red de agencias de evaluación para facilitar los mecanismos de reconocimiento de titulaciones universitarias entre países. Esta agencia pretenderá ofrecer una medida del rendimiento de las universidades, lo que impulsará la transparencia y la competencia (3).

El único sistema implantado actualmente en España para evaluar la calidad se puso en marcha en 1996 y recibe el nombre de "Plan Nacional de Evaluación de la Calidad de las Universidades". No tiene carácter obligato-

rio y las universidades presentan a examen las carreras que ellas mismas sugieren, con los datos aportados por los propios centros, lo que impide elaborar un ranking sobre cuáles son los mejores centros o titulaciones. De esta evaluación no se desprende ningún tipo de consecuencia o responsabilidad. En la actualidad este plan nacional está en su cuarta convocatoria, siendo previsible que el 75% de las titulaciones españolas esté evaluado dentro de dos años (advirtamos que la ETSIN aún no se ha sometido a evaluación).

Pero la nueva Ley Orgánica de Universidades (LOU), que ha sido aprobada por el pleno del Congreso el pasado 20 de diciembre, va a generar un cambio drástico en cuanto a la rendición de cuentas del sistema universitario español y su sometimiento a criterios de medición. Así, el texto crea la "Agencia de Evaluación de Calidad y Acreditación", que actuará con independencia de la Administración tanto en las universidades públicas como en las privadas y que tendrá como fin, según palabras de la ministra de Educación, Pilar del Castillo Vera (4): "promover y garantizar un servicio público de enseñanza superior de calidad; pero también ofrecer a la sociedad información basada en criterios objetivos de la calidad de las enseñanzas que se ofrecen y, en definitiva, favorecer la comparabilidad entre los centros universitarios". Un equipo de técnicos del Ministerio de Educación está elaborando ya los pilares de la futura agencia, en cuya creación se invertirán once millones de euros (5).

Uno de los fines de la Agencia de Evaluación de Calidad y Acreditación será proporcionar información cuantitativa sobre las universidades, que sea útil tanto a los gestores de las propias instituciones como a los usuarios. Para ello se ha elaborado un catálogo de 45 indicadores (6) que medirán de forma objetiva la calidad y el rendimiento de los centros. Estos indicadores se dividen en siete grupos: oferta universitaria, demanda universitaria, recursos humanos, recursos financieros, recursos físicos, proceso y resultados. Aunque los indicadores que posiblemente tendrán una mayor relevancia serán los "indicadores de resultado", como ha precisado el Ministerio de Educación en la presentación del catálogo:

"Pero probablemente los indicadores más significativos, que marcarán en gran medida las decisiones a adoptar por los futuros estudiantes universitarios a la hora de decantarse por una u otra universidad, serán los indicadores de resultado, un total de diez indicadores que reflejarán el porcentaje de abandono de la titulación por los alumnos que comenzaron a estudiarla; la tasa de rendimiento, es decir, la eficacia en la superación de créditos de los alumnos de un estudio respecto a su primera intención representada por la matrícula; la tasa de éxito, es decir, la superación de créditos de los alumnos de una titulación respecto a la situación real de alumnos que se presentan a evaluación; la tasa de graduación, la duración media de los estudios, el nivel de satisfacción alcanzado y, una vez finalizados los estudios, el porcentaje de graduados de cada titulación que tres años después de terminarlos están empleados en un trabajo que consideran razonablemente satisfactorio."

Hay que destacar que cualquier persona o institución podrá acceder a este catálogo, pues será público, utilizándolo con el fin que precise. Así, es de esperar que las políticas de financiación de las universidades estén relacionadas con la calidad de sus resultados y su rendimiento, que serán medidos de forma objetiva a través de los siete grupos de indicadores. La ministra de Educación ya ha advertido que existe el claro objetivo de hacer esfuerzos de financiación adicional para las universidades que se destaquen por su calidad (7). En Italia, país que ha aprobado recientemente una reforma universitaria encaminada a la convergencia europea acordada en Bolonia, la financiación universitaria se ha condicionado al número de alumnos y al resultado de la evaluación de la calidad de los centros (8): es previsible que en España suceda algo similar. Cada universidad tendrá, por consiguiente, que tomar las decisiones que considere oportunas cuando alguna de sus titulaciones no cumpla los requisitos mínimos de calidad o de demanda por parte de los estudiantes de nuevo ingreso, pues su financiación global y la optimización de sus recursos se podrían ver perjudicadas. La nueva Ley Orgánica de Universidades aporta las herramientas necesarias para hacer posibles las actuaciones que se planteen: *"Hoy en día hay resultados lamentables en muchas universidades y no se pueden cerrar algunas de sus titulaciones. Hay que acabar con esto"*, ha afirmado Francisco Michavilla (9), sintetizando un sentimiento compartido desde hace tiempo por muchos expertos en educación y responsables políticos.

Del mismo modo, es más que probable que, al igual que ocurre en Estados Unidos (10), los periodistas especializados en educación empleen los indicadores para elaborar *rankings* de carreras y universidades, con el objeto de orientar a los potenciales nuevos clientes del sistema universitario. El deseo del Ministerio de Educación es que este sistema ayude a fomentar la competencia entre universidades y titulaciones: la competencia siempre genera diferenciación, determinando la supervivencia de los que mejor se adaptan a los cambios. Como ocurre en la selección natural, cuando el alimento escasea sólo prosperan aquellos individuos de la especie más aptos para procurárselo; el alimento de las escuelas y facultades universitarias son los alumnos de nuevo ingreso, cuyo número experimentará un considerable descenso en los próximos años.

## El escenario futuro

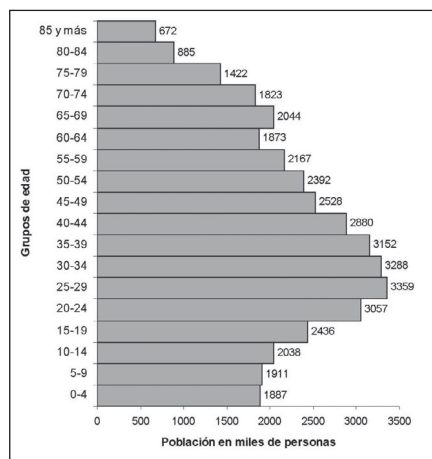
La caída demográfica llegó el pasado curso por primera vez a la Universidad, según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE): los 1.540.596 alumnos matriculados en estudios superiores de primer y segundo ciclo supusieron un retroceso del 2,7% respecto al año anterior (42.102 alumnos menos), rompiendo la histórica tendencia al alza del número de matrículas en escuelas y facultades. La Universidad Española tiene este curso 2001/02 unos 48.000 alumnos menos que el pasado, como efecto de la disminución de la natalidad (las estadísticas cifran en un 5% el descenso del número de jóvenes en edad universitaria), así como por el incremento de alum-

nos de Formación Profesional, de grado medio y superior (unos 7.000 alumnos más en el conjunto nacional).

Atendiendo a los pronósticos de los expertos, en el año 2010 el número de universitarios no llegará al millón, lo cual no nos puede sorprender en absoluto si observamos la pirámide de población española. Aparte de la demografía debemos tener en cuenta el auge de los ciclos formativos de la Formación Profesional (FP), que provocará un importante trasvase de alumnado a esa enseñanza especializada: un 60% de personas que reciben docencia escolar en el seno de la Unión Europea se inclina actualmente por la FP y un 40% por la universidad, mientras que en España estas cifras se invierten, aunque existe una tendencia a converger con el resto de la UE en este aspecto (11).

En 2000 se matricularon en las pruebas de Selectividad 266.796 estudiantes, lo que significó un descenso del 10,7% respecto al año anterior y del 18,5% en los últimos seis años, según datos del INE. El pasado curso hubo unas 30.000 plazas vacantes en primer año de las carreras universitarias españolas por falta de alumnos demandantes. Este curso la cifra de matriculados en la prueba de acceso a la universidad ha continuado descendiendo, al contrario que las vacantes en las facultades y escuelas de nuestro país. En el Distrito Único de Madrid se matricularon en junio de este año 27.000 alumnos para realizar las pruebas de Selectividad (tres mil menos que el curso pasado), quedando para septiembre 16.000 plazas de nuevo ingreso sin cubrir en las seis universidades públicas madrileñas, de las que finalmente no se han ocupado ni la mitad (12).

## Distribución de la población española por grupos de edad a 1/7/2001



Fuente: Instituto Nacional de Estadística.

En contraste con este descenso en el número de alumnos de nuevo ingreso, las 69 universidades españolas siguen aumentando su oferta, manteniendo la misma tendencia sostenida que ha sembrado de centros universitarios la mayor parte de las localidades de más de 50.000 habitantes. Este curso, siguiendo los datos aportados por el Consejo de Universidades, se imparten 2.787 enseñanzas en todo el país, 142 más que el pasado. Por lo que respecta a

Madrid, las universidades de esta Comunidad, además de proporcionar la mayor oferta de estudios de España, han puesto en marcha treinta nuevas titulaciones, aparte de una escuela politécnica creada por la Universidad San Pablo-CEU.

Como vemos, la demanda y la oferta de plazas universitarias de nuevo acceso están tomando direcciones divergentes, así es que en los próximos años será necesario ajustarlas. Hasta ahora se había hecho frente a un periodo de crecimiento del número de alumnos, pero las circunstancias actuales son las opuestas. Se están comenzando a proponer medidas como la planteada por las universidades de Asturias y País Vasco, consistente en clausurar la titulación de Ingeniería Técnica de Minas para ajustar oferta y demanda (13). En este sentido, resulta significativo que el Consejo de Universidades presentara en diciembre de 2000 un informe (14) con el objetivo principal de establecer medidas correctoras en cuanto a la implantación de nuevas titulaciones, analizando la oferta y demanda de las distintas enseñanzas universitarias. Para que nadie se lleve a engaño respecto a la delicada situación por la que atraviesa nuestra titulación, debemos advertir que el informe destaca expresamente a las ingenierías de Minas y Naval como carreras "de demanda muy baja" dentro del área de las Enseñanzas Técnicas.

De no producirse un cambio rápido y contundente en la realidad de esta Escuela, ¿qué podemos esperar de un futuro que nos asegura unas condiciones de contorno cada vez más adversas?

## La realidad académica de la ETSIN

Resulta inquietante la drástica reducción en el número de alumnos de nuevo ingreso que ha experimentado la ETSIN durante los dos últimos años. Los efectos de la disminución de la natalidad, que apenas empiezan a dejar huella en la Universidad Española, son ya catastróficos en el caso de nuestra Escuela, lo que pone al descubierto una debilidad enfermiza en la demanda de estos estudios. Evitaremos ahondar una vez más en las razones que explican el rechazo que genera la ETSIN entre sus potenciales clientes (1) y nos centraremos en la realidad de las cifras:

El pasado curso la Escuela ofertó 195 plazas para alumnos de nuevo ingreso (15 de cupo de acceso para ingeniería técnica naval y 180 para estudiantes de COU y Logse). En junio sólo se cubrieron 67 plazas, mientras que los alumnos que aprobaron Selectividad en septiembre formalizaron 76 matrículas (15): en total se ocuparon 143 plazas, quedando 52 vacantes. El hecho de que el número de matriculados en el periodo de octubre superara al de junio se debe, sin duda alguna, a que la ETSIN fue el curso pasado una de las pocas ingenierías de la Comunidad de Madrid que aún disponía de plazas para los estudiantes que aprobaron Selectividad en septiembre.

Aunque en el año 2001 se han reducido, al igual que ocurrió en 2000, las plazas que ofrece la



ETSIN para alumnos de nuevo ingreso, sólo se han cubierto poco más de la mitad. En total se ofertaban 175 plazas (15 de ellas para el acceso desde ingeniería técnica naval), siendo ocupadas 53 por estudiantes que aprobaron Selectividad en junio (sólo 32 en primera opción) y 42 por aquellos que aprobaron en septiembre: en total se han formalizado 95 matrículas, quedando 80 plazas vacantes.

Debido a los efectos crecientes del descenso de la natalidad, la oferta de plazas de nuevo ingreso en las universidades madrileñas ha seguido distanciándose este año de la demanda. Esto ha provocado que un mayor porcentaje de alumnos sea admitido en la primera opción solicitada, es decir, en la titulación y en el centro universitario preferidos en primer lugar. Además, como segundo efecto, ha aumentado el número de titulaciones con plazas vacantes para alumnos de septiembre. Todo ello ha causado un impacto evidente en las matriculaciones en la ETSIN para el curso 2001/02, hecho éste que era del todo predecible, pues desde hace muchos años es bien sabido el escaso porcentaje de estudiantes que solicita esta carrera como primera opción. Dados los actuales condicionamientos demográficos y de oferta universitaria, sólo podemos esperar que el futuro nos brinde una realidad aún más gris.

La situación de la Escuela contrasta con la de otras titulaciones de la Universidad Politécnica de Madrid, que han elevado este año su nota de acceso: Arquitectura (7,24), Ingeniería de Telecomunicaciones (8,7), Ingeniería Aeronáutica (7,4) e Ingeniería Industrial (6,95). Como vemos, se está produciendo una clara diferenciación entre las ingenierías superiores de nuestra Universidad, pues ya se evidencia la existencia de carreras "de primera y de segunda" en cuanto a la calidad de los alumnos admitidos: mientras unas elevan sus requisitos de acceso debido a una creciente demanda, otras reducen su nota de corte o ni siquiera cubren sus plazas de nuevo ingreso.

Evolución de la nota de corte, nota media y número de notables de los alumnos que acceden a la ETSIN				
Curso	Alumnos admitidos	Nota de corte	Nota media	Notables (>7)
90/91	136	6,8	7,2	124
91/92	164	6,7	7,1	111
92/93	197	6,7	7,0	82
93/94	251	6,5	6,9	79
94/95	226	6,5	6,8	80
95/96	187	6,3	6,8	61
96/97	179	6,3	6,6	52
97/98	173	5,8	6,3	23
98/99	199	5,7	6,2	28
99/00	196	5	5,7	21
00/01	143	5	6,1	31

Alumnos admitidos: Número de alumnos matriculados por primera vez en la ETSIN, excluyendo los alumnos del curso de acceso de Ing. Técnica Naval.

Notables: Alumnos del grupo de ingreso con nota de acceso superior a 7.

Fuente: Dirección de la ETSIN. Reunión informativa del día 7/3/01.

Es previsible que la implantación del Distrito Abierto (16) agrave aún más, si cabe, el sombrío panorama actual, pues la ETSIN de Madrid ha perdido el privilegio de ser una de las pocas ingenierías superiores que abría sus puertas a los estudiantes de cualquier lugar de España, descontando el pequeño distrito adjudicado a la ETSIN de El Ferrol. No ocurría así con otras ingenierías, como la Industrial que, con más de 20 escuelas técnicas superiores distribuidas por todo el país, no brindaba la posibilidad de estudiar en Madrid a un alumno residente en Sevilla, Tarragona o Cantabria, por poner tres ejemplos. La única posibilidad que tenían muchos estudiantes para acceder al Distrito de Madrid era matricularse en la ETSIN, con el objetivo de intentar el traslado en años posteriores a la ingeniería deseada de la Politécnica. En el curso 1999/00, y siguiendo los datos estadísticos de la UPM, aproximadamente el 40% de los estudiantes matriculados en nuestra Escuela tenían su domicilio familiar fuera de la Comunidad. Es de esperar, por tanto, que en los próximos años el contingente de alumnos de otras provincias disminuya, agravando la merma en el número de estudiantes de nuevo ingreso.

¿Existe la posibilidad de que la ETSIN se beneficie, a la hora de captar alumnos, de la política de concesión de becas de movilidad con la que el Ministerio de Educación acompañará la implantación del Distrito Abierto? Pongámoslo en duda, pues es previsible que en dos o tres años la Agencia de Evaluación de Calidad y Acreditación comience a ofrecer al público los indicadores de calidad de cada una de las carreras españolas, así que cualquier estudiante de otra provincia que se plantee matricularse en la ETSIN apoyado económicamente por una beca de movilidad, podrá acceder a la información de nuestro rendimiento académico antes de tomar cualquier determinación. El pésimo rendimiento académico de esta Escuela influirá de forma clara en la decisión de los potenciales alumnos de nuevo ingreso de otras provincias, pues valorarán el peligro que supone conservar una beca de movilidad (dependiente de los resultados académicos) en un centro con tan bajo rendimiento.

Número de alumnos que permanecen en la ETSIN respecto a los de nuevo ingreso						
Años de permanencia en la Escuela						
Año del ingreso	Año 1º	Año 2º	Año 3º	Año 4º	Año 5º	Año 6º
95/96	192 (100%)	144 (75,0%)	107 (55,7)	80 (41,6%)	68 (35,4%)	57 (29,7%)
96/97	184 (100%)	137 (74,0%)	95 (52,2%)	67 (36,4%)	48 (21,1%)	
97/98	174 (100%)	129 (74,0%)	87 (50,0%)	40 (23,0%)		
98/99	203 (100%)	115 (56,7%)	69 (34,0%)			
99/00	208 (100%)	87 (41,8%)				

Nota aclaratoria: Cada fila corresponde a los alumnos de un mismo año de ingreso. Así, por ejemplo, de los 174 estudiantes que accedieron a la ETSIN en el curso 97/98, tan solo quedan 40 en su cuarto año de permanencia en la Escuela, lo que supone un 23,0% de los que comenzaron sus estudios.

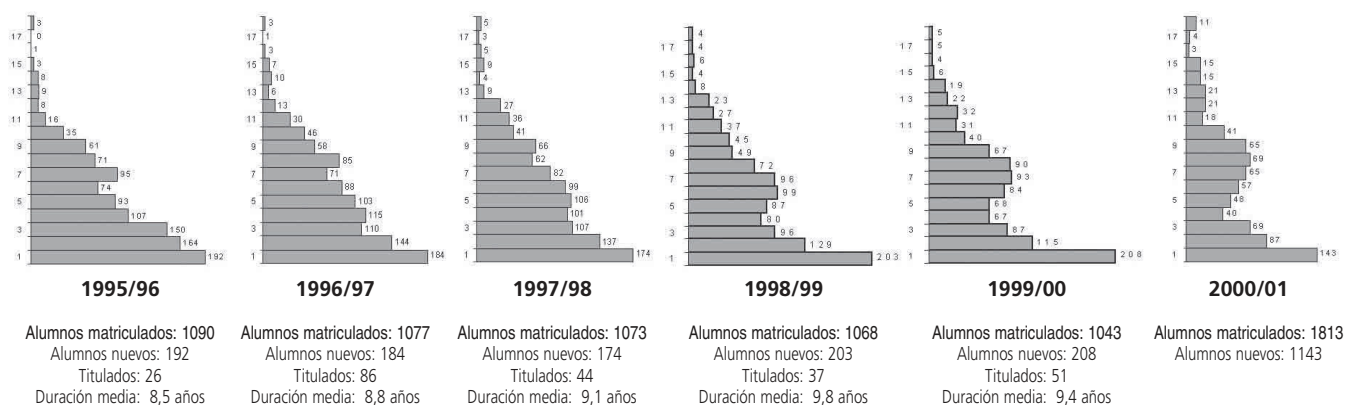
Fuente: Información Estadística de Alumnos. UPM.

Este tema nos lleva a la raíz de un problema futuro de gran entidad: la influencia que tendrán los indicadores de calidad en la demanda de esta carrera por parte de los estudiantes de nuestro país y, lo que es más grave, la referencia que supondrán para la política universitaria de la Comunidad Autónoma de Madrid y de la Universidad Politécnica. El resultado de los excesos injustificados y repudiables, cometidos con el alumnado de esta Escuela durante los últimos años se hará público mediante los indicadores de calidad. La comparación de estos estudios de ingeniería con el resto de las carreras españolas nos dejará en un muy mal lugar, suponiendo el grave lastre que tal vez provoque la desaparición de este Centro. No somos en absoluto imprescindibles: nadie puede dudar que un país esencialmente marítimo como el nuestro sabrá encontrarnos, si fuese necesario, un válido sustituto.

Aunque a partir de este curso la ETSIN empiece a funcionar como un mecanismo eficiente y bien engranado, los resultados globales de rendimiento académico tardarán muchos años en variar apreciablemente, pues el proceso "demográfico" relacionado con el alumnado de la Escuela está animado por una gran inercia. Así, si examinamos los datos del "número de alumnos que permanecen en la ETSIN respecto a los de nuevo ingreso" podemos asegurar que los estudiantes egresados en las promociones futuras no representarán más del 20% de los alumnos de nuevo ingreso. Si atendemos a la evolución de las "medias pirámides" de distribución del alumnado de la Escuela, notamos la presencia de un estrangulamiento que ya empezaba a ser evidente en el curso 1998/99, debido a la alta tasa de abandono de los estudiantes de los primeros cursos. La esperpéntica forma de "pagoda" de la distribución de alumnos del año 2000/01 nos garantiza, por un lado, que la "media de años para acabar la carrera" se elevará en el futuro si las condiciones académicas se mantienen como hasta ahora o varían de forma tibia, puesto que el pequeño contingente de alumnos en la "garganta" de la distribución será dentro de poco el encargado de compensar el peso de los alumnos que llevan gran número de años en la ETSIN a la hora de definir la "media de años para acabar la carrera"; por otro lado, la nueva forma del perfil de la "pagoda" por debajo del cuarto año de permanencia garantiza una disminución global en el número de alumnos matriculados en la ETSIN, acrecentado por un nuevo estrangulamiento por la base (no observable aún en la "media pirámide" del 2000/01) debido al bajo número de alumnos matriculados este curso. La previsión, basada en la proyección de los datos actuales, es que en el curso 2004/05 el número total de alumnos matriculados en la ETSIN esté próximo a los 500 (ver anexo a este artículo).

Esta inercia nos subraya la necesidad imperiosa de mejorar la calidad de la enseñanza en nuestro Centro y la importancia, y trascendencia, del plan SECAI (1) de evaluación de la calidad propuesto por la anterior Dirección, pues constituye posiblemente el único y último medio para salvar nuestra Escuela. Paralelamente, se hace necesaria una campaña

## Distribución del alumnado matriculado en la ETSIN por años de permanencia en el centro



- **Alumnos nuevos:** Alumnos que se han matriculado por primera vez en la ETSIN, incluyendo a ingenieros técnicos navales. Fuente: "Información Estadística de Alumnos", UPM.
- **Titulados:** Fuente: "Informe del Rector al Claustro de la UPM", 19/12/00.
- **Duración media:** Número medio de años empleados para concluir los estudios, sin proyecto fin de carrera. Fuente: Dirección de la ETSIN. Reunión informativa del día 7/3/01.
- Las distribuciones del alumnado de los cursos 1995/96 al 1999/00 han sido extraídas de la "Información Estadística de Alumnos", UPM.
- La distribución del alumnado del curso 2000/01 fue publicada en la reunión informativa del día 7/3/01. Debemos hacer notar que el dato del número de alumnos matriculados en octubre de 2000 (813), según indicó en su momento la anterior Dirección, difiere del número de alumnos presentes en la distribución (792). Según la información llegada a Delegación de Alumnos desde el Rectorado a principios del año pasado, se dieron algunos casos de anulación de matrícula ya empezado el curso. Lamentablemente, no podemos contrastar esta distribución de alumnos con los datos oficiales del Rectorado, pues el ICE aún no ha publicado la "Información Estadística de Alumnos" correspondiente al curso pasado. De cualquier forma, consideramos que esta distribución es suficientemente aproximada.

ña sería de promoción de la titulación entre sus potenciales nuevos clientes, recabando la colaboración del Colegio de Ingenieros Navales (COIN) y creando un "comité de promoción y reclutamiento de alumnos" a imagen y semejanza de los que existen en otras escuelas de Ingeniería Naval europeas.

La LOU brinda a las universidades la posibilidad de seleccionar a sus alumnos, estableciendo los procesos de admisión que estimen oportunos, aunque realmente sólo en las facultades o escuelas donde exista más demanda que oferta de plazas tendrá sentido que se establezcan pruebas de acceso. Con las cifras actuales sobre la mesa, es una entelequia pensar que la ETSIN pueda establecer en un futuro próximo algún tipo de prueba o criterio para seleccionar a sus estudiantes de nuevo ingreso. Esto tiene que cambiar radicalmente.

Pero, aunque la calidad del alumnado de nuevo ingreso sea necesaria, no es lo único importante. Resulta lamentable observar, a la luz de los datos de los que disponemos, el efecto devastador que supuso la mala docencia y la descoordinación académica en el contingente de alumnos BUP/COU que accedió a principios de los noventa a la ETSIN. Aunque la mayor parte de esos estudiantes superaban el 7 de nota de ingreso, constituyeron el núcleo de las promociones del 1998/99 y 1999/00, cuya media de años para acabar los estudios sin Proyecto Fin de Carrera fueron 9,8 y 9,4 años, respectivamente. Resulta paradójico que durante los dos últimos años el COIN haya becado a los escasos alumnos con más de 7 que se matricularon por vez primera en la ETSIN, cuando esta misma Escuela ha despreciado igual y mejor materia prima.

¿Qué ha conseguido esta detestable "política continental" instaurada en este Centro desde hace tantos años? Los resultados más evidentes son la mala fama que disuade a los potenciales nuevos estudiantes (creando la caída de demanda que ya hemos comentado) y el incremento de

la tasa de abandono de la carrera. El número de alumnos que cursan estudios en la Escuela ha menguado de forma alarmante por segundo año consecutivo. Según los datos aportados por la Dirección de la ETSIN en la reunión de Junta de Escuela celebrada el pasado 28 de noviembre, actualmente cursan estudios en el Centro 695 alumnos, lo que supone un descenso en 348 matriculados respecto al curso 1999/00. Hace tan solo año y medio, 800 estudiantes matriculados en la ETSIN decidieron enviar un documento de protesta por la situación académica que vivían, apoyado con sus firmas, al Rectorado de la UPM, a la Consejería de Educación de la CAM y al Ministerio de Educación: resulta significativo que esos 800 alumnos supongan unos 100 más que los actualmente matriculados.

¿Cuál es la calidad del alumnado de nuevo ingreso que tenemos hoy en día? La ETSIN en los últimos años se conforma con los retales de los alumnos Logse: el curso pasado fueron mayoría los que aprobaron Selectividad en septiembre, perdiendo medio mes de clases (67 junio / 76 septiembre), mientras que este año las cifras han menguado (53 junio / 42 septiembre).

Destaquemos nuevamente que la Escuela, al no cubrir las plazas que oferta para primer curso, no puede hacer selección de alumnos en cuanto a su especialidad de bachillerato, así que se dan casos de estudiantes que acceden a la ETSIN desde opciones no preferentes, lo que se traduce en, por ejemplo, no haber cursado Física o Matemáticas en el curso previo a la Universidad. ¿Qué podemos esperar de estos alumnos y de su rendimiento? ¿Qué tipo de embriones ha comenzado a incubarse en esta Escuela? ¿Mejorarán los profesores de los primeros cursos el aprovechamiento de estos estudiantes LOGSE sólo porque la coyuntura actual obligue a optimizar la eficiencia aún con mala materia prima? ¿Harán el esfuerzo de mejorar sus métodos pedagógicos o simplemente se limitarán a aprobar a más alumnos?

La ETSIN se encuentra en una encrucijada. ¿Por qué no se tomaron decisiones a tiempo? ¿Por qué alumnos, profesores y departamentos hemos sido tan complacientes con la mala docencia y los malos docentes? ¿Por qué se ha esperado hasta el último momento para colocar a la Escuela en el filo de una navaja? "La condición continental" nos ha cegado y amordazado durante demasiados años, y tal vez eso sea lo que niegue a esta Institución en un futuro la razón de existir.

Cifras de licenciados y matriculados en la ETSIN			
Curso	Matriculados	Licenciados	Alumnos sin p.f.c.
71/72	—	72	—
72/73	—	53	—
73/74	—	32	—
74/75	—	62	—
75/76	—	46	—
76/77	—	47	—
77/78	—	129	—
78/79	—	87	—
79/80	—	53	—
80/81	—	57	—
81/82	—	60	—
82/83	—	65	—
83/84	—	79	—
84/85	582	86	—
85/86	596	60	—
86/87	599	66	—
87/88	672	25	—
88/89	716	55	—
89/90	778	16	—
90/91	785	46	36
91/92	842	21	44
92/93	912	28	46
93/94	994	38	39
94/95	1074	45	37
95/96	1088	26	58
96/97	1077	86	69
97/98	1070	44	46
98/99	1068	37	54
99/00	1043	51	89

Fuentes: Matriculados y licenciados: Informe del Rector al Claustro de la UPM. 19/12/00. Alumnos que finalizan los estudios, pendientes de la presentación del Proyecto Fin de Carrera: Dirección de la ETSIN. Reunión informativa del día 7/3/01.



## El nuevo plan de estudios

En una situación tan delicada como la actual, cualquier cambio de envergadura en nuestra Escuela ha de ser evaluado con detalle. Un nuevo plan de estudios mal definido o aplicado puede ser determinante en la evolución venidera de la ETSIN. La mayor parte de los que sentimos preocupación por el futuro de este Centro coincidimos en la necesidad de implantar un plan de estudios de 5 años en el más breve plazo, pues es evidente que la demanda de esta titulación por parte de los potenciales clientes se ve influida en cierta medida por su duración actual de 6 años. El resto de las ingenierías superiores de la UPM tienen planes de 5 años, salvo la ETSI Caminos Canales y Puertos (17), y eso nos sitúa en clara desventaja en nuestro contexto. Pero por un lado está la necesidad y por otro el buen hacer y la prudencia. Sería además bastante frívolo pensar que todos los males de esta Escuela parten de nuestra condición de "ingeniería de seis años".

Hay quien ve en el nuevo plan de estudios la solución a los problemas de descontrol académico y mala docencia que nos han empujado a la crítica situación actual. Quizás a ellos habría que recordarles las palabras de Ortega y Gasset: *"Todo movimiento de reforma reducido a corregir los chabacanos abusos en nuestra Universidad llevará indefectiblemente a una reforma también chabacana"*. Muchos defienden que la entrada de ingenieros técnicos navales y licenciados de las escuelas de náutica al segundo ciclo (pues ya no necesitarán curso puente) obligará moralmente a algunos profesores del primer ciclo a mejorar su docencia, para no perjudicar a los alumnos locales con un exceso de rigor que no soportan los foráneos: ¿Acaso la obligación moral es coercitiva? ¿Acaso la moral es objetiva? Por otro lado se piensa que una sobreoferta de asignaturas optativas y de intensificaciones para el segundo ciclo, muy por encima de la demanda real futura, mejorará la docencia pues sólo conservarán sus asignaturas aquellos profesores que consigan atraer alumnos ¿Acaso es correcto permitir que determinadas asignaturas trascendentales para la formación del ingeniero naval se vean privadas de alumnos debido a que los profesores que las imparten sean malos docentes? ¿Quién es peor profesor: el que se excede en el rigor de su asignatura o el que no exige nada por carecer de los conocimientos adecuados? ¿Las asignaturas de contenidos más arduos, aun siendo importantes, penalizarán a los profesores que las imparten? ¿Con qué formación y con qué esfuerzo aplicado obtendrán el título de ingeniero naval aquellos estudiantes de la ETSIN, ingenieros técnicos navales o licenciados en náutica que decidan tomar el camino de asignaturas optativas más asequibles? ¿Este Centro será capaz de sostener un nivel adecuado en sus alumnos egresados? La mala docencia, los inadecuados métodos pedagógicos y la deficiente organización académica son males de suficiente entidad e importancia como para que sean abordados directamente de una vez por todas y no a través de subterfugios y merodeos: existen dolencias para las que sólo es aplicable una

medicina. El nuevo plan de estudios no es la solución a este problema, hay que tenerlo bien presente.

La prisa lleva a muchos a querer elaborar cuanto antes el plan de estudios para que ya pueda ser aplicado el próximo curso, sin reparar en los riesgos que trae aparejada esta premura. No se puede pasar por alto que también los contenidos de las materias son trascendentes para la buena definición del plan, pues una asignatura cuatrimestral no es sólo un título de tres palabras esclarecidas mediante cuatro frases genéricas: los contenidos de las materias planteadas inicialmente pueden ser inadecuados, solaparse con otros, e incluso hacer necesarias o innecesarias ciertas asignaturas o contenidos aguas arriba del plan. Tras esta labor ingente de concreción surge de igual modo la necesidad de definir las convalidaciones entre asignaturas para facilitar el cambio de plan a los alumnos del plan antiguo. Esto exigirá un análisis exhaustivo del efecto posible en la débil estructura del alumnado actual, pues un incremento sensible de los abandonos tendría con seguridad un impacto que esta Escuela no podría resistir.

Hay muchas razones que obligan a redactar con suficiente sosiego, a pesar de la necesidad, este plan de estudios y las medidas que acompañarán su aplicación. Existen en nuestro país múltiples ejemplos de facultades que han tenido que retomar planes de estudios de cinco años, tras implantar nuevos planes de cuatro, debido a que su inadecuado diseño generó problemas de importancia en el rendimiento académico de los centros, traducidos en el incremento del porcentaje de abandonos o de la media de años para acabar los estudios. Una escuela que agoniza como la nuestra, no podría soportar algo así. Esto nos aconseja otro requerimiento cardinal que se superpone a los anteriores: la determinación a priori de un sistema de control que asegure un adecuado tránsito entre planes de estudios, por medio de un seguimiento continuo de la aplicación del nuevo plan.

En cuanto a la definición del nuevo plan que está elaborando la ETSIN, quizá se hace necesario citar de nuevo a Ortega y Gasset: *"Una institución es una máquina y toda su estructura y funcionamiento han de ir prefijados por el servicio que de ella se espera. En otras palabras: la raíz de la reforma universitaria está en acertar plenamente con su misión. Todo cambio, adobo, retoque de esta nuestra casa que no parta de haber revisado previamente con enérgica claridad, con decisión y veracidad el problema de su misión serán penas de amor perdidas."* El Libro Azul, que ya mencionamos al comienzo de este artículo, debía servir de referencia (pues con ese fin fue concebido) para determinar el perfil del ingeniero naval y oceánico que hoy en día demanda la sociedad (18), lo que no es más que la "misión" que nombrara Ortega.

El Libro Azul propone una serie de intensificaciones que considera *"adecuadas para las necesidades en los ámbitos empresarial y tecnológico actuales y a medio plazo"*, sin embargo, en el punto presente de desarrollo del plan de estudios

se han propuesto nuevas intensificaciones, generando, como ya mencionamos antes, una sobreoferta de asignaturas optativas que desbordará las necesidades de las pequeñas promociones de los próximos años, amenazando así la supervivencia futura de las intensificaciones propuestas en el Libro Azul. Por otro lado, se hace necesario recordar que la determinación de las materias que componen estas intensificaciones, tras definir el resto de las asignaturas del plan, va en contra del diseño "aguas arriba" que recomienda el texto.

Pero existe otro asunto sobre el que deberíamos reflexionar: la inexistencia de colaboración, por parte de ingenieros navales *"extra académicos"* con experiencia actual en el ejercicio de la profesión, en el desarrollo y propuesta de asignaturas del nuevo plan de estudios. El Libro Azul recomienda como iniciativa "prioritaria" que cada Escuela promueva la creación de un consejo asesor para el diseño de nuevos planes de estudios, integrado en parte por miembros de la profesión extra académicos, sin embargo la ETSIN no ha atendido a esta indicación. Despreciando la aportación que puede brindar la experiencia de los profesionales en contacto directo actual con el mundo de la empresa, se rechaza una importante posibilidad para enriquecer el próximo plan de estudios y adaptarlo a los requerimientos del ejercicio de la profesión según las necesidades presentes de la sociedad. En este sentido, las desavenencias entre la ETSIN y el COIN (19) han menoscabado notablemente lo que debería esperarse de un nuevo plan de estudios, tan necesario para el futuro, y aún más teniendo en cuenta la delicada situación de esta Escuela. Según el informe de avance del Plan de Estudios de Referencia del COIN (20), y para contrastar la metodología aplicada por el equipo de trabajo que elabora ese plan con la usada por la ETSIN, el número de colaboradores que empleó hasta junio el Colegio para la definición de asignaturas y temarios (cada asignatura está descrita con un temario muy detallado) fue de 50, siendo todos profesionales voluntarios con reconocida experiencia y prestigio en el ejercicio de su profesión en las materias concernientes a cada asignatura, la mayoría de ellos ingenieros navales. El Colegio estima, además, que ese número de colaboradores seguirá creciendo durante todo el desarrollo de su plan, pudiendo llegar a los 100.

Si bien se corre el riesgo de que el nuevo plan, al manar de la propia Escuela, sea un reflejo cóncavo o convexo del actual, es más preocupante el procedimiento seguido para marcar el rumbo en la definición del plan de estudios. El actual plan tiene 5,5 años reales (en 6º sólo se imparte clase durante el primer cuatrimestre), así que no debería ser tan complicado rebajarlo a 5 años, pero: ¿La dirección en la que esto se está haciendo es la correcta? ¿El procedimiento es el adecuado? Resulta frustrante el poco interés que despierta en los miembros de la Junta de Escuela la elaboración del plan, y ello se traduce en su baja asistencia a muchas reuniones, lo que merma la representatividad de este Órgano de Gobierno Colegiado. Por otro lado, aparece el peligro de descargar sobre los miembros de la Junta la responsabili-

dad de tomar determinadas decisiones que afectan al plan, y para las que no se encuentran capacitados: ¿Acaso los representantes de alumnos en Junta de Escuela tenemos el criterio suficiente para determinar si tal o cual asignatura o intensificación es determinante hoy en día para el ejercicio profesional en la industria naval? ¿Disponen de ese criterio los profesores que no son ingenieros navales? ¿Y los que son ingenieros navales pero nunca han trabajado en el sector o lo hicieron hace demasiados años? Entre todos constituimos más de la mitad de los miembros de la Junta de Escuela, y muchos de nosotros, a pesar de nuestra ignorancia, somos los que más acudimos a las reuniones.

Pero, volviendo al marco de la reflexión con la que comenzó el desarrollo de este último epígrafe, es necesario destacar que nuestra condición de ingeniería de seis años no parece, ni mucho menos, la causa de los males de la ETSIN. La estructura de un nuevo plan de estudios, la mayor o menor actualización de sus contenidos a las necesidades presentes de la sociedad y la adecuación del procedimiento para elaborarlo, son asuntos secundarios que no nos deberían desviar la atención sobre los verdaderos problemas de este Centro. Igual que un organismo sano puede soportar con éxito los excesos y la hostilidad del medio donde vive, la ETSIN podría sobrellevar cualquier estructura de estudios, más o menos adecuada, si no estuviese gravemente enferma. ¿Un nuevo plan de estudios elaborado apresuradamente es la medicina que necesita esta Escuela?

Lamentablemente nunca ha habido un análisis serio y concreto de los males de la ETSIN, así que nadie ha aportado los remedios adecuados: igual de difícil es la cura de cualquier enfermedad que no se ha identificado previamente. Recordemos, a modo ilustrativo, que muchos vieron en la implantación del plan de reordenación de matrícula durante el curso 1999/00 (retirado el año 2000) el prodigioso remedio para organizar los estudios y elevar el rendimiento académico en la Escuela, obviando la necesidad de la mejora de la docencia y la racionalización de los sistemas de evaluación del alumnado: verdaderos cánceres que han convertido a la ETSIN en el centro universitario de peor rendimiento de la Comunidad de Madrid. Un plan de reordenación de matrícula podría ser positivo, pero nunca en las condiciones académicas actuales, donde sólo representaría el papel de "reforma chabacana", como diría Ortega.

## La puerta de la izquierda

El arquitecto que proyectó nuestra Escuela quiso colocar una falsa puerta, para guardar la simetría en lo alto de las dos escaleras que parten desde la glorieta de la planta baja, donde está esa rosa náutica con apariencia de sol negro, que ni calienta ni ilumina. Una falsa puerta de aspecto real es también oximoron, como el querer ser y el no ser. Un nuevo plan de estudios, cargado con los mismos vicios del antiguo, es de la misma manera oximoron; igual que el aspirar a sobrevivir como escuela sin acabar de

una vez con la enfermedad que nos consume. Afortunadamente, durante los dos últimos años se han empezado a abordar los problemas derivados de la mala docencia, y mucho le debemos agradecer en este sentido a la anterior Dirección y a la actual, pero el trabajo que resta no es poco. Es necesario superar nuestra "condición continental" y hacer ver que es responsabilidad de todos que esta Escuela siga existiendo. La actitud de enclaustramiento mental de algunos profesores nos ha perjudicado gravemente, y aún nos perjudica; ellos deberían sentirse aludidos y desistir de su postura al saber el efecto que están provocando y que provocarán con la inercia de los años en el futuro de la ETSIN, aunque abandonen la docencia dentro de poco tiempo.

Hasta ahora ha sido fácil disparar con pólvora del rey, pero nuestras condiciones de contorno prometen ser cada vez más severas: Distrito Único, indicadores de calidad, efectos de la disminución de la natalidad, sobreoferta de estudios universitarios, políticas futuras de optimización de recursos en las universidades... Todo nos obliga a mejorar o a perecer. En este sentido va a ser crucial que se consiga, por medio de una correcta promoción, una mayor demanda de estos estudios por parte de sus potenciales clientes. Para alcanzar el rendimiento académico al que estamos obligados es indispensable una calidad adecuada de los alumnos de nuevo ingreso.

*"El destino conduce a quien lo acepta y arrastra a quien rehúsa admitirlo"*, escribió Séneca hace unos 2000 años. Esperemos que el destino no nos arrastre, escaleras arriba, hacia la falsa puerta de la izquierda: aunque deberíamos intentar evitarla, sólo depende de nosotros mismos, de nuestra responsabilidad y de nuestra crítica o complacencia.

## Referencias

- (1) Este asunto es tratado con más profundidad en el artículo "El sol negro de los alquimistas", revista "Ingeniería Naval", noviembre de 2000.
- (2) Entre Estudiantes, 9 marzo de 2001.
- (3) Cinco Días, 10 de julio de 2001.
- (4) El País, 29 de septiembre de 2001.
- (5) El Mundo, 13 de septiembre de 2001.
- (6) Los indicadores son elementos de información sintética y cuantitativa que pretenden hacer posible la comparabilidad entre centros universitarios. El borrador del catálogo de los 45 indicadores propuestos puede ser consultado en la página web del Consejo de Universidades: [www.mec.es/consejou/indicadores/indice.html](http://www.mec.es/consejou/indicadores/indice.html)
- (7) El Mundo, 23 de abril de 2001.
- (8) El País, 15 de enero de 2001.
- (9) El Mundo, 12 de diciembre de 2000. Francisco Michavila ha sido rector de la Universidad Jaume I, dirigiendo actualmente la Cátedra Unesco de Gestión y Política Universitaria de la Universidad Politécnica de Madrid. Fue uno de los siete ponentes del informe Bricall, y es considerado por muchos el mayor experto español en evaluación de calidad.

- (10) Estados Unidos es hoy en día el referente mundial en cuanto al control de calidad y acreditación de la educación universitaria. En ese país existen varias agencias de acreditación, siendo la agencia ABET (Tribunal de Acreditación de las Enseñanzas de Ingeniería) la responsable de acreditar los planes de estudios conducentes a la obtención de cualquier título en ingeniería.
- (11) El País, 13 de mayo de 2001.
- (12) Datos de la Consejería de Educación de la Comunidad Autónoma de Madrid.
- (13) Expansión, 26 de mayo de 2001.
- (14) Informe sobre la oferta y demanda de plazas para el ingreso en las Universidades Públicas españolas. Fue presentado en el Pleno del Consejo de Universidades, celebrado en Murcia el 14 de diciembre de 2000. Está dirigido a los responsables de la programación de las enseñanzas universitarias, es decir, Rectores, Consejeros de los Gobiernos Autonómicos y Ministerio de Educación, con objeto de facilitarles la adecuada toma de decisiones.
- (15) La previsión de matriculados en el periodo de octubre era más pesimista, y así quedó reflejado en el artículo "El sol negro de los alquimistas", publicado por primera vez a principios de octubre en la "Hoja Informativa" de Delegación de Alumnos de la ETSIN.
- (16) El Distrito Abierto consiste en ofrecer a todos los estudiantes, de cualquier parte del territorio nacional, la posibilidad de cursar sus estudios superiores en la Universidad Pública que deseen, independientemente de su lugar de origen; siendo, en todo caso, los derechos de los estudiantes procedentes de otras Comunidades Autónomas los mismos que los de los estudiantes de la Comunidad Autónoma elegida. Se implantará de forma gradual durante 3 años, comenzando en el presente curso 2001/02.
- (17) La ETSI Caminos, Canales y Puertos está proyectando actualmente un nuevo plan de estudios de seis años, de estructura 4+2 con título intermedio.
- (18) La Delegación de Alumnos de la ETSIN aportó, en la medida en que fue requerido por el Comité de Expertos encargado de redactar el Libro Azul, la visión del alumnado sobre la enseñanza impartida en el Centro, en su papel de cliente del sistema universitario. Del mismo modo, formuló los comentarios que estimó oportunos para mejorar la redacción del Libro Azul. Uno de estos comentarios consistió en pedir que el texto realizara la necesidad de que la duración real de la carrera no sobrepasase los 5 ó 6 años para los nuevos planes de estudios: esta petición fue atendida e incluida en la redacción del Libro Azul.
- (19) Desde la Delegación de Alumnos queremos expresar nuestro desacuerdo con todo aquel que quiera mantener o fomentar el conflicto entre la ETSIN y el COIN, pues este tipo de actitudes sólo acarrearán perjuicios a la Escuela y a la Profesión. Deseamos que la conciliación llegue pronto.
- (20) La Delegación de Alumnos solicitó a la Secretaría de la Escuela una copia del avance del Plan de Estudios de Referencia que



el COIN envió a la Dirección de la ETSIN en junio de 2001. Los datos que aquí se aportan son los que aparecen en ese texto.

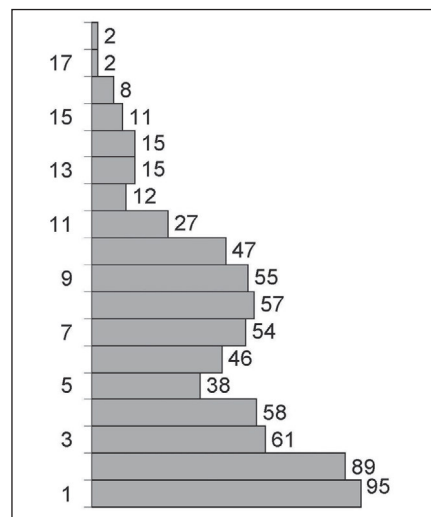
## Anexo 1.- La evolución del alumnado en los próximos años

Con el fin de ilustrar el comportamiento previsible de la estructura del alumnado en los próximos años, realizaremos una proyección de la distribución de alumnos del curso 2000/01, tomando como referencia el comportamiento histórico de las distribuciones desde el curso 1995/96 (Página 7). En primer lugar hallaremos los porcentajes de abandono, en el tránsito entre cursos consecutivos, para cada grupo de alumnos, según sus años de permanencia en el Centro. Seguidamente determinaremos, guiados por estos datos, las tasas de abandono que nos servirán para proyectar linealmente la distribución de alumnos del curso 2000/01.

## Criterios seguidos para estimar los porcentajes

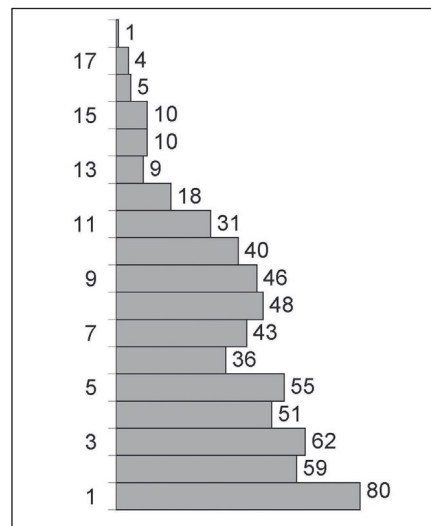
La tasa de abandono de los estudiantes en el tránsito entre su primer y segundo año de permanencia, así como entre su segundo y tercer año, se ha supuesto moderadamente alta (menor que en los últimos cursos), intentamos reflejar con ello la desmotivación de muchos alumnos que acceden a la ETSIN en segunda y superiores opciones, así como la influencia de las bajas notas de corte en su rendimiento académico.

Las tasas de abandono entre el tercer y el noveno año de permanencia en la Escuela se han fijado como media de lo ocurrido en los tránsitos del "95/96 a 96/97" y "96/97 a 97/98", con lo que pretendemos reproducir la situación más estable y "optimista" de los últimos años en cuanto al número de abandonos. El paso del 10º al 11º año hasta el úl-



**2001/02**  
Alumnos matriculados: 692 (\*)  
Alumnos nuevos: 95

Porcentajes de abandono de los alumnos de la ETSIN					
Años de permanencia	95/96 a 96/97	96/97 a 97/98	97/98 a 98/99	98/99 a 99/00	99/00 a 00/01
1º a 2º	25,0%	25,5%	25,9%	43,3%	58,2%
2º a 3º	32,9%	25,7%	29,9%	32,6%	40,0%
3º a 4º	23,3%	8,2%	25,2%	30,2%	54,0%
4º a 5º	3,7%	7,8%	13,9%	15,0%	28,4%
5º a 6º	5,4%	3,9%	6,6%	3,4%	16,2%
6º a 7º	4,1%	6,8%	3,0%	6,1%	22,6%
7º a 8º	10,5%	12,7%	12,2%	6,3%	25,8%
8º a 9º	18,3%	22,4%	21,0%	6,9%	27,8%
9º a 10º	24,6%	29,3%	31,8%	18,4%	38,8%
10º a 11º	14,3%	21,7%	9,8%	31,1%	55,0%
11º a 12º	18,8%	10,0%	25,0%	13,5%	32,3%
12º a 13º	25,0%	30,8%	14,8%	18,5%	34,4%
13º a 14º	-11,1%	33,3%	11,1%	17,4%	31,8%
14º a 15º	12,5%	10,0%	0,0%	25,0%	21,1%
15º a 16º	0,0%	28,6%	33,3%	0,0%	50,0%
16º a 17º	0,0%	0,0%	20,0%	16,7%	0,0%
>18º	0,0%	-66,7%	20,0%	-25,0%	-120,0%



**2002/03**  
Alumnos matriculados: 608  
Alumnos nuevos: 80

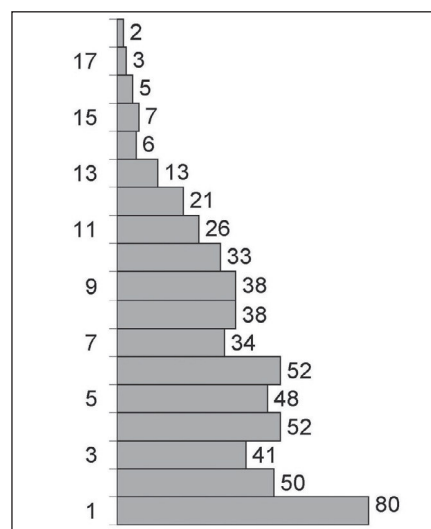
Porcentajes de abandono para la proyección	
Años de permanencia	Curso 'i' a 'i+1'
1º a 2º	38,0%
2º a 3º	30,0%
3º a 4º	15,8%
4º a 5º	5,8%
5º a 6º	4,6%
6º a 7º	5,4%
7º a 8º	11,6%
8º a 9º	20,3%
9º a 10º	27,0%
10º a 11º	35,0%
11º a 12º	32,0%
12º a 13º	30,0%
13º a 14º	30,0%
14º a 15º	30,0%
15º a 16º	50,0%
16º a 17º	50,0%
17º a 18º	50,0%
>18º	100,0%

timo tránsito se ha tomado con porcentajes altos (similares a los del "99/00 a 00/01"), reflejamos con ello que una posible mejora del rendimiento académico, unida a la aplicación efectiva de la normativa de compensación de la última asignatura, pueda propiciar un alto número de egresados en el contingente de alumnos que llevan muchos años en la ETSIN.

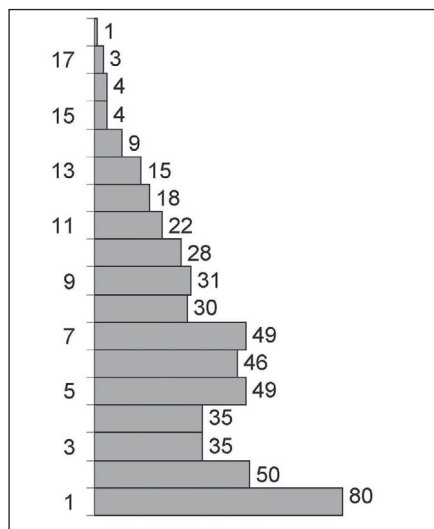
Nuestro modelo puede ser considerado optimista, en la medida en que reduce la tasa de abandono respecto a los últimos cursos y aumenta el porcentaje de éxito (incremento del número de alumnos egresados). Supondremos, además, que unos 80 alumnos accederán a la ETSIN en el próximo año y sucesivos (el curso pasado fueron 143 y el actual 95), lo que resulta también optimista dados los condicionamientos demográficos y de oferta universitaria actuales.

## Anexo 2

**Proyección del alumnado matriculado en la ETSIN por años de permanencia en el centro**



**2003/04**  
Alumnos matriculados: 549  
Alumnos nuevos: 80



**2004/05**  
**Alumnos matriculados: 509**  
**Alumnos nuevos: 80**

Los porcentajes de abandono empleados para realizar la proyección reflejan una situación ideal en cuanto al rendimiento académico de la ETSIN, con un alto índice de continuidad en los estudios por parte del grupo de alumnos que llevan pocos años en la Escuela y una considerable cantidad de egresados.

Si el número real de abandonos por parte de quienes están en sus primeros años de permanencia en el Centro fuese mayor que el estimado, se produciría un encogimiento en la parte baja de la distribución, reduciendo sensiblemente el número de alumnos matriculados respecto al que refleja la proyección. Por otro lado, si la cantidad de alumnos egresados fuese menor en el futuro, el contingente de estudiantes que forman el engrosamiento sobre la garganta de la distribución del año 2000/01 (alumnos desde el 5º al 10º año de permanencia) se extinguiría con más lentitud y, aunque este hecho podría elevar circunstancialmente el número global de matriculados, produciría un aumento futuro en la “media de años para acabar la carrera”.

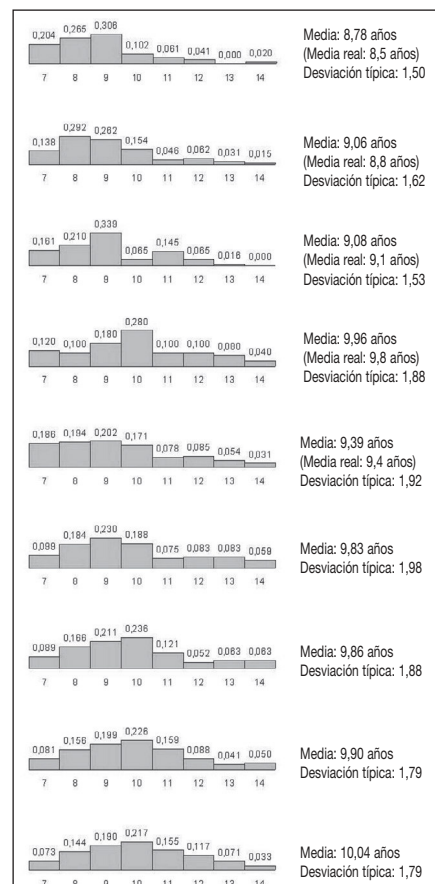
Si bien la proyección que aquí presentamos es una de las más optimistas posibles, refleja claramente los graves e inevitables efectos de la insólita distribución de alumnos de los últimos años. En el curso 2003/04, la ETSIN ya tendrá previsible un número de estudiantes matriculados inferior al existente a mediados de los años 80. Además, la estructura de la distribución de alumnos amenaza con seguir siendo inestable (similar a la del curso 1999/00), debido a la baja demanda de estos estudios por parte de sus potenciales clientes. Esto nos subraya una vez más la necesidad de intentar realizar una importante campaña de promoción de la titulación para captar estudiantes.

Seguidamente intentaremos estimar el posible comportamiento futuro de la “media de años para acabar la carrera”, en base a la proyección de la distribución de alumnos que hemos realizado:

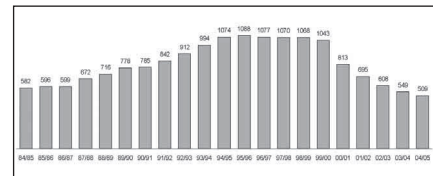
Transformaremos la distribución discreta correspondiente a los estudiantes que abandonan (\*\*) la ETSIN entre su 7º a 14º año de permanencia en

la Escuela, en una función de cuantía cuya variable discreta sea el número de años empleado por los alumnos para acabar la carrera. Tomamos esta decisión pues suponemos que la mayor parte de los alumnos que dejan de matricularse tras su 7º año de permanencia en la Escuela lo hacen después de completar los estudios. No tendremos en cuenta el grupo de estudiantes que abandona la ETSIN tras finalizar su 6º año, pues consideramos que la cantidad de alumnos egresados es muy poco significativa respecto al total de los que abandonan los estudios (lo que se ha comprobado a través de varias fuentes, entre las que cabe destacar la Información Estadística de Alumnos de la UPM). Tampoco tendremos en cuenta los alumnos que dejan la ETSIN tras el 15º y sucesivos años de permanencia, pues suponen también un número poco significativo y compensan (en cuanto al cálculo de la media de la distribución) a aquellos egresados que no hemos considerado entre los alumnos que abandonan la Escuela tras finalizar su 6º año. Representaremos las funciones de cuantía obtenidas para los distintos cursos posteriores al 94/95 (incluyendo las proyecciones para los cursos 01/02 a 04/05) mediante histogramas, calculando la media y desviación típica de cada una de las distribuciones. Las medias así halladas sirven para estimar la media real de años para acabar la carrera con una precisión aceptable, como se puede comprobar tras la comparación de los valores que hemos obtenido con los datos que aportó la Dirección de la ETSIN en la reunión informativa del día 7/3/01. La desviación típica nos dará una idea de la dispersión de la distribución en torno a su valor medio.

#### Estimación de la media de años para concluir los estudios sin proyecto fin de carrera en la ETSIN



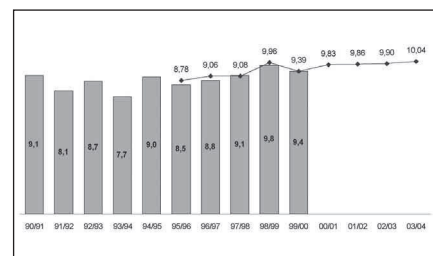
#### Evolución histórica y previsión futura del número de alumnos matriculados en la ETSIN



Fuentes:

**Curso 84/85 a 99/00: Informe del Rector al Claustro de la UPM. 19/12/00.**  
**Curso 00/01: Dirección de la ETSIN. Reunión informativa del día 7/3/01.**  
**Curso 01/02: Dirección de la ETSIN. Reunión de Junta de Escuela del día 28/11/01.**  
**Curso 02/03 a 04/05: Proyección.**

#### Evolución Histórica y Previsión futura de la media de años para concluir los estudios sin proyecto fin de carrera en la ETSIN



Fuentes:

**Media real de años (en columnas):**  
**Dirección de la ETSIN. Reunión informativa del día 7/3/01**  
**Media estimada de años (en líneas): Ver página anterior.**

#### Referencias

- (\*) Según los datos aportados por la Dirección de la ETSIN a finales de noviembre, este curso 2001/02 hay 695 alumnos matriculados en el Centro.
- (\*\*) Siendo 'N(t, i)' el número total de estudiantes matriculados en la Escuela en su año 't' de permanencia durante el curso 'i', el número 'n(t, i)' de estudiantes en su año 't' de permanencia que abandonan la carrera tras el curso 'i' se puede estimar fácilmente, mediante las distribuciones de alumnos, como:  $n(t, i) = N(t, i) - N(t+1, i+1)$ .



## Artículos Técnicos

El número de marzo se abre con el artículo de José M. Alcántara Rocafort y Santiago de Neira Julián sobre la reconstrucción y modernización del vapor *Castillo de Montjuich*, realizada en la factoría de Ferrol de Bazán (hoy Izar). El buque había sido hundido durante la guerra civil en el puerto de Barcelona y salvado posteriormente. No fue un barco afortunado, ya que en 1947 embarrancó en el puerto del Musel sufriendo grandes averías en su estructura por lo que tuvo que entrar en reparación.

Se renovaron todos los elementos de la estructura que se encontraban faltos de espesor reglamentario, pues la reconstrucción se efectuó para conseguir la clasificación más alta del Lloyd's. También se reformaron elementos como el perfil del timón, lo que mejoró el gobierno del buque, consiguiendo que su círculo evolutivo fuese de poco más de dos esloras de radio.

Antes de su modernización, el buque estaba propulsado por un grupo de turbinas con engranaje de doble reducción, que desarrollaban 1,5 MW (2.000 SHP) a 56 rpm y tres calderas para carbón, con una presión de 1,37 MPa (14 kg/cm<sup>2</sup>). Esta instalación se modificó para aumentar la potencia a 2,6 MW (3.500 SHP) a 110 rpm empaquetando de nuevo las turbinas, por otro lado se sustituyeron las antiguas turbinas por 3 de tipo Yarrow con economizadores y dispuestas para quemar petróleo.

A continuación se publicó un artículo de Florentino Moreno Ultra, Ingeniero Naval, titulado "Un caso práctico de análisis de procesos de producción: Tubería de vapor de alta presión a bordo". En él se realiza un análisis

del proceso y las innovaciones introducidas, centralización y control, perfeccionamientos técnicos y casos de urgencia. Además se incluyen varios diagramas del proceso, en los que se compara el procedimiento antiguo, el actual (en el año 1952) y el procedimiento urgente.

Hay que citar también el artículo dedicado al submarino *Ictíneo* de Narciso Monturiol, escrito por el Dr. Ingeniero H. Techel, en el que se reclamaba la importancia de la obra de esta nave y su inventor en la construcción naval. La idea nació para disminuir el peligro en la pesca de corales. A partir de ahí se construyeron dos embarcaciones llamadas *Ictíneo* (barco-pep), con el apoyo económico de unos amigos. Posteriormente la Marina se interesó en la nave para usos militares, pero las pruebas no fueron exitosas ya que sólo podía usarse el torpedo de botallón (no se conocía otro) y para poder usarse en el submarino debía convertirse en auto-móvil.

## Información Profesional

En la sección de se hace mención a los esfuerzos estadounidenses para perfeccionar su técnica antisubmarina, destinada a buscar submarinos y conseguir su hundimiento o inmovilización. Para ello se empleaban aviones de baja velocidad, helicópteros e incluso, dirigibles, en este tipo de operaciones llamadas *hunter-killers*. En estas operaciones se utilizaba un portaaviones de escolta con helicópteros y dirigibles, y entre 4 y 6 destructores. Los aviones estaban equipados con un radar para la localización de *snorkels*.

Dentro de esta sección la Revista se hace eco de la posibilidad de transformación de

cobre en cinc (u otros metales) mediante el bombardeo de este elemento con núcleos de helio o hidrógeno con un ciclotrón de 308 MV.

En el apartado "Revista de Revistas" se dedica un artículo a la aplicación de la radiografía (Rayos X y Gamma) en la construcción naval. En él se analizan los costes, su aplicación en fundiciones y las radiografías de alta penetración.

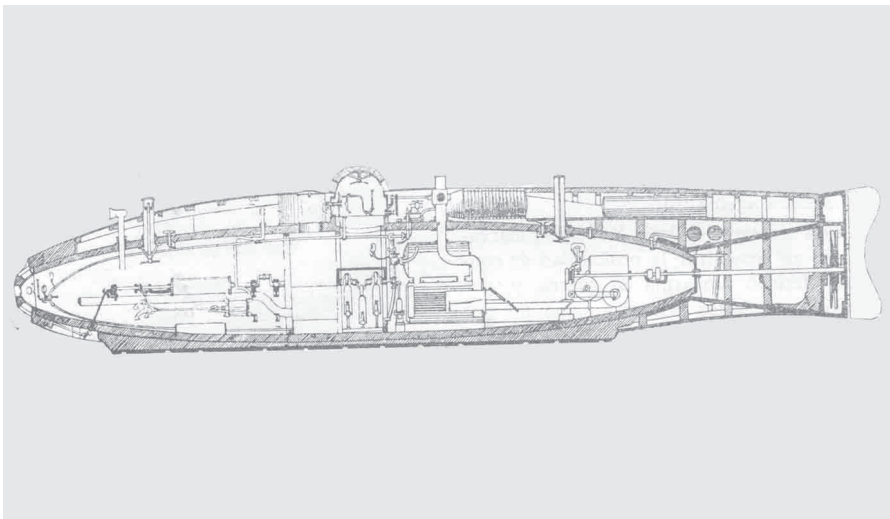
Se destaca también un sistema de empaquetado de bocinas consistente en llenar la bocina de aceite, con lo que el aceite baña totalmente al eje por lo que no hay que recurrir a otros procedimientos de refrigeración. El sistema presentado (Simplex) destaca porque la estanqueidad puede lograrse con dos anillos: el primero para cerrar la bocina y el segundo para preservar el aceite de impurezas.

También se publica una reseña sobre un motor Burmeister & Wain de dos tiempos y simple efecto con turbosoplante y 6 cilindros. El motor desarrollaba una potencia continua de 5,5 MW (7.500 BHP) a 115 rpm. Otras características son su carrera, de 1.600 mm y su diámetro de 740 mm. El diseño se realizó con el fin de que los soplantes, accionados mecánicamente, no tuvieran que realizar ningún trabajo de compresión, para ello se aplicaron a la turbosoplante los principios de funcionamiento de las hélices.

A continuación se realiza un estudio sobre "El control de los precios de la Construcción Naval" en la que se estudian los distintos elementos que intervienen en el proceso: subcontratistas, precios fijos, primas, armadores, eliminación de los excesos, fundiciones y forjas.

Por último, en esta sección se dedica una reseña a "Los grandes diques secos de Sidney y El Cabo". En la que se muestran dimensiones y perfiles; bombas de achique; equipos de elevación y tracción; cimentaciones, agotamientos y excavaciones; cierre y costes.

En el capítulo de **Información General** se tratan diversos temas que van desde la contratación de dos trasatlánticos de 20.000 t en Cunrad, a la construcción de 15 balleneros en Alemania, o la construcción anual japonesa de 350.000 t en barcos mercantes. En la sección nacional se habla de las pruebas y entrega del *Monte Udala* que destacaba porque todos los servicios eléctricos de fonda y alumbrado están servidos por corriente alterna, lo que permitió el uso a gran escala de luz fluorescente.



# La acuicultura marina: Una nueva actividad para el Ingeniero Naval (\*)

José F. Núñez Basáñez, Doctor Ingeniero Naval (1) (3)

José Daniel Beaz Paleo, Ingeniero Naval (2) (3)

Daniel Santos Orden, Ingeniero Naval (3)

José de Lara Rey, Alumno de 6º curso (3)

(1) Catedrático de Universidad

(2) Profesor Asociado de Sistemas de Pesca.

(3) Escuela Técnica Superior de Ingenieros  
Navales (U.P.M.)

(\*) Compendio de los tres trabajos presentados por los autores en las XL Sesiones Técnicas de Ingeniería Naval celebradas en Las Palmas de Gran Canaria durante los días 8 y 9 de noviembre de 2001

## Indice

### 1.- Introducción

### 2.- Nuevas tendencias en el proyecto y construcción de artefactos flotantes fuera-costa

- 2.1. Consideraciones en el proyecto de jaulas flotantes
- 2.2. Análisis y cálculo de las fuerzas que actúan sobre las jaulas
- 2.3. Fondeo de las jaulas
- 2.4. Estado del arte de las estructuras semirrígidas
- 2.5. Optimización del diseño de jaulas flotantes semirrígidas
- 2.6. Conclusiones

### 3.- Sistemas de alimentación en la Maricultura: perspectiva histórica y situación actual y futura

- 3.1. Tipos de alimento
- 3.2. Modos y sistemas de alimentación
- 3.3. Robot para instalaciones en tierra
- 3.4. Sistema operado por aire
- 3.5. Sistemas automáticos de alimentación y recuperación
- 3.6. Barcazas de alimentación
- 3.7. Control de la alimentación
- 3.8. Proyectos de la ETSIN
- 3.9. Conclusiones

### 4.- Granjas Offshore Autónomas: La solución del futuro

- 4.1. Introducción
- 4.2. Descripción Técnica
- 4.3. Ventajas.
- 4.4. Conclusiones: ¿Realidad o utopía?

## Resumen

En los trabajos presentados, los autores pretenden exponer la situación actual de la acuicultura marina y su enorme desarrollo en los últimos años, situándola como una actividad preferente para los Ingenieros Navales y Oceánicos. Para ello se describen en primer lugar los distintos artefactos flotantes destinados al cultivo de especies marinas, así como su posible evolución en los próximos años. Seguidamente se analizan los distintos sistemas de alimentación propios de una instalación de estas características, destacando la importancia que estos tienen dentro de una piscifactoría. Por último se presenta un proyecto a realizar en los próximos años: granjas marinas autónomas. Este tipo de instalaciones supondrá un fuerte impulso al desarrollo de la acuicultura marina en un futuro, quizás, no demasiado lejano.

## Abstract

*In the work presented, the authors aim to frame the actual situation in the marine aquaculture field and its huge development in the past few years, which places it as a priority activity for Naval and Oceanic Engineers. In order to do so, firstly, the different floating devices assigned for the culture of marine species, as well as its possible evolution in the coming years, are described. Following, the different feeding systems for installations of these characteristics are analysed, highlighting their importance in fish farms. At last, a project to be carried out in the next years is presented: autonomous marine farms. This type of installations will provide a great drive for the development of the marine aquaculture in the future, perhaps, not very far away.*

## 1.- Introducción

Hoy en día, es evidente la crisis del sector pesquero, como se puede observar en los datos estadísticos del Libro Verde de la Comisión Europea, ya que entre 1995 y 1998 los desembarques de pescado de los estados miembros disminuyeron de los 7,45 millones de toneladas en 1995 a los 6,3 millones de toneladas en 1998. Del mismo modo, la capacidad de la flota de la UE experimentó entre los años 1991 y 1998 una reducción, sin considerar la incorporación de las flotas de Suecia y Finlandia, en términos nominales, del 8% en arqueo y 14,7% en potencia. Además podemos afirmar que la flota comunitaria sufre un proceso de envejecimiento, ya que tan sólo el 16% del total de la flota había sido entregada con posterioridad a 1988.

Por tanto, el único medio para satisfacer la totalidad de la demanda de pescado en la actualidad, sin esquilmar los caladeros, es realizar una pesca responsable, mediante la renovación de las flotas por otras tecnológicamente avanzadas que permitan realizar una pesca selectiva y el fomento y desarrollo de la acuicultura mediante la incentivación de innovaciones tecnológicas que permitan nuevos cultivos y aumentar las producciones y rentabilidades de los existentes.

En este sentido la política pesquera de la UE, mediante un plan de financiación IFOP para el periodo 2000-2006, desarrollado por cada Estado miembro, pretende incentivar la renovación y modernización de la flota, pero principalmente el desarrollo de la acuicultura, como pieza esencial en la estabilidad socioeconómica del sector, ya que ha destinado 839 millones y 2.117 millones de euros, respectivamente, frente a los 460 y 125 millones de euros que destinó en el plan del periodo 1994-1999.

El cultivo de especies marinas en mar abierto ha experimentado, en los últimos diez años, un desarrollo espectacular. Además de las clásicas dorada, lubina, y rodaballo, nuevas especies, como el besugo, el pulpo, la seriola, el dentón, etc., aún en fase de investigación, se están incorporando a esta industria alimentaria en auge.

El cultivo en mar abierto, jaulas y artefactos offshore, está sustituyendo progresivamente, por ventajoso y rentable, al cultivo continental en estanques y esteros. Es por ello que el avance tecnológico en este cam-



po es, quizás, el más dinámico de la ingeniería oceánica en general y, en particular, de los recursos renovables marinos.

## 2.- Nuevas tendencias en el proyecto y construcción de artefactos flotantes fuera-costa

Durante los últimos años se ha hecho muy popular la utilización de jaulas flotantes para el engorde de ciertas especies en el mar, aunque también se pueden utilizar para especies de agua dulce. Este último caso es mucho menos frecuente, pues se deben instalar en lugares en los que la corriente de agua sea lo suficientemente alta para asegurar la calidad del cultivo; además, la profundidad de la lámina de agua debe ser la suficiente para evitar la acumulación de desperdicios. Ambas circunstancias son más difíciles de encontrar en agua dulce.

Hay cuatro tipos básicos de jaulas: *fijas, semisumergidas, sumergidas y flotantes*. En teoría, la forma y tamaño de una jaula depende de una serie de factores, entre los que se encuentran:

- Las especies a cultivar.
- Las condiciones ambientales.
- El método de cultivo (extensivo, semiextensivo o intensivo).
- Las características de los materiales (propiedades, coste y disponibilidad).
- Los recursos locales.

Las *jaulas flotantes* son las más numerosas y pueden adoptar una gran variedad de formas y tamaños, según las características del cultivo al que se destinan. Están formadas por una red, que forma la bolsa o saco, que está sujeta a un marco circular o cuadrado que hace de flotador; en su parte inferior lleva unos contrapesos o lastres que consiguen mantener la forma del saco cuando está en operación. Las jaulas redondas se utilizan principalmente para peces como el salmón y el atún rojo, que tienden a nadar describiendo círculos cuando están encerrados; lo que mueve a pensar que sentirán menos el cautiverio.

Las jaulas circulares son más fuertes y permiten emplear mejor el material, menos coste por unidad de volumen, sin embargo, al tener para la misma área el perímetro más pequeño, el volumen es menor, lo que significa que el intercambio de agua sea relativamente pobre. La forma también depende de la configuración general de la instalación; si se trata de un conjunto de jaulas, es recomendable usar formas cuadradas o rectangulares, mientras que en instalaciones de una sola unidad es más frecuente el uso de formas circulares o poligonales de seis u ocho lados.

Los *materiales de las redes* en los últimos veinte años han sufrido una transformación radical, pues las fibras naturales que se empleaban antaño han sido sustituidas por fibras sintéticas que, como es sabido, se comercializan con diferentes nombres. Teóricamente, los materiales empleados en la construcción de las redes deben ser: fuertes, ligeros, resistentes a la corrosión y a los agentes ambientales, fáciles de trabajar y reparar, no abrasivos para no dañar a los peces cautivos y baratos. Deben también ensuciarse poco y presentar poca resistencia al arrastre. Algunos opinan que también deben ser rígidos, para no deformarse mucho cuando estén en una corriente; otros, sin embargo, aconsejan el empleo de materiales más blandos para que puedan absorber parte de la energía de la corriente. En cualquier caso, no existe ningún material que satisfaga todas las condiciones anteriores, por lo que en la elección siempre se tiene que buscar un compromiso.

El tercer componente de una jaula es el *sistema de fondeo*: boyas, anclas y muertos que mantienen la jaula en posición. Cuando el artefacto no tiene una estructura rígida, el sistema de fondeo debe de tratar de mantener la forma que tiene la jaula en aguas tranquilas, evitando que sufra grandes deformaciones cuando está sometida a la acción de los agentes exteriores. En la actualidad, la necesidad de aumentar la producción con jaulas de mayor tamaño, las consecuencias ambientales ocasionadas por la propia contaminación de las granjas, la falta de nuevos permisos para instalarlas en zonas protegidas y, por último, la posibilidad de utilizar emplazamientos con mejores características para el cultivo, hace que los nuevos campos de jaulas se traten de instalar en zonas de mayor profundidad y, además, en aguas abiertas. En estas áreas,

las condiciones ambientales son más severas y, además, el acceso desde tierra a la instalación es bastante más complicado. El resultado es que el sistema de fondeo adquiere un carácter fundamental en el proyecto de la instalación, dependiendo su importancia relativa del lugar en que se instale y del tipo.

### 2.1. Consideraciones en el proyecto de jaulas flotantes

En la actualidad existen dos tendencias en el proyecto de jaulas flotantes para aguas abiertas. En primer lugar están las soportadas por una **estructura rígida** de acero, hormigón o mixta, (figura 1), en las que los criterios de proyecto son los de cualquier estructura *offshore*, mantenida en posición por el sistema de fondeo adecuado. Al ser rígida, todos sus elementos participan en la resistencia a la acción de las fuerzas exteriores. En segundo lugar están las **estructuras flexibles y articuladas**, (figura 2) que al deformarse de acuerdo con la excitación producida por las fuerzas exteriores evita esfuerzos y aceleraciones excesivas, tanto en la estructura soporte como en la red y sistema de fondeo.

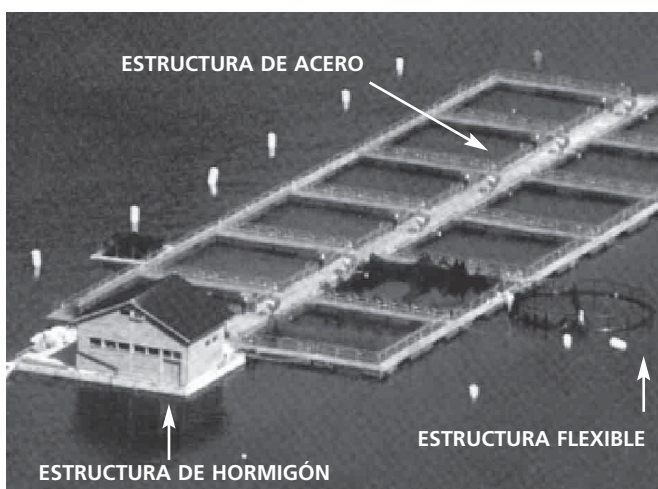


Figura 1

En este último caso, el sistema de fondeo es un elemento fundamental para el mantenimiento de la forma, además de fijar a la jaula en su posición.

La diferencia de concepto entre los dos tipos de granjas hace que se comporten de distinta manera en la mar. Los movimientos que realizan y los esfuerzos que sufren son diferentes lo que puede, de alguna manera, afectar al comportamiento de los peces y a su engorde. Además, el manejo, mantenimiento e inspección de la instalación también difiere. El resultado es que, tanto el presupuesto de inicial, como los gastos de mantenimiento, son distintos.



Figura 2

Aunque los que suscriben este trabajo son partidarios de las instalaciones semirrígidas, en la mayoría de los casos, hay que reconocer que éstas son más difíciles de manejar cuando están en operación, ya que se mueven de acuerdo con los embates de la mar por lo que si no está preparada para el trabajo a bordo, las labores de alimentación, despesque, limpieza, etc., que normalmente tienen que realizarse desde una embarcación auxiliar, son bastante complicadas. Sin embargo, al ser deformables, la estructura está sometida a menores esfuerzos y, por consiguiente, puede ser más sencilla y barata. Además, debido a su configuración de elementos articulados, estos pueden ser sustituidos en la mar, si es que se estropean, y ser reparados en tierra.

En cualquier caso, el problema mayor que tienen las granjas marinas situadas en aguas abiertas es aguantar las cargas que producen los agentes exteriores. De estas acciones, las más importantes, por su magnitud e incidencia en el comportamiento de la jaula, son las fuerzas de arrastre producidas por las olas y las corrientes. La importancia del viento depende del área expuesta a su influencia. Por eso, una alternativa a los dos tipos de granjas expuestos más arriba, es construir una instalación capaz de ser mantenida entre dos aguas, **semisumergida**, y que al estar alejada de la zona batida estaría sometida a cargas menores.

### Factores a considerar en el proyecto

Los principales factores que deben considerarse en la instalación de cualquier artefacto naval flotante, y en particular las jaulas de engorde, son los siguientes:

- Tipo de trabajo al que se destinará el artefacto.
- Características estáticas y dinámicas del artefacto y de sus equipos.
- Características de las corrientes: velocidad, dirección y posibles variaciones.
- Características del viento: velocidad, variación y posibles variaciones.
- Características de las olas: longitud, altura, período, dirección, etc.
- Características de otros agentes atmosféricos: temperatura, niebla, hielos, etc.
- Anclaje: número de líneas, tipos de componentes, etc.
- Posición relativa a otras estructuras, costa, bajos, muelles, etc.
- Distancia a posibles refugios.
- Intensidad del tráfico marítimo en la zona.
- Duración de las posibles condiciones adversas.
- Factores humanos.

A estos factores, comunes a cualquier tipo de artefacto, habrá que añadirle los específicos de las jaulas marinas dedicadas al cultivo de peces:

- Calidad de las aguas: riqueza en nutrientes, oxigenación, gases disueltos, etc.
- Biodiversidad marina del entorno: existencia de posidonia, ictiofauna, etc.
- Incidencia de la dispersión de residuos en el entorno.
- Impacto ecológico y visual de la instalación.
- Presencia e incidencia de microorganismos en el agua. Importancia del *fouling*.
- Definición de equipos: lavadoras, alimentadoras, medidores de biomasa, etc.
- Características biológicas de las especies cultivables.

## 2.2. Análisis y cálculo de las fuerzas que actúan sobre las jaulas

Las cargas que actúan sobre la estructura son de naturaleza estática y dinámica y se asume que la carga final es la suma de todas las cargas parciales, que son debidas a los siguientes componentes:

### 2.2.1. Presión hidrostática

Esta carga afecta a todos los componentes sumergidos dentro del agua y, como es sabido, es función de la profundidad a la que se encuentra el componente.

### 2.2.2. Fuerzas estáticas

Las fuerzas estáticas actúan verticalmente y son producidas por el pe-

so de la estructura, de la red y del *fouling* que se produce debido al uso de redes con malla muy pequeña.

### 2.2.3. Fuerzas generadas por las olas

Las fuerzas producidas por las olas sobre la estructura de la jaula son las mayores y las más complejas. Estas fuerzas están generadas por la aceleración de las partículas de agua que actúan sobre las partes sumergidas de la estructura y pueden calcularse, para este caso particular, bien mediante métodos empíricos (Formulación de Morison), bien mediante modelos numéricos adaptados.

### 2.2.4. Corrientes

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

Normalmente, la influencia de la corriente se calcula sin más que componer su velocidad con la que tienen las partículas de agua, debida a las olas, siguiendo el cálculo como si esa velocidad resultante fuera la orbital producida por las olas. Sin embargo, conviene tener en cuenta que la influencia de las corrientes puede ser no lineal respecto a la de las olas, por lo que la suma de sus efectos puede no reflejar lo que realmente sucede. La razón de lo anterior está en que las olas cambian la altura, longitud y dirección de propagación cuando se encuentran con una corriente.

### 2.2.5. Vientos

Dadas las características de las granjas semirrígidas, con pequeñas áreas emergidas, 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 antes.

Cabe decir, no obstante, que la fuerza del viento sobre la parte de la instalación por encima del agua es una componente de arrastre donde  $\rho$  es la densidad del aire ( $1,22 \text{ kg/m}^3$ ).

Por otra parte, hay que considerar también la fuerza que ejerce el viento sobre la parte de red emergida.

## 2.3. Fondeo de las jaulas

Una vez calculadas las fuerzas producidas por las condiciones ambientales, llega el momento de hacer lo mismo con el sistema de fondeo, cuya misión fundamental es mantener a la estructura de que se trate alrededor de una cierta posición media. Las fuerzas ambientales casi permanentes desplazan a la estructura de esa posición media, y alrededor de ella oscila.

El sistema de fondeo es un elemento clave en el diseño de la granja para aguas abiertas, ya que además de cumplir su función principal de mantener la posición de la instalación y evitar su pérdida, 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 corrientes 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, rotación de las instalaciones, etc.) y de producción (alimentación, despesque, etc.).

Con respecto al tipo de fondo, el anclaje será a base de muerto, ancla o una combinación de ambas. Como muertos se usan bloques de hormigón, mientras que existen diversos tipos de anclas cada uno adecuado a un tipo específico de suelo y otros de aplicación más general.

En cuanto a la clase de línea de fondeo, la cadena, con largo suficiente, permite el uso de anclas solamente, mientras que con cable de acero o estacha de polipropileno es más conveniente el uso de una combinación ancla-muerto o solamente muerto.



Las líneas de anclaje deben realizar dos funciones: resistir y transmitir las fuerzas. Las cargas impuestas a un sistema de anclaje son principalmente dinámicas y, por lo tanto, es importante que tengan una alta resistencia a la rotura y que puedan absorber la mayor parte de la energía cinética de las fuerzas – cargas cinéticas impuestas por las olas, esfuerzos repentinos de las ráfagas de viento, etc.- que, en la práctica, están cambiando continuamente.

Todas estas fuerzas serán transmitidas a las anclas que necesitan una gran capacidad de absorción / retención.

## 2.4. Estado del arte de las estructuras semirrígidas

Como ya se ha dicho anteriormente, los tres elementos esenciales que integran las instalaciones acuícolas marinas semirrígidas o jaulas flotantes son: *la estructura de flotación / sustentación, el recinto o bolsa de red y el sistema de fondeo*. En este apartado se incluye una descripción general de cada uno de dichos elementos.

### 2.4.1. Estructura de flotación y sustentación

Es el elemento que le proporciona flotabilidad al artefacto y consta de un collar o anillo que sostiene la bolsa de red, repartiéndose las sujeciones entre la barandilla y los anillos de flotación, y sirve, también, como plataforma auxiliar para la operación resistiendo, además, los esfuerzos variables del fondeo en las diferentes condiciones ambientales. Los collares de los primeros diseños eran rígidos pero, actualmente, se tiende a estructuras y materiales flexibles que resisten mejor las condiciones adversas de la mar. Como es obvio, en el caso de emplazamientos expuestos, esta condición es un parámetro fundamental.

En estos momentos, la mayor parte de los fabricantes se inclinan por un diseño de dos o más anillos fabricados con tubos de polietileno de alta densidad, rellenos o no de poliuretano expandido. Los tubos están unidos con unos soportes verticales que rigidizan el conjunto de los anillos y soportan la barandilla de operación y parte del peso de la red. En la imagen de la figura 3 se puede ver una estructura típica.

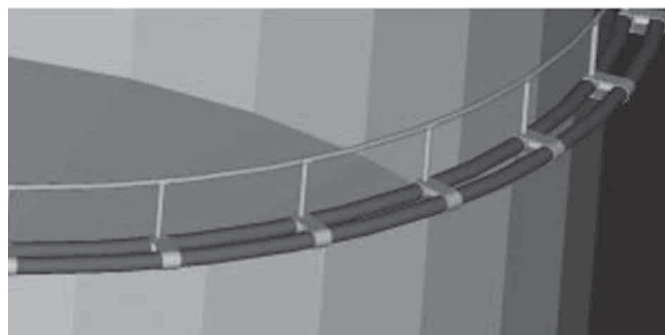


Figura 3

### 2.4.2. Recinto o bolsa de red

El recinto limita el volumen de agua donde los peces son confinados para realizar el cultivo intensivo. Si bien al principio había diseños de mallas rígidas, e incluso de madera, actualmente todas las bolsas son de malla flexible. También se han sustituido totalmente las fibras vegetales por materiales sintéticos, como: poliamidas de alta resistencia, poliésteres, polietilenos y polipropilenos.

La forma de la malla puede ser cuadrada o poligonal, preferiblemente sin nudos para minimizar los problemas de desescamado y daño en los ojos de los peces. Por otra parte, la forma cuadrada de la malla evita en gran medida la tendencia a cerrarse con el arrastre que tienen las redes tradicionales de malla romboidal, dificultando la renovación de agua y reduciendo el volumen útil del receptáculo de cultivo. En la figura 4 puede apreciarse una red con malla cuadrada y sin nudos.

El tamaño de la malla debe de ser lo suficientemente pequeño como para evitar que los peces se escapen, pero sin olvidar que el diámetro de la malla debe garantizar un buen intercambio de agua, vital para conseguir una renovación de oxígeno adecuada; una buena elimina-



Figura 4

ción de los residuos; una minimización de las deformaciones debidas a corrientes y a esfuerzos dinámicos y, por último, una buena resistencia al fouling. Tampoco hay que olvidar que si se adopta un diámetro de malla exagerado, pueden penetrar los alevines de los depredadores en la jaula, donde engordarán y crecerán hasta convertirse en un peligro.

Las redes deberán cumplir las siguientes especificaciones:

- Resistir el impacto de objetos flotantes y semisumergidos y el ataque de los depredadores.
- Ser capaces de soportar la biomasa de los peces en cultivo.
- Deben de ser extensibles y elásticas para poder resistir esfuerzos adicionales sin romperse.
- Deben de ser resistentes a la abrasión y a la corrosión.
- Por otra parte, deben ser ligeras y fáciles de manejar para facilitar los trabajos de operación y de mantenimiento.
- Deben tener una textura suave para minimizar el posible daño en la piel, escamas, aletas y ojos de los peces. (Sin embargo, la suavidad y la resistencia son términos muchas veces contradictorios en las redes de fibra sintética).

Otra característica importante de la red es que debe de mantener, lo más posible, la forma cilíndrica cuando las corrientes son elevadas, ya que si por la influencia de éstas se pierde volumen dentro de la jaula, los peces pueden dañarse al rozar con la red o chocar entre sí. Para lograr la tensión necesaria que evite la deformación, se han utilizado en bastantes ocasiones unos contrapesos de hormigón, colgados de cabos que se colocan como generatrices del cilindro de red; parece ser que este sistema no resulta demasiado efectivo. El amarre directo al fondo, cuando se puede, llega a ser más efectivo en el caso de que las profundidades sean pequeñas.

### 2.4.3. Sistema de fondeo

Un moderno sistema de fondeo que se emplea con frecuencia en los emplazamientos de jaulas consta, empezando por el fondo, de los siguientes elementos:

- Anclas especiales.
- Cadena.
- Cabo de fibras sintéticas.
- Trozo de cadena o peso de compensación en el centro de la línea de fondeo.
- Cabo de fibra sintética.
- Boya de amortiguamiento, antes de la boya principal.
- Pieza de unión o distribución de la línea de fondeo a la boya principal.
- Boya principal.
- Cadena o cabo desde la boya principal a la jaula.

Los cabos de fibra sintética no se deben amarrar directamente a las anclas o elementos de fondeo, sino que deben de ser conectados a la línea mediante la interposición de una cadena. La cadena sirve para aumentar la efectividad del sistema de anclaje ya que, además de suministrar un peso considerable a la línea, asegura que en la catenaria de anclaje se reduzca el ángulo entre la línea de anclaje y el ancla, aumentando las propiedades de absorción de esfuerzos de toda la línea.

Debe añadirse que debe restringirse al máximo el uso de elementos de unión y auxiliares, como grilletes, guardacabos o anillas; pues éstos serán orígenes de roturas y averías en el futuro. Además, una precaución importante es dejar, en el momento de la instalación, un exceso de línea, para luego ajustar de forma segura y definitiva la jaula.

## 2.5. Optimización del diseño de jaulas flotantes semirrigidas

La actual tendencia de alejar de la costa las instalaciones de jaulas, tanto para minimizar el impacto ecológico como para mejorar la calidad de los peces cultivados, obliga a mejorar los diseños de las instalaciones que, salvo raras excepciones, siguen las mismas pautas y criterios que los utilizados para instalaciones abrigadas y protegidas cerca de la costa. Además, las especiales características ambientales del Mediterráneo, donde hoy en día proliferan las jaulas, muy diferentes a las del norte de Europa, sobre todo en cuanto a frecuencias y alturas significativas de las olas, obligan a intentar mejorar las estructuras flotantes y su equipamiento.

El envío de una encuesta a los profesionales del sector, donde se centran los problemas y los inconvenientes con que se enfrentan día a día los productores, contribuyó a definir las líneas de trabajo y de investigación prioritarias. Así, las áreas identificadas y sometidas a revisión fueron las siguientes:

- Resistencia de la estructura flotante frente a olas de alta frecuencia.
- Mantenimiento de la forma de la red frente a corrientes fuertes.
- Transmisión de esfuerzos de las líneas de amarre de las jaulas a las de fondeo.
- Resistencia de la estructura flotante a los esfuerzos de fondeo.
- Resistencia de la barandilla de operación y de sus soportes frente a las roturas.
- Resistencia de las gazas de los muertos y de las estachas.
- Desgaste de diferentes elementos de las jaulas.
- Protección *antifouling*.
- Desgastes y corrosiones en grilletes y cadenas.
- Ergonomía de los pasillos de trabajo.
- Mejora de los materiales de las redes sin perder su flexibilidad.
- Posicionamiento de la instalación evitando pérdidas de tensión en los temporales.
- Mejora de los materiales de las estachas para evitar pérdidas de elasticidad y estiramientos indeseables.
- Optimización de los soportes verticales a los tubos de flotación.
- Optimización del sistema de amarre de las boyas.
- Necesidad de ánodos de sacrificio.
- Pinturas *antifouling* en tubos de flotación y boyas.
- Mejoras de los elementos de sujeción: guardacabos, grilletes y piezas de unión.

## 2.6. Conclusiones

En este trabajo se ha intentado resumir los aspectos más importantes en el diseño de artefactos flotantes dedicados al cultivo de especies marinas. Para finalizar, se pueden deducir las siguientes conclusiones:

- España está pasando de ser una potencia pesquera y consumidora de productos pesqueros, a ser una potencia tan solo consumidora e importadora. Existe un déficit en nuestra balanza comercial pesquera que ya en 1996 fue de 211.000 millones de pesetas. La acuicultura se desarrolla en nuestras aguas territoriales, generando una riqueza alternativa y complementaria a la de la pesca, existiendo un gran mercado desabastecido. (*Libro Blanco de la Acuicultura*).
- El desarrollo de la Acuicultura en España pasa por el encuentro de las sinergias de los colectivos científico y empresarial y, para ello, el papel de las administraciones (estatal y autonómicas) resulta imprescindible. Se debe dotar al sector de un sistema que permita optimizar los recursos invertidos, económicos y humanos, y que posibilite y favorezca la colaboración entre ambos. (*Libro Blanco de la Acuicultura*).
- Los cultivos en estructuras semirrigidas-jaulas, presentan las siguientes ventajas:

- Aprovechamiento del agua.
- Reducción de costes.
- Auto-depuración del agua.
- Auto-oxigenación.
- Posibilidad de traslados. Rotación de emplazamientos.
- Facilidad para el despesque.
- Facilidad de transporte.
- Reducción del período de engorde.

- Es necesario desarrollar una tecnología propia, adaptada a las circunstancias y características de nuestros mares y a la de las especies cultivables con mayor introducción en nuestros mercados pesqueros. La colonización tecnológica debe evitarse mediante la creación de líneas de I + D que potencien un crecimiento ordenado y sostenido del sector.

## 3.- Sistemas de alimentación en la Maricultura: perspectiva histórica y situación actual y futura

### 3.1. Tipos de alimento

El pescado de deshecho entero o troceado y fresco o congelado aún forma parte de la alimentación de un número importante de industrias de cultivo en jaulas tales como la seriola y la dorada en Japón o la lubina en Tailandia. Algunas especies de desecho, tales como la sardina y la caballa tienen contenidos de grasa demasiados altos y otros, como el capelín, varía mucho su contenido graso según la estación (13-14 % a 4-6 %). Todos estos detalles hay que considerarlos.

Las dietas secas tienen más ventajas que las húmedas para los peces, ya que contaminan menos, pues son muy estables en el agua y son más fácilmente comidas por la mayor parte de las especies. Incluso son más fáciles de digerir ya que se pueden ajustar a las necesidades del pez. El único "contra" es que son un poco más caras (1-3 %).

Las instalaciones para almacenar los piensos deben estar en tierra o en plataformas auxiliares con sistemas de ventilación adecuados, ya que si los sacos están en la jaula se humedecerían y además los pájaros los picotearían y podrían transmitir enfermedades además de la pérdida económica.

El almacenamiento debe evitar la humedad, el calor, los insectos, los hongos y otros contaminantes que estropearían la calidad del pienso.

El pescado de desecho puede llegar fresco o congelado y su frescura debe ser verificada antes del almacenamiento. El olor y la apariencia son índices suficientes para contrastar la calidad. Después debe ser congelado para mantener su calidad y evitar la oxidación de los ácidos grasos. Los piensos secos pueden ser mantenidos en almacenes o en silos, si el tiempo lo permite, ya que si están cerca del agua puede afectarles la humedad.

### 3.2. Modos y sistemas de alimentación

En cuanto a la forma y la frecuencia de la alimentación es muy variable. Por ejemplo en Rusia, las jaulas de carpa común quedan por debajo de la capa de hielo y no se les suministra alimento hasta la primavera. Otro caso extremo es el salmón atlántico que no se le alimenta a temperaturas superiores a los 18 °C.

El alimento puede suministrarse a mano o con alimentadores mecánicos. La ventaja principal de la alimentación manual es que se puede ajustar el suministro al apetito de los peces, verificando además el estado de salud de los mismos. Este método puede no ser rentable en granjas muy grandes o puede no ser útil si se trabaja a tiempo parcial.

Los alimentadores mecánicos se han implantado últimamente, en todas las grandes piscifactorías. Pueden ser de demanda o automáticos.

En algunas granjas de salmón atlántico se emplea un sistema más sofisticado. Los piensos húmedos se transfieren, bombeando agua, desde el almacenamiento a la unidad central de distribución, y por tuberías a las jaulas que están a 600 m. Este sistema puede ser refinado contro-



lando todas las operaciones con ordenador y de acuerdo con la temperatura ajustar la cantidad de alimento.

### 3.3. Robot para instalaciones en tierra

Este robot para la alimentación es un aparato autopropulsado, que se desplaza apoyándose en un rail colgado del techo, dando servicio a todos los tanques. La figura 5 nos lo muestra.

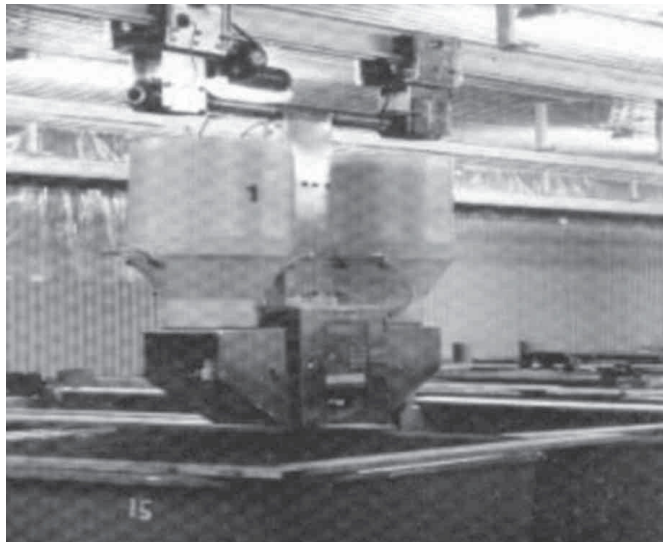


Figura 5

El sistema incorpora de uno a cuatro contenedores de alimento, cada uno con un dispensador de pienso accionado por un muelle. Al tener varios contenedores independientes se pueden suministrar varios tipos diferentes de pienso.

### 3.4. Sistema operado por aire

El esquema mostrado en la figura 6 muestra los componentes principales de un sistema de alimentación operado con aire.

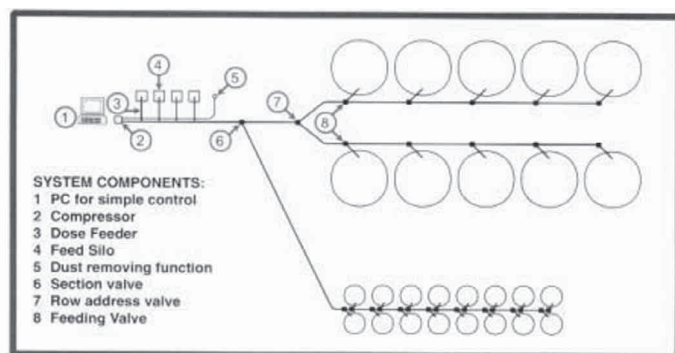


Figura 6

La configuración básica incorpora una unidad soplante que transportará el pienso almacenado en el silo y que a través de un dosificador llega al alimentador y al conducto de aire. Esta tubería de alimentación principal va a un distribuidor rotativo que la conecta sucesivamente a las tuberías de entrega de alimentación individual. Este distribuidor se conoce como la válvula de distribución.

### 3.5. Sistemas automáticos de alimentación y recuperación

La figura 7 esquematiza un sistema automático de alimentación con recuperación del pienso no comido.

Las ventajas de este sistema son bastante obvias:

- Protección ambiental al recoger las "sobras".
- Control de las medicinas administradas.

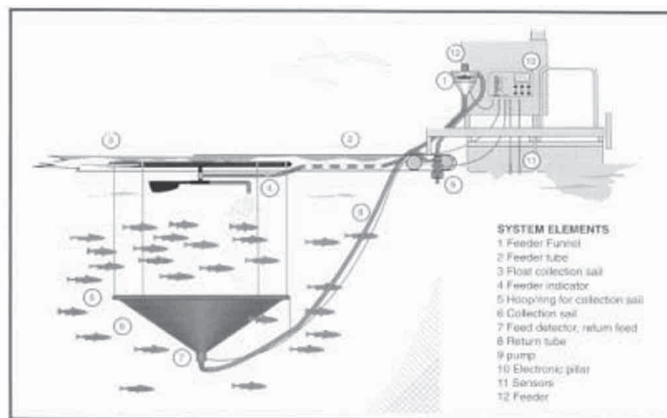


Figura 7

- Control de todos los tamaños de "pellets".
- Control de la alimentación con un microprocesador.
- Posibilidad de alimentación nocturna.
- Registro del consumo: semana, hora, día y noche.
- Operación remota desde tierra.

Además de las ventajas apuntadas anteriormente se podrían citar las siguientes:

- Recolección eficiente y sencilla de los peces muertos que minimiza el riesgo de enfermedades.
- Mejora del control de la alimentación ya que reduce las pérdidas de pienso.
- Reduce los productos de sedimentación con lo que logra un medio ambiente más limpio y una mejora de la salud de los peces.
- Prolonga la vida del emplazamiento reduciendo el coste de cambio a otro lugar.

### 3.6. Barcasas de alimentación

Estas unidades son como silos flotantes que tienen forma de barcaza con un fondo cónico o plano que puede almacenar entre 50 y 400 t de pienso. La mayor parte de estos silos están normalmente bajo el agua y el alimento está seguro y seco a baja temperatura. Estas barcasas pueden suministrar entre 20 y 80 t de pienso diarias.

Durante el verano, el pienso está a la misma temperatura que el agua donde está sumergido y de esta forma la barcaza actúa como una nevera.

Las figuras 8 y 9 muestran dos diseños.



Figura 8



Figura 9

### 3.7. Control de la alimentación

El control de la alimentación se le puede encomendar a un sistema de sensores que continuamente mide y optimiza el consumo de alimento de los peces en la jaula.

El sistema que se describe a continuación ha sido diseñado por AKVA en Noruega. El sensor mide el paso del alimento a través del área que controla y transmite esta información al software del sistema. La alimentación se para automáticamente en el límite pre-establecido. Con estos sistemas se optimiza la alimentación bajando considerablemente los "Feed Conversion Ratio" (FCR). Tomando como ejemplo el salmón, el FCR podría caer hasta alcanzar un 0,8. Esto supondría para una granja que produzca 600 t al año, con un precio del pienso de 0,64 \$/kg, una reducción de costes de 137.000 \$, a lo que habría que sumar la

disminución de residuos de la alimentación con lo que se disminuye el impacto ambiental.

El sensor desarrollado con tecnología doppler puede medir con gran precisión el paso de los granos de pienso en un área de 20 a 28 m<sup>2</sup>. Una cámara submarina, instalada en la unidad del sensor, sirve para vigilar el comportamiento de los peces. Para conectar esta unidad sensora con el sistema central de alimentación se ha desarrollado un sistema de señales “sin cables” que transfiere la información del sensor y las imágenes de vídeo a la base en la barcaza o en tierra. Cada jaula tiene su sensor doppler sumergido.

La turbina se instala al final de la manguera de alimentación y se sujeta a la estructura superior de la jaula. La energía para el sensor doppler se genera gracias al caudal de aire del sistema de alimentación.

### 3.8. Proyectos de la ETSIN

En estos momentos estamos trabajando o iniciando tres proyectos concretos: un nuevo sistema centralizado de alimentación, una plataforma auxiliar y una plataforma semisumergible.

Los trabajos del **sistema centralizado** se van a realizar para tratar de incorporar en un nuevo diseño las mejoras identificadas durante nuestras visitas a las piscifactorías y que al menos serán las siguientes:

- Control informatizado.
- Minimizar las mangueras de distribución.
- Fortalecer las válvulas de distribución.
- Instalación de las válvulas de distribución en pequeñas plataformas flotantes o en los aros de las jaulas.
- Mangueras de alimentación sumergidas.

Uno de los elementos fundamentales para el éxito de la explotación en mar abierto es la **plataforma auxiliar** que apoya la operación de la instalación.

La necesidad creciente de alejar los cultivos de la costa, por razones medioambientales y de falta de lugares apropiados, así como el mayor rendimiento que se puede obtener de la instalación en los emplazamientos offshore, exigen el apoyo de una plataforma auxiliar para todos los trabajos de operación.

Algunas de las razones específicas se esquematizan a continuación:

- Dificultades originadas por la dependencia absoluta de la base en tierra por razones de lejanía.
- Problemas para la alimentación de los peces en condiciones de mal tiempo.
- Ausencia de diseños específicos en España, tanto para las especies consideradas (dorada y lubina) como para las peculiares condiciones del Mar Mediterráneo (frecuencia de olas).

#### Actividades del proyecto:

Para el desarrollo de este proyecto se han contemplado los siguientes pasos:

- Estudio de los diseños que existen en el mercado actualmente para conocer los avances realizados.
- Consultas con algunas empresas que están iniciando los cultivos en mar abierto, para conocer los problemas que están encontrando o que intuyen que van a aparecer, para tratar de resolverlos en nuestro diseño.
- Estudio de los distintos materiales disponibles en el mercado y análisis de las ventajas e inconvenientes de la fibra de vidrio frente al acero.
- Preparación de una especificación técnica de diseño para la plataforma, para su sistema de fondeo y para el equipo de alimentación.
- Emisión de los planos de diseño.
- Realización de los cálculos de resistencia y estabilidad.
- Cálculo de la estructura por elementos finitos.
- Ensayos en canal de experiencias.
- Preparación de los planos y especificaciones de fabricación.
- Certificación por una Sociedad de Clasificación.

Los resultados pueden estimarse como muy positivos, ya que aún las ventajas de las barcasas de alimentación actuales empleadas para otras especies (salmón) con el apoyo a la operación, al incluir otras instalaciones auxiliares (lavadora de redes, plataforma amplia y despejada para los trabajos de operación, jaula de pre-venta, compresor para las botellas de buceo, laboratorio, sala de material de buceo...).

Se cree, además, que cubre un hueco importante en los cultivos offshore al estar diseñada específicamente para el engorde de dorada y lubina en mar abierto y para las características ambientales peculiares del Mediterráneo.

### 3.9. Conclusiones

El siguiente silogismo valdría para concluir:

Los sistemas centralizados y automatizados implican un aumento de la rentabilidad de las instalaciones de acuicultura.

Los cultivos en mar abierto necesitan el control remoto y una plataforma auxiliar lejos de la costa que incorpore estos sistemas.

Como el futuro de la Maricultura está en las instalaciones offshore... La ETSIN incluye estos diseños en las actividades de I+D+i en el área de la Ingeniería de los Cultivos Marinos con lo cual contribuye al apoyo del sector de los Cultivos Marinos, intentando adelantarse al desarrollo de la Industria.

## 4.- Granjas Offshore Autónomas: la solución del futuro

### 4.1. Introducción

Hasta la fecha la acuicultura había sido impulsada por el desarrollo de investigaciones biológicas que han permitido el cultivo de especies con gran aceptación en el mercado (dorada, lubina, rodaballo, salmón, mejillón, ostra, almeja, etc.) y las expectativas a corto plazo de que se puedan cultivar nuevas especies son esperanzadoras, gracias a las investigaciones para el cultivo de diversas especies (dentón, besugo, pulpo, lenguado, bocinegro, mero, etc.), pero este desarrollo ha sido limitado por no contar con el respaldo de empresas e instituciones de investigación en el campo de la ingeniería.

Para paliar esta situación, nos hemos volcado en un proyecto ambicioso, que permita analizar desde un punto de vista global, pero al mismo tiempo particular, el cultivo de las distintas especies marinas, presentes y futuras, como es la “Granja Offshore Autónoma”, donde queden englobadas las distintas fases del cultivo de las especies marinas que las condiciones medioambientales permitan cultivar en un mismo complejo.

Asimismo se aportarán ideas para solucionar problemas detectados en la actualidad, ofreciendo una serie de ventajas que detallaremos en siguientes apartados pero que brevemente se adelantan a continuación:

La contaminación medioambiental, favoreciendo la dispersión de los desechos y evitando la degradación de los fondos; la contaminación visual, la industria del turismo, una de las más importantes, obliga a estas instalaciones a alejarse de la costa, de modo que tengan un impacto mínimo; minimizar los costes de explotación, debido a que el efecto de escala es muy agudizado en las instalaciones acuícolas y las cuantiosas inversiones en equipos automáticos sólo son posibles en grandes instalaciones.

Una plataforma semisumergible junto con los distintos tipos de jaulas y estructuras, situada en aguas abiertas, que englobase todas las etapas del proceso productivo (*hatchery*, preengorde, engorde, procesado, empaque, etc.) dotada de todos los medios técnicos necesarios para la explotación (sistemas de control de los distintos parámetros, alimentación automática, laboratorios, planta energética, sistemas de refrigeración y congelación, etc.) de las distintas especies marinas desarrolladas, será una solución de futuro en la que debemos involucrarlos todos los miembros del sector y de manera especial los Ingenieros Navales y Oceánicos.

La “Granja Marina Autónoma” nace planteando el proyecto de una instalación semisumergible, que pueda afrontar temporales de gran



magnitud, aislándola de las condiciones del mar, y por lo tanto independiente en la medida de lo posible (biológicamente son necesarias unas condiciones ambientales para el cultivo de las especies marinas) del emplazamiento, por lo que su instalación sería viable en cualquier lugar del mundo, aunque las especies de cultivo serían diferentes. Que sea totalmente autónoma respecto a instalaciones en tierra, lo que permitiría asegurar la producción con independencia de factores externos. Que aprovechara las energías renovables que tuviera a su alcance, como un medio de ahorro energético y protección medioambiental. Y que integre completamente el proceso industrial desde la reproducción de las especies hasta el empaquetado para la puesta del producto en el mercado.

## 4.2. Descripción técnica

La instalación estará formada por una plataforma flotante semisumergible, donde se situará todo el centro operativo de la planta. Unido a la misma habrá unos pantalanes flotantes, donde podrán atracar todas las embarcaciones que darán servicio a la piscifactoría. Además alrededor de ella se instalarán todas las jaulas de engorde, procurando evitar interferencias entre las distintas especies.

La plataforma flotante cuenta con columnas que están unidas a unos grandes cilindros o pontones con armaduras, situados alrededor de la plataforma, y hacen las veces de flotadores que pueden llenarse de agua a voluntad para conseguir el francobordo necesario, de acuerdo con la intensidad del oleaje (Fig.10). La parte inferior de la estructura está siempre sumergida de modo que el conjunto se estabiliza mejor, aunque se presente un fuerte oleaje.



Figura 10

La instalación estará formada por las siguientes partes:

- Hatchery (criadero de alevines).
- Energía (generadores, bombas de calor, soplantes, etc.).
- Habilitación (oficinas, equipos de buzos, etc.).
- Centro de instrumentación, control y automatización.
- Almacenes y mantenimiento.
- Laboratorios.
- Engorde (jaulas de engorde).
- Procesado y empaque (zona de despesque, preparación para venta, etc.).
- Tratamiento de residuos.
- Fábrica de piensos.
- Embarcaciones auxiliares y puerto flotante.

### 4.2.1. Hatchery

La *hatchery* o criadero de alevines es el lugar donde se obtienen los huevos de la especie a cultivar, mediante inseminación artificial. Una vez eclosionen los huevos, se pasa a alimentarlos, primero con alimento na-

tural y posteriormente con piensos secos. Cuando el alevín alcance el tamaño adecuado (que dependerá de la especie) continuará el proceso de engorde en las jaulas flotantes, hasta lograr la talla comercial.

En este proceso, el agua del mar ha de ser tratada previamente a su entrada en los tanques. Para ello han de instalarse los filtros necesarios; filtros de arena, de tambor, de cartucho, etc., además de los equipos de calentamiento y esterilización.

La *hatchery* irá situada en la plataforma semisumergible, sobre las distintas cubiertas. El agua necesaria para abastecer los distintos tanques se obtendrá mediante bombas que la llevarán hasta la cubierta más alta, y se irá descargando por gravedad hasta desembocar en el mar.

Dentro de la *hatchery* se incluyen también las instalaciones para la producción de algas, necesarias para enriquecer el alimento vivo (artemia y rotíferos).

En una instalación de este tipo es necesario calentar y enfriar volúmenes importantes de agua, siendo por lo tanto vital conseguir ahorrar energía mediante intercambiadores de calor.

### 4.2.2. Energía

Es evidente que una instalación de este tipo necesita de grandes consumos de energía, que serán proporcionados por una planta con total autonomía, así como una planta de emergencia y una transitoria como ocurre en los buques.

Además se ha previsto introducir generadores de *energías limpias*, que abaraten los consumos (hasta un 50 %). Dado el emplazamiento de una instalación de este tipo, es posible hacer uso de un gran número de ellas:

- Generadores de energía eólica
- Placas solares
- Utilización de combustibles limpios: hidrógeno (agua) y silicio (arena).
- Cultivos energéticos, aprovechando el cultivo en la propia granja de algas microscópicas (microfitos) que producen grandes cantidades de hidrocarburos.

### 4.2.3. Habilitación

En las cubiertas más altas de la plataforma existirá una zona destinada a la habilitación y oficinas de la instalación:

- *Acomodación para el personal.* Se estima que habrá un personal de unas cincuenta personas trabajando en la piscifactoría, sin incluir al equipo de buzos. Se dispondrá por lo tanto de habitaciones, vestuarios, duchas y un pequeño salón comedor.
- *Oficinas.* Toda la dirección de la piscifactoría (técnica, comercial, gerencia, etc.) tendrá las oficinas en la planta *offshore*. Se dispondrán de todas las últimas tecnologías en comunicaciones: telefonía móvil, radio-teléfono, comunicación por satélite, video conferencia, etc.
- *Zona para buzos.* En una instalación de este tipo es muy importante disponer de un equipo de buceadores que estén permanentemente vigilando los fondeos y las roturas en las redes. Para ello se habilita una zona donde dispongan de un vestuario, duchas calientes, material, botellas de oxígeno, compresores, etc.
- *Centro de Formación.* Se destinarán los espacios y medios suficientes para una formación continuada del personal en técnicas y seguridad. Consideramos fundamental realizar esta actividad debido a la gran cantidad de avances y técnicas que se producen continuamente.
- *Restaurante.* Dado el alto nivel de interés que tienen este tipo de instalaciones entre los turistas, será muy interesante disponer de un pequeño restaurante donde se puedan promocionar los productos de la empresa, así como ofrecer una visita turística a la planta.

#### 4.2.4. Control y automatización

En una instalación de estas características es muy importante automatizar toda la planta, especialmente en aspectos de alimentación. Por ello se dotará una sala de control, similar al puente de un buque, desde donde se podrán realizar las siguientes operaciones:

- Vigilancia de los fondeos.
- Centro de alarmas. Es necesario disponer de un panel donde podamos conocer la situación de todos los equipos de la instalación. (bombas, filtros, generadores, soplantes, etc.), y cualquier posible fallo.
- Puente de mando. El permanente tráfico de embarcaciones que entrarán y saldrán de la instalación se controlará desde este lugar; transporte de pienso, embarcaciones con personal, buques auxiliares, remolcadores, etc.
- Automatización de la alimentación. Se desarrollará un programa informático que regule el suministro de pienso en las jaulas y tanques, en función de los distintos parámetros (temperatura del agua, pienso sobrante, etc.).

#### 4.2.5. Almacenes y mantenimiento

Como parece lógico, deberá existir una zona destinada al mantenimiento de la instalación:

- Mantenimiento de toda la red de circulación del agua: valvulería, bombas, filtros, etc.
- Mantenimiento de redes: lavadoras, reparación de roturas, baños de *antifouling*, etc.
- Limpieza de tanques en la *hatchery*.
- Mantenimiento de toda la instalación eléctrica y de instrumentación.

Además, en esta zona se incluirán también los almacenes, siendo imprescindibles los destinados a los piensos secos, los cuales han de mantenerse a temperaturas muy bajas.

#### 4.2.6. Laboratorios

Desde los laboratorios se realizará todo el control sanitario de las distintas especies: análisis diarios de peces muertos, análisis de la calidad del agua, etc.

También existe la posibilidad de realizar un plan de selección genética, como ya vienen haciendo algunas empresas del sector, lo cual nos llevará a conseguir un producto de mayor calidad (por ejemplo que no se vea afectado por enfermedades).

Además desde este laboratorio pueden dirigirse todas las actividades de I+D, encauzadas a la consecución de nuevas especies a cultivar.

#### 4.2.7. Engorde

En este área se incluyen las distintas jaulas de engorde para las distintas especies y plataformas de apoyo para alimentación automática, en caso de que fueran necesarias, ya que existen especies como el atún en el que la alimentación se realiza mediante embarcaciones auxiliares, o dependiendo de la distribución de las jaulas de engorde en el emplazamiento, la alimentación automática con piensos se realice desde la plataforma semisumergible.

Existirá una zona determinada para cada tipo de pescado, procurando distanciar lo máximo posible unas de otras, evitando de este modo que los desechos (heces y pienso sobrante) de una especie pueda afectar a otra cercana. Las jaulas variarán según la especie a engordar, pudiendo ser sumergibles o no, circulares o cuadradas, etc.

#### 4.2.8. Procesado y empaque

Es vital para obtener la máxima frescura en el pescado, que inmediatamente sea “despescado”, pase a un proceso de refrigeración o congelación. Para ello es muy importante disponer en la propia planta todos los medios necesarios para ello:

- Zona de despesque (grúas, remolcadores, etc.).
- Fábrica de hielo.
- Clasificadora
- Empaquetadora.
- Existe la posibilidad de instalar una evisceradora y fileteadora, aunque en principio el mercado nacional prefiere el pescado de una pieza.

También se dispondrá una zona donde se fondearán las jaulas preventas. Estas jaulas son necesarias para disponer del producto inmediatamente a recibir el pedido por parte del cliente, ya que el pescado suele estar unos dos o tres días sin comer antes de proceder al despesque.

#### 4.2.9. Tratamiento de residuos

En la *hatchery* se generan y utilizan sustancias que si no han sido tratadas y en función del grado de dilución pueden afectar gravemente al medio donde son vertidas. Estas aparecen en todas las fases de la producción de alevines, reproducción, cultivos de alimento, cultivo larvario, destete y preengorde. Entre estas sustancias se encuentran antibióticos, vacunas, desinfectantes, fosfatos, amonio, urea, nitritos, nitratos, etc.

Por ello una planta que trate adecuadamente todos estos vertidos, minimizaría el impacto medioambiental de la planta. Para ello son necesarios los filtros biológicos y otros procedimientos complementarios. Con ello eliminaremos además el posible impacto que pudieran tener.

Asimismo, en la instalación de engorde se contempla la posibilidad de recuperar el pienso sobrante en las jaulas y también un tratamiento de los desechos producidos por la biomasa. Ya existen instalaciones de este tipo en funcionamiento con enorme éxito.

#### 4.2.10. Fabrica de piensos

Dada la total autonomía que se quiere proporcionar a la instalación, se ha considerado necesario disponer de una fábrica de piensos.

El pienso será utilizado en la *hatchery* para alimentar en la fase de primera alimentación (o destete) preengorde, así como en las jaulas de engorde. Este se elabora a partir de aceites y harinas de pescado, enriquecidos con vitaminas. El tamaño del grano irá variando a medida que el pez crezca, facilitando su digestión.

Una vez fabricado el pienso, pasará a almacenarse a temperaturas muy bajas, hasta su utilización.

La fábrica estará equipada con equipos de transporte, secado, trituración, acondicionado, mezclado, extrusión y granulado.

#### 4.2.11. Embarcaciones auxiliares y puerto flotante

Una instalación como la descrita hasta ahora requiere tener un puerto donde puedan atracar las numerosas embarcaciones de apoyo que van a dar su servicio a la granja:

- *Catamaranes* para realizar las labores de despesque en las jaulas de engorde, así como para cambiar las redes.
- *Cerqueros* para obtener alimento para el engrase de los atunes (caballa, sardina, boquerón, etc.), así como para capturar especies de poco valor comercial que utilizaremos para fabricar las harinas de pescado.
- *Remolcadores*. Necesarios para transportar las jaulas a la zona de despesque, así como para apoyar labores de fondeo de jaulas.
- *Buques frigoríficos*. Para transportar el pescado en las mejores condiciones a tierra.
- *Embarcaciones de pasaje*. Serán usadas para facilitar el transporte del personal de la granja a tierra, además de permitir la llegadas de turistas a la instalación.

También se dotará a la granja de un helipuerto con su helicóptero correspondiente, para realizar diversas operaciones:

- Transporte de alevines desde la *hatchery* a las jaulas de engorde (este procedimiento ya se viene realizando en jaulas de salmón en Escocia).



- Operaciones de salvamento en caso de ser necesario.
- Apoyo en localización de bancos de pesca para los cerqueros.

### 4. 3. Ventajas

La principal ventaja de la GMA es la prácticamente total autonomía con respecto al exterior lo cual la convierte en una instalación flexible y dinámica, con capacidad de respuesta adecuada a sus necesidades y una planificación de su producción independiente de factores no controlables. Como se ha detallado anteriormente al incorporar en las instalaciones las distintas fases del cultivo de las especies seleccionadas, controlaremos los suministros y plazos convenientes acordes con la planificación y estrategia productiva adoptada.

Otra ventaja, consecuencia de la anterior, es la posibilidad de emplazar la GMA en aquellas regiones o países del mundo que ofrezcan las mejores condiciones sociopolíticas (ayudas económicas, costumbres alimenticias, apoyo institucional, canales de distribución), socioeconómicas (coste de la mano de obra, coste de materias primas básicas, etc.), medioambientales (menor interacción con el medio natural, mayor posibilidad de aprovechamiento de energías renovables como por ejemplo el número de horas de sol al año, etc.), o aquellas condiciones naturales que son determinantes a la hora de cultivar unas especies u otras de mayor valor económico (temperatura, salinidad, corrientes, etc.). Dicho emplazamiento nunca estaría condicionado por la existencia de la tecnología y dominio de la técnica, ya que la movilidad de la GMA, permite su construcción en un país y la posterior puesta en marcha en otro.

La movilidad de la instalación permitirá la reubicación de la misma en otros emplazamientos con posterioridad, si es que algunas de las condiciones por las que había sido elegido el emplazamiento original hubieran cambiado, por lo que la inversión asumirá menos riesgos que si su emplazamiento fuera fijo, ya que no sería necesario el abandono de las instalaciones como ha sucedido en algunas ocasiones.

La concentración del cultivo de diferentes especies en una misma instalación reporta gran cantidad de beneficios como son:

- La diversificación de riesgos frente a las posturas futuras del mercado, mediante la comercialización de gran variedad de productos, bien sea por las diferentes formas de presentación de las especies, bien por el número de las especies comercializadas.
- Extrapolar soluciones para problemas de determinadas especies a otras, con lo que se consigue un total aprovechamiento de los recursos de I+D.

Una de las principales ventajas es la rentabilización de las inversiones, debido al agudizado efecto de la economía de escala en las instalaciones acuícolas, y por lo tanto en una instalación como la GMA con una producción superior a 25.000 toneladas anuales y más de 10 especies distintas, se obtienen mayores rendimientos gracias a inversiones en:

- Equipos automáticos de alimentación que permiten alimentar a todas las especies a distintas horas e incluso con sistemas de demanda, simplemente bajo la supervisión de una única persona desde el centro de control.
- Sistemas de control de los distintos parámetros medioambientales.
- Sistemas de control de los fondeos.
- Sistemas de vigilancia del perímetro, para evitar depredadores que mermen la producción.
- Investigación y desarrollo de tecnologías adaptadas a la instalación.

La economía de escala nos ofrece otras ventajas como son:

- Disminución de los costes de explotación gracias a la automatización de las distintas actividades; al control exhaustivo de la *hatchery* y la alimentación, que suponen en torno al 70% de los costes de una instalación acuícola y a la posición de dominio frente a suministradores de alimentos, equipos, embarcaciones, etc.
- Distribuir y Comercializar nuestros propios productos con nuestra marca.
- Posibilidad de innovar y presentar diversidad de productos adaptados a las costumbres alimenticias de distintas culturas. (Dorada entera, dorada eviscerada, dorada fileteada con o sin piel, etc.).

- Distribuir la actividad laboral y las ventas de productos a lo largo del año mediante una planificación adecuada complementando los despesques de las distintas especies y su puesta a la venta y evitando meses con excesiva o mínima carga laboral o flujos de caja inadecuados.

La “Granja Marina Autónoma” minimiza el impacto ambiental sobre los fondos, evitando sedimentos anóxicos, producción de gases tóxicos, cambios en las comunidades de la macrofauna, disminución de la diversidad del bentos, etc., gracias al sistema de recuperación de las jaulas y a su instalación en mar abierto donde las condiciones hidrográficas favorecen la dispersión de las excreciones de los peces, desechos de comida, medicamentos, etc. Del mismo modo, la instalación de la GMA en aguas cuya profundidad es superior a los 50 metros evita la degradación de comunidades de gran valor que sólo viven en profundidades menores y son vitales para el equilibrio del ecosistema, como la posidonia en el Mediterráneo.

Del mismo modo, gracias a la planta de tratamiento de residuos anteriormente descrita, se evita el vertido de aquellas sustancias nocivas que se generan o son empleadas en la *hatchery* y que hemos enumerado en la descripción técnica

La policultura favorece la eliminación de amoníacos, fosfatos, y nitratos, gracias a que algunas especies como las algas absorben parte de estos residuos.

La distancia a la costa nos permite eliminar el impacto visual, evitando confrontaciones con la importante industria turística.

El respeto hacia el medio ambiente es fundamental para poder asegurar producciones futuras y mantener la calidad de los productos, evitando que los cultivos puedan perjudicar otras especies.

Debido a esto, las concesiones para la instalación de granjas en el litoral están siendo muy limitadas y exclusivamente a zonas cuyo impacto sea prácticamente nulo, además de que su situación no interfiera con zonas de tránsito de buques militares, pesqueros o de transporte. Por lo que las concesiones a corto plazo excluirán el litoral y serán en emplazamientos *offshore*, obligando, incluso, las administraciones a instalaciones existentes a reubicar sus jaulas periódicamente.

El entorno marino nos permite poder aprovechar todos sus recursos mediante la utilización de energías renovables (eólica, solar, hidrógeno, silicio, etc.). Lo que supone una protección del medio ambiente al mismo tiempo que un ahorro en los costes energéticos.

Todas estas ventajas nos empujan a volcarnos en el diseño de una instalación de futuro que puede contribuir en gran medida al desarrollo de la acuicultura y, por tanto, al sostenimiento del sector pesquero en Europa.

### 4.4. Conclusiones: ¿Realidad o utopía?

Hemos documentado y argumentado la idoneidad de la investigación y el diseño de la “Granja Marina Autónoma” como una solución de futuro.

Es fundamental el desarrollo sostenible de la Acuicultura como medio para paliar la crisis del sector pesquero y el déficit de pescado en la UE, pero mediante acciones y tecnologías que permitan un desarrollo ordenado y no agresivo con el medio ambiente.

Mediante la GMA se dotará a las empresas del sector de la tecnología necesaria para desarrollar sus actividades en el futuro, gracias a las ventajas enunciadas en el apartado anterior, destacando principalmente la minimización del impacto ambiental, la economía de escala, y la autonomía.

No nos encontramos ante un proyecto utópico, sino real, aunque las grandes inversiones que suponen proyectos de esta índole pueden ser impedimentos para su realización. Para efectuar esta afirmación nos basamos en una serie de características del sector:

- El impulso de la acuicultura gracias a estudios biológicos, con más de 500 investigaciones en los últimos años, que permiten y mejoran el cultivo de especies como la dorada, lubina, rodaballo, almeja, mejillón, ostra, salmón, pulpo, atún, etc., y que permitirán a corto plazo el cultivo de otras: besugo, dentón, seriola, pargo, lenguado, esturión, etc.
- La consolidación de las empresas.
- La gran aceptación del producto por el mercado.
- El aumento sostenido del consumo de pescado de crianza, fomentado por las administraciones, y que sólo en España se ha multiplicado por 10 desde 1990 llegando hasta las 21.000 t en el año 2000.
- La mayor estabilidad de precios.
- El cultivo de especies de alto valor económico.
- Las subvenciones de las administraciones aprobadas para el periodo 2000-2006, que ascienden a un total de 2.117 millones de euros.
- Las asociaciones empresariales que protegen y favorecen los intereses de éstas.
- La existencia de numerosos centros de formación de todos los niveles profesionales.

Todos son factores que están favoreciendo el desarrollo de la acuicultura y que permiten inversiones multimillonarias por parte de las empresas.

No obstante, existen módulos en la GMA, como puede ser la fábrica de piensos, que en función del emplazamiento del complejo puede hacer viable o no su instalación en éste.

Otro módulo que puede modificarse, en función del avance de la técnica, es la planta energética, pudiendo adoptarse aquellas soluciones más apropiadas.

La Granja Marina en su concepción modular, es una instalación flexible y dinámica, y permite adaptarse a las condiciones del emplazamiento que resulten más rentables y ventajosas para el cultivo de las distintas especies.

La conquista de los océanos por parte del hombre no acaba más que empezar, los avances en tecnología lo están permitiendo, como lo demuestra el hecho de que cada vez se estén realizando extracciones de crudo y gas mediante plataformas petrolíferas en las condiciones más adversas y a profundidades de hasta 1.500 metros.

Aproximadamente dos terceras partes de la corteza terrestre están sumergidas bajo los océanos. Estos constituyen los mayores ecosistemas del planeta y son tan ricos y diversos como cualquier ecosistema terrestre, pero permanecen prácticamente inexplorados.

Las especies marinas conocidas suponen un gran porcentaje del total de las especies mundiales. El cultivo de éstas permite un gran avance en la alimentación humana, disminuyendo su dependencia de la pesca tradicional y asegurando un nivel de abastecimiento. Para ello, son fundamentales innovaciones tecnológicas como la "Granja Marina Autónoma". Hace miles de años la ganadería sustituyó prácticamente a la caza, ¿quién sabe lo que el futuro nos puede deparar?

## 5.- Bibliografía

- AARNES, RUDI and LILAND: "Engineering for Offshore Fish Farming". THOMAS TELFORD. London, 1990.
- ABELLÁN E., BASURCO B. 1999. "Massive Fishing species Diversification: Current Situation and Prospects in Mediterranean Aquaculture". (CIHEAM-FAO).
- BEAZ PALEO J.D. 1999. "Maricultura: Proyectos I+D". XXXVI Sesiones Técnicas de Ingeniería Naval. Cartagena.
- BEAZ PALEO J.D. 2000. "Ingeniería de los Cultivos Marinos: Una realidad en la ETSIN". Infomarine nº 50. Febrero 2000.
- BEAZ PALEO J.D. 2000. "Marine Aquaculture in Spain: A present and future overview". University of Plymouth.
- BEAZ PALEO J.D. 2000. "Offshore Mariculture: Workboats". Mediterranean offshore mariculture. CIHEAM. Zaragoza.
- BEAZ PALEO J.D. 2001. "Offshore R&D activities in Madrid Naval Polytechnical University: Installation project, new cage and auxiliary platform designs". Aquaculture Europe. Trondheim.
- CIHEAM: Advanced course on Mediterranean offshore mariculture. Junio de 2001.
- BUREAU VERITAS: "Réglement des Plateformes Marines". Bulletin Technique. Paris, 1976.
- CAGNETTA P. 1999. "The effect of three different rearing strategies on the productive responses of the common octopus (*Octopus vulgaris*)". Seminar on Mediterranean Marine Aquaculture Fishing Species Diversification (CIHEAM-FAO).
- COLL, J.M. "Actualidad y futuro de la Acuicultura Española". Revista AQUATIC, nº 14 (Julio 2001).
- CUEVA, M de la: "Artes y Aparejos. Tecnología Pesquera". M.A.P.A., Noviembre 1990.
- DE LA GANDARA, FERNANDO. "Contaminación producida por criaderos de dorada y lubina. datos de partida para la evaluación del impacto ambiental".
- DE LARA REY, JOSÉ; SANTOS ORDEN, DANIEL; BEAZ PALEO, JOSÉ DANIEL Y NÚÑEZ BASÁÑEZ, JOSÉ F. "Cultivos en mar abierto: Plataforma auxiliar". VIII Congreso Nacional de Acuicultura. Santander, 23-25 de Mayo de 2001.
- DE MIGUEL C., NÚÑEZ BASÁÑEZ J.F., 1999. "Un sistema innovador de cultivos marinos. Cetárea vivero sumergible con profundidad controlada". XXXV Sesiones Técnicas de Ingeniería Naval: La Pesca y su Entorno.
- FISH FARMING INTERNATIONAL. (Febrero 2001). "Gran proyecto de jaulas".
- FORÉS R. 1999. "Acclimatization of tuna fish to on-land facilities". Seminar on Mediterranean Marine Aquaculture Fishing Species Diversification (CIHEAM-FAO).
- IGLESIAS J. 1999. "Culture of Octopus: Present Knowledge, problems and perspectives". Seminar on Mediterranean Marine Aquaculture Fishing Species Diversification (CIHEAM-FAO).
- IIOKA C. 1999. "Present status and prospects of technical development of Tuna sea-farming". Seminar on Mediterranean Marine Aquaculture Fishing Species Diversification (CIHEAM-FAO).
- LA PESCA EUROPEA. COMISIÓN EUROPEA – Dirección General de Pesca. (Octubre 2001).
- LIBRO VERDE. "El futuro de la política pesquera común". Oficina de Publicaciones Oficiales de la Unión Europea, 2001.
- M.A.P.A. "Libro Blanco de la Acuicultura en España". 2001.
- MIGUEL, C. de y NÚÑEZ, J.F.: "Un Sistema Innovador de Cultivos Marinos. Cetárea/Vivero Sumergible con Profundidad Controlada. XXXV Sesiones Técnicas de Ingeniería Naval. Vigo, Mayo 1999.
- MUIÑA A.; MOREU M. Y ALAEZ J.A.: "Granja Semirrigida para Aguas Abiertas". INGENIERÍA NAVAL. Diciembre 1988.
- NÚÑEZ BASÁÑEZ, JOSÉ F. Y BEAZ PALEO, JOSÉ DANIEL. Ingeniería de los cultivos marinos: "Ingeniería de los cultivos marinos: I+D en la E.T.S.I.N.". Oceans III Millenium. Pontevedra 24-27 de Abril de 2001.
- NÚÑEZ, J.F. y BEAZ PALEO, J.D.: "Ingeniería de los Cultivos Marinos". XXXIX Sesiones Técnicas de Ingeniería Naval. Cádiz, Mayo 2001.
- NÚÑEZ, J.F.: "Explotación de Recursos Marinos". XXXII Sesiones Técnicas de Ingeniería Naval. Alicante. Noviembre 1992.
- PELETEIRO ALONSO, J.B. "recientes avances en las técnicas del cultivo del besugo (*pagellus bogaraveo*): perspectivas para su cultivo industrial." – Instituto Español de Oceanografía -
- PELETEIRO J. 1999. "Culture of *Pagellus bogaraveo*: Present Knowledge, problems and perspectives." Seminar on Mediterranean Marine Aquaculture Fishing Species Diversification (CIHEAM-FAO).
- PRIOUR, D.: "Aquaculture. Equipment and Technology". 20 th WEGEMT. Madrid, Abril 1994.
- PUECH, G.: "Stabilité des Corps Morts utilisés comme Points d'Ancrage de Fortes Capacités". IFP, Ref. 24076. París, 1976.
- SANTOS ORDEN, DANIEL; LARA REY, JOSÉ DE; NÚÑEZ BASÁÑEZ, Y JOSÉ F. BEAZ PALEO, JOSÉ DANIEL "Proyecto en mar abierto para engorde de dorada y lubina". VIII Congreso Nacional de Acuicultura. Santander, 23-25 de Mayo de 2001.
- URIARTE, ADOLFO. "Desarrollo de la acuicultura en la costa y su relación con el medio ambiente".
- VERGARA MARTÍN, JOSÉ MANUEL. "Consideraciones socio-económicas sobre el momento actual de la acuicultura marina en España". Revista AQUATIC, nº 10 (Junio 2000).



# Sistemas de energía eléctrica, instrumentación y control de una instalación tipo de cultivo marino (\*)

Antonio Belaza Vázquez, Doctor Ingeniero Naval (1)  
Amable López Piñero, Doctor Ingeniero Naval (2)

(1) Profesor Titular de Universidad  
(2) Catedrático de Universidad.

Dpto. S.O.y N. – Laboratorio de Electrotecnia Electrónica  
y Sistemas, E.T.S.I. Navales, U.P.M.

(\*) Trabajo presentado en las XL Sesiones Técnicas de Ingeniería Naval, celebradas en Las Palmas de Gran Canaria durante los días 8 y 9 de noviembre de 2001

## Indice

### Sumario/Synopsis

- 1.- Introducción
- 2.- Planta eléctrica
- 3.- Consumidores principales
- 4.- Situaciones de carga eléctrica. Balance eléctrico
- 5.- Definición de la planta generadora. Especificación de sus componentes principales
- 6.- Diseño de la red de distribución
- 7.- Sistema de instrumentación y control
- 8.- Red de medida y control. Especificación funcional
- 9.- Sistema de información y control
- 10.- Desarrollos futuros
- 11.- Conclusiones

## Sumario

El objeto de este artículo es el análisis de la planta eléctrica de una instalación de cultivo marino, cuyo objetivo es dotar de energía a los distintos equipos y sistemas de la instalación, mejorando la seguridad de funcionamiento, dadas las especiales características de este tipo de aplicación.

Además, dada la importancia de la vigilancia de este tipo de explotación, se analiza con detalle el sistema de Instrumentación y control de la instalación de cultivo marino, ha de facilitar al operador un conjunto de información que le permita detectar rápidamente las variaciones importantes en las condiciones de operación o fallo de los equipos, permitiendo además automatizar las labores repetitivas. El disponer de una amplia información sobre las múltiples variables que afectan al proceso, es un aspecto fundamental para la optimización de la explotación.

## Synopsis

*The object of this article is the analysis of the electric plant of cultivation marine's installation whose objective is to endow from energy to the different teams and systems of the installation, improving the operation security, given the special characteristics of this application type.*

*Also, given the importance of the surveillance of this type of exploitation, is analyzed with detail the system of Instrumentation and control of cultivation marine's installation, it must facilitate to the operator a group of information that allows him to detect the important variations quickly in the operation conditions or failure of the teams, also allowing to automate the repetitive works. Having a wide information on the multiple variables that affect to the process, is a fundamental aspect for the optimization of the exploitation.*

## 1.- Introducción

El objeto de este artículo es el análisis de la planta eléctrica de una instalación de cultivo marino, cuyo objetivo es dotar de energía a los distintos equipos y sistemas de la instalación, mejorando la seguridad de funcionamiento, atendiendo sobre todo al sistema de instrumentación y control de la instalación, cuyo correcto funcionamiento debe permitir detectar rápidamente las variaciones importantes en las condiciones de operación o fallo de los equipos, aportando además, la posibilidad de automatización de las labores repetitivas.

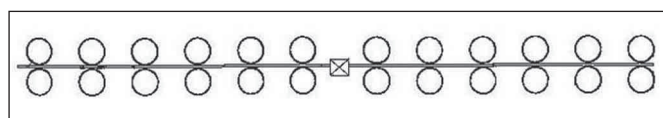
El disponer de una amplia información sobre las múltiples variables que afectan al proceso, es un dato fundamental para la optimización de la explotación, sobre todo en los aspectos relacionados con el control de maduración de los peces y el incremento del potencial de engorde. Es de destacar en este especial proceso de obtención de recursos alimenticios que, cuando se dispone de jaulas iluminadas permanentemente, se ha observado una reducción de la maduración, un aumento del crecimiento, menor mortandad y mejora de la calidad del producto final para el consumo.

## 2.- Planta eléctrica

El objetivo de la planta eléctrica de la instalación de cultivos marinos es suministrar energía a los distintos equipos y sistemas de la instalación. Para su diseño se han seguido los pasos típicos para el proyecto de una instalación marina. Se ha de destacar que, a la hora de realizar una instalación, los materiales y equipos deben ser "marinizados", con objeto de obtener una fiabilidad adecuada en el entorno de operación en que va a trabajar, similares a los utilizados en los buques de pesca.

Hemos supuesto una disposición general de la planta, plasmada en la figura 1. Como puede verse consta de 24 "jaulas" circulares a las que se puede acceder desde la plataforma de operación por dos pasarelas,

existiendo un espacio suficiente entre unas y otras para la maniobra de la embarcación auxiliar.



**Figura 1.- Disposición general de la Instalación de Cultivos Marinos**

Hay que destacar que, con objeto de mejorar la seguridad de funcionamiento, todos los elementos esenciales deberán tener una posibilidad de alimentación doble conmutándose automáticamente en caso de avería para los vitales.

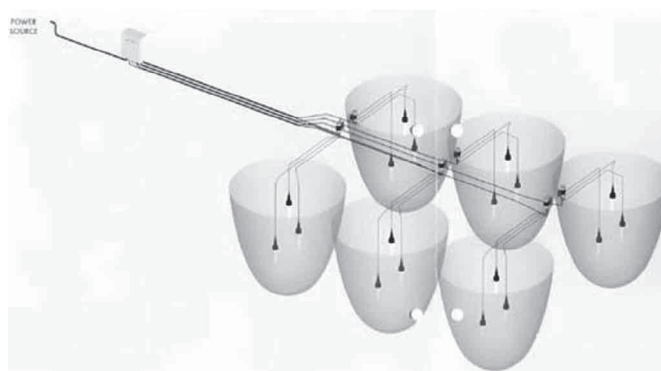
### 3.- Consumidores principales

Dentro de la instalación de cultivos marinos tenemos los siguientes consumidores eléctricos principales:

- Bomba para el trasiego de peces. Estimamos que la potencia eléctrica demandada, si se la acciona con un motor asíncrono, es del orden de 40 kW. Dada la alta potencia que supone este consumidor, su uso esporádico, y su necesidad de operar al lado de las jaulas, a distancias importantes de la planta generadora, que estará situada en la plataforma, se ha optado por situarla a bordo de la embarcación auxiliar, y para su alimentación eléctrica se dispondrá, en la misma embarcación auxiliar, de una toma de energía adecuada.
- Sistema de alimentación de pienso. Estimamos un consumo total de 20 kW de los que corresponden al ventilador 18 kW. El motor del ventilador incorpora un sistema de arranque suave (estrella – triángulo o similar), con objeto de no sobrepasar la intensidad admisible del generador.
- Clasificadora de peces. Se estima que incorpora dos motores de una potencia unitaria de 0,18 kW.
- Contador de peces. Potencia muy reducida ya que se alimenta a 24 V a partir de un transformador con el primario a 220 V.
- Lavadora de redes. Accionada por un motor eléctrico cuyo consumo se estima en 9 kW. Como en el caso de la bomba de trasiego, se alimentará normalmente desde la embarcación.
- Aire acondicionado. Se utiliza un modelo compacto para la sala de control, con objeto de mejorar las condiciones de trabajo de los operarios y mejorar la fiabilidad de los equipos electrónicos más delicados. El equipo incorpora bomba de calor para utilizarlo en todo tiempo. La potencia consumida se ha estimado en 1,2 kW.
- Iluminación. Para poder realizar faenas nocturnas, se dispone un sistema de iluminación con tubos fluorescentes para todas las zonas de trabajo de la plataforma. Teniendo en cuenta la amplia superficie que comprende (400 m<sup>2</sup>), la iluminación general no es muy fuerte, pero se prevé reforzar las zonas de trabajo. Partiendo de un nivel de iluminancia medio de 100 lx, se necesita una potencia de 2 kW.
- La iluminación de la sala de control y zonas de acceso es de un nivel más alto y, además se puede alimentar en parte desde el sistema de baterías. Se utilizan también tubos fluorescentes, suponiendo una superficie de 20 m<sup>2</sup>, para conseguir un nivel de iluminancia de 400 lx se precisan 400 W. Suponiendo una potencia equivalente para los pasillos y zonas de acceso, se precisarán 0,8 kW para esta parte del sistema. Se prevé que la mitad de esta potencia puede ser aportada por la fuente de alimentación ininterrumpida (SAI-220) alimentada a partir de baterías.
- Mención aparte requiere el sistema de iluminación para seguridad en la navegación. Constará de un conjunto de boyas, fondeadas en el perímetro de la instalación, que emitirán destellos. Dada su separación de la plataforma han de tener un sistema de alimentación au-

tónoma. Se recomienda utilizar equipos que incorporan baterías alimentadas con placas solares.

- La zona de atraque en la plataforma dispone de un sistema de iluminación reforzada cuyo consumo se ha incluido en la zona de acceso antes mencionada.
- Para iluminar las jaulas se dispone de un sistema de proyectores equipados con lámparas de mercurio con halógenos metálicos. La experiencia con este tipo de lámparas ha puesto de manifiesto su mayor rendimiento y efectividad en este tipo de instalaciones, frente a las de halógenos o de vapor de sodio alta presión. En la figura 2 se muestra una disposición típica de este sistema de iluminación.



**Figura 2.- Sistema de iluminación de jaulas mediante proyectores sumergidos.**

El propósito final de este tipo de instalación es el reducir la madurez sexual precoz de los peces y conseguir incrementar su crecimiento lo más posible, habiéndose puesto en evidencia que este método ha dado resultados muy interesantes en las piscifactorías dedicadas a la producción de salmón en instalaciones nórdicas.

Para evitar que se pierda una gran parte de la potencia de la luminaria, se evita el disponer dichas luminarias suspendidas sobre la superficie del agua, ya que, la posible reducción de coste del sistema por utilizar equipos protegidos contra roces frente a equipos sumergibles, queda desvirtuada al perder gran parte de energía por reflexión sobre la superficie.

Los equipos sumergibles para iluminación aprovechan la tecnología desarrollada en otros campos de aplicación, como el *offshore* y las actividades de reparación, habiéndose establecido como estándar la utilización de lámparas de 400 W, lámparas de descarga de mercurio con halógenos metálicos, cuya radiación tiene un importante componente de radiación ultravioleta, similar a la radiación solar al nivel de superficie terrestre.

Para un sistema de jaulas como el modelo propuesto, por cada jaula se dispondrán tres luminarias a distinto nivel para minimizar los efectos de penumbra. Este sistema se completa con el correspondiente armario de control equipado convenientemente con protecciones, interruptores y sistemas de arranque automático. La potencia del sistema se estima en 30 kW, incluyendo las necesidades de arranque de las lámparas de descarga y el equipo de control automático del sistema de secuencia de arranque.

- Sistema de instrumentación. Para definir su consumo es preciso un desarrollo detallado de sus componentes. La mayoría de los componentes se alimentan a 24 V CC y el consumo estimado es de 120 W. Considerando una autonomía de 48 h, la capacidad de la batería correspondiente será de 240 A·h. Suponiendo que el ciclo de carga es de 3 horas cada día, se precisa una potencia pico a la entrada del cargador de 1,2 kW.
- Sistema de Alimentación Ininterrumpida a 220 V (SAI-220). Como se verá más adelante, conviene que la sala de control pueda operarse con el grupo parado, por lo que se ha diseñado un sistema de bate-



rias y ondulator. Este sistema deberá alimentar el equipo de aire acondicionado, el 50% de la iluminación de este local y zona de acceso. Teniendo un pequeño margen, se precisa un ondulator de 2 kW, que, suponiendo un coeficiente de servicio y régimen de 0,25 para los dos consumidores principales, supone un consumo medio de 500 W.

- Teniendo en cuenta el rendimiento del ondulator y una autonomía de 24 horas, se precisa una batería de 500 A·H. Suponiendo un ciclo de carga de 6 horas al día, la potencia pico a la entrada del cargador será de 2,5 kW.
- Varios. En este apartado se incluyen consumidores menores que no se han incluido en las descripciones anteriores. Se ha estimado en 2 kW la potencia necesaria para todos estos consumidores.

#### 4.- Situaciones de carga eléctrica. Balance eléctrico

Dadas las particularidades de toda Instalación de Cultivos Marinos, en este caso no son aplicables las situaciones de carga eléctrica típicas en los buques. Tras el análisis del modo de operación típico, se han elegido como representativas las siguientes:

- *Transvase*: Consumo máximo, coincidiendo operaciones de transvase de peces, sin parar la alimentación de pienso y otras situaciones desfavorables como noche, etc.
- *Alimentación*: Trabajo habitual durante el suministro de pienso, coincidiendo con otros trabajos nocturnos.
- *Vigilancia*: Periodos de operación sin consumos excesivos y con operarios en la planta.
- *Mínimo*: Sin personal de guardia y manteniendo sólo en funcionamiento el sistema de información y control y los elementos auxiliares imprescindibles.

Teniendo en cuenta las consideraciones antes expuestas, con objeto de obtener una alta fiabilidad del sistema eléctrico y reducir al máximo el coste de la instalación, tras un estudio preliminar de distintas configuraciones de la planta eléctrica, se ha optado por instalar dos grupos generadores iguales, uno para atender a los distintos servicios y otro para atender al alumbrado de jaulas.

En la situación de transvase se contará con la energía de la embarcación auxiliar. Por otro lado, está claro que la situación de consumo mínimo se obtendrá del sistema de baterías. Teniendo en cuenta esto, sólo se precisa estudiar el consumo de la planta en las situaciones de "alimentación" y de "vigilancia".

#### Balance eléctrico

En la tabla 1 se presenta el resumen del balance eléctrico para la instalación. Debe indicarse que, en este caso, dado que no existen consumidores de reserva y que su número es muy reducido, hay que tener en cuenta que son probables situaciones de funcionamiento simultáneo y a plena potencia, por lo que el coeficiente de utilización se ha puesto igual a 1 en muchos casos.

El aire acondicionado y la iluminación de pasillos y zonas de trabajo se han considerado con unos coeficientes menores de la unidad, ya que el primero se utilizará más por el día y la segunda por la noche; además esta última atiende a distintas zonas que no tienen por qué estar funcionando a la vez.

#### 5.- Definición de la planta generadora. Especificación de los componentes principales

Como puede verse, si se elige un generador de 40 kVA, queda un margen adecuado para nuevos consumidores y el régimen que se obtiene para la situación de "alimentación" es bueno, pero no ocurre lo mismo con la de "vigilancia". Por ello se propone utilizar una alimentación de baterías para esta situación, por medio de un ondulator que transforme los 24 V CC a 220 V CA (SAI-220), reduciendo al mínimo los con-

Tabla 1.- Balance eléctrico de la Planta Eléctrica de la ICM

Consumidor	Pot. Max	Situaciones de carga			
		Alimentación		Vigilancia	
Bomba para el trasiego de peces	40,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sistema de alimentación de pienso	20,0	1,0	20,0	0,0	0,0
Clasificadora de peces	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Contador de peces	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lavadora de redes	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aire acondicionado	1,2	0,5	0,6	0,5	0,6
Iluminación	2,8	0,5	1,4	0,5	1,4
Cargadores	3,7	1,0	3,7	1,0	3,7
Varios	2,0	0,5	1,0	0,5	1,0
<b>Potencia activa demandada (kW)</b>			<b>26,7</b>		<b>6,7</b>
<b>Potencia aparente (kVA)</b>			<b>33,4</b>		<b>8,4</b>
Potencia nominal grupo (kVA)	40				
Potencia nominal motor diesel (kW)	40				
Rendimiento alternador	0,86				
Régimen alternador (%)			83		21
Régimen motor diesel (%)			<b>78</b>		<b>19</b>

sumidores en esta situación. De esta forma, además de bajar el consumo de combustible y reducir los niveles de ruido y contaminación ambiental, se disminuirán drásticamente las necesidades de mantenimiento del motor diesel.

Para el sistema de alumbrado de jaulas, cuya potencia total instalada es del orden de 30 kW, se dispondrá de un grupo electrógeno que alimentará exclusivamente este servicio, que también será de 40 kVA, lo que supone un cierto grado de redundancia para el generador antes considerado, ya que permitiría suplir al generador antes descrito, en caso de avería de éste, o durante las operaciones de mantenimiento del mismo.

Además del SAI-220, se ha decidido disponer de un segundo grupo de baterías para la alimentación independiente del sistema de instrumentación y control. Podría haberse efectuado esta alimentación desde la batería del SAI-220, pero se ha optado por un sistema independiente por la alta diferencia de consumos y autonomía entre un sistema y otro. De esta forma, un fallo o sobrecarga en el sistema de potencia no afectará al sistema de señal. Se dispondrá una posibilidad de interconexión entre los dos sistemas de 24 V, con solo paso de corriente desde el de potencia hacia el de señal, con objeto de impedir la descarga accidental de la batería del de señal.

Por lo tanto, el sistema de instrumentación y control se alimentará continuamente desde sus baterías. Durante los periodos de vigilancia, los subsistemas de climatización e iluminación mínima se alimentarán a partir de baterías, siendo necesario recargarlas periódicamente (se recomienda un mínimo de 2 veces al día), coincidiendo con los periodos de alimentación de pienso que, junto con los de mantenimiento, son los únicos que precisan que el grupo electrógeno de servicios esté funcionando.

Por lo tanto, será preciso disponer de un sistema de parada y arranque automático de los grupos, por medio de un programador horario, de forma que el grupo de servicios cubra el ciclo de alimentación de piosos y recarga de baterías y el de alumbrado de jaulas trabaje cubriendo las necesidades previamente programadas.

#### 5.1. Especificación de los componentes principales

A la vista de los resultados del balance, la planta eléctrica de la ICM constará de los siguientes elementos:

**Dos grupos generadores de 40 kVA**, tipo autónomo, con los elementos auxiliares y de protección integrados, de las siguientes características:

- *Motor primario*: Diesel, con arranque por motor eléctrico y batería propia.  
4 cilindros, 1500 r.p.m., 40 kW.

Refrigeración por circuito cerrado de agua dulce con intercambiador para aire y radiador con ventilador.  
Deberá disponerse de entradas y salidas adecuadas para el aire, así como para la exhaustación aérea, en la zona de la plataforma donde se coloque.  
Consumo mejor de 0,3 l/kW·h.

- **Alternador:**  
Síncrono trifásico 380 V / 50 Hz, 1500 r.p.m.  
40 kVA,  $\cos \phi$  0,8.  
Regulación automática de tensión y frecuencia.  
Protección IP23 o superior.  
Refrigeración propia por aire.
- **Elementos de protección y control:**  
Interruptor magneto-térmico tripolar.  
Voltímetro y amperímetro con selector de fases.  
Frecuencímetro o tacómetro.  
Horómetro.  
Voltímetro de batería.  
Indicadores de presión de aceite y temperatura de agua refrigerante.  
Pulsadores de arranque y parada local y remota.  
Salida de señal de alarma con indicación, al menos local para: temperatura alta de refrigerante, presión de aceite baja, fallo de arranque y sobre-velocidad.

### Cuadro principal

Situado en las proximidades de los grupos, incorporará una entrada desde cada grupo, con sendos interruptores con enclavamiento, para impedir el acoplamiento en paralelo, además de un interruptor que permita la conexión del grupo de alumbrado de jaulas a las barras del grupo de servicios. Contará con un sistema de detección del orden de fases, medidores de aislamiento para 380 y 220 V y un sistema de medida de tensión, intensidad y potencia. Incluirá interruptores de protección, magneto-térmicos, para las salidas del sistema de alimentación de pienso, del transformador y de otros consumidores a 380 V (ver figura 3).

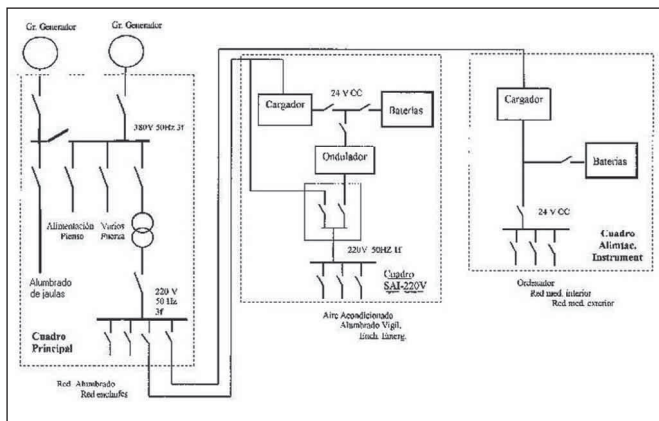


Figura 3.- Esquema de la red eléctrica

En su interior se instalará también el sistema de distribución a 220 V, compuesto por un transformador trifásico, refrigerado por aire, 380/220 V de 15 kVA con interruptores de protección a la salida para los cargadores de baterías, la red de alumbrado general y la red de tomas monofásicas (enchufes).

### Cuadro del sistema SAI-220

Se situará en las proximidades de la sala de control, con ventilación adecuada para las baterías, incluyendo los siguiente elementos (ver figura 3):

- Cargador de baterías, para entrada de 220 V y salida de 24 V CC 85 A.
- Banco de baterías, en principio de plomo, de 24 V, 120 A de intensidad de pico y capacidad 500 A·H.

- Ondulador monofásico estabilizado con entrada a 24 V CC, salida a 220 V y 2 kW, con una distorsión armónica total menor del 5%.
- Sistema de conmutación automática desde el grupo o desde las baterías.
- Indicadores del estado de funcionamiento del cargador y del ondulador, voltímetro y amperímetro (con shunts y conmutador) para la red de 24 V.
- Interruptores de protección y de salida para el aire acondicionado, la iluminación y un enchufe de emergencia.

### Cuadro de alimentación para instrumentación

Se podrá colocar dentro de la sala de control o en sus proximidades, con ventilación adecuada para las baterías, incluyendo los siguiente elementos (ver figura 3):

- Cargador de baterías, para entrada de 220 V y salida de 24 V CC 40 A.
- Banco de baterías, en principio de Ni-Cd, de 24 V, 5 A de intensidad media de descarga, carga rápida y capacidad 240 A·h.
- Indicadores del estado de funcionamiento del cargador y del ondulador, voltímetro y amperímetro (con shunts y conmutador) para la red de 24 V.
- Interruptores de protección en las salidas para: el ordenador, la red de medida exterior y la red de medida dentro de la plataforma.

Además de los equipos y aparatos situados en los cuadros, la planta eléctrica incluirá:

- El sistema de cableado de conexión entre los cuadros, el generador y los consumidores a 380 V.
- La red de alumbrado, compuesta por unas 25 luminarias estancas de 100 W.
- La red de alumbrado de jaulas, compuesta por 72 luminarias sumergibles de 400 W.
- El sistema de iluminación de emergencia constituido por 6 unidades autónomas.
- El sistema de alimentación de pequeños consumidores a 220 V, compuesto por 10 enchufes monofásicos distribuidos por toda la plataforma.

## 6.- Diseño de la red de distribución

En la figura 3 se presenta el esquema unifilar de la red de distribución. Como se puede observar, esta red se puede dividir en cinco subconjuntos:

- La red de fuerza a 380 V, 50 Hz.
- La red de alumbrado de jaulas a 380 V, 50 Hz.
- La red de alumbrado / enchufes a 220 V, 50 Hz.
- La red del SAI-220 a 220 V, 50 Hz, con alimentación doble.
- La red de instrumentación a 24 V CC.

Las tres primeras redes serán trifásicas, con cableado trifilar y de tipo aislado, debiendo de ponerse a masa las cubiertas de los cables, las envueltas de las máquinas y equipos y los cuadros. El sistema de detección de fugas lo constituyen los medidores de aislamiento y el de protección los distintos interruptores magneto-térmicos.

La red SAI-220 es monofásica. Por su corta longitud no se considera preciso disponer en la misma de medidores de aislamiento, confiándose el sistema de protección a los interruptores magneto-térmicos.

La red de 24 V, que es bifilar, tendrá el negativo puesto a masa, en un solo punto, recomendándose las proximidades de la batería.

En principio, toda la distribución, se efectuará protegiendo los cables bajo tubos, que deberán ser independientes para cada subsistema. En el caso de que discurren en paralelo la red de 24 V con otra de alterna, la primera irá bajo tubo metálico puesto a tierra. En los tubos de la red de 24 V también podrán situarse los de la red de medida RS-485 que se describe en otro apartado.



## Elementos complementarios

El sistema de boyas de balizamiento estará alimentado por medio de placas solares, ya que resultan más económicas y fiables que disponer de sendos cables submarinos para alimentarlas desde la plataforma.

Para el accionamiento de la bomba de trasiego de peces y de la lavadora de redes, la embarcación auxiliar, con independencia de sus consumidores propios, incluidos los proyectores de iluminación, dispondrá de una potencia de 50 kVA. Se sugiere que puede suministrarse a partir de un alternador conectado a una toma de fuerza del motor propulsor, utilizando los sistemas de conexión y control típicos de los generadores de cola.

## 7.- Sistema de instrumentación y control

El objetivo del Sistema de Instrumentación y Control (SIC) de la Instalación de Cultivos Marinos (ICM) es facilitar al operador un conjunto de información que le permita detectar rápidamente (alarmas) variaciones importantes en las condiciones de operación o fallo en los equipos de la ICM y, automatizar, labores repetitivas reduciendo las necesidades de personal a bordo y, sobre todo, disponer de una amplia información sobre múltiples variables de la ICM que permitan optimizar su explotación. Se presenta un proyecto básico de SIC, descrito en los siguientes apartados así como una serie de opciones y sistemas avanzados.

Un aspecto de importancia del SIC es que se ha diseñado, tanto en los aspectos de hardware como de software como un sistema abierto para que, en el futuro, sea posible modificarlo con un coste razonable. En la figura 4 se presenta el diseño general de la red de medida.

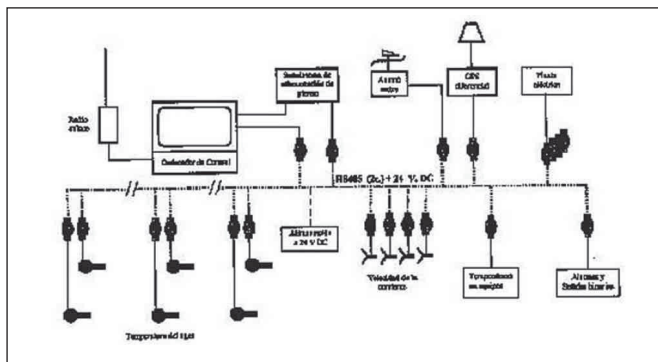


Figura 4 – Diseño general de la red de medida

### Medidas básicas

Tras un análisis general de las necesidades de información fundamentales, se han seleccionado los siguientes parámetros:

- Temperatura del agua.
- Velocidad de la corriente.
- Velocidad, dirección y temperatura del aire.
- Posición de la instalación.
- Sistema de alimentación de pienso.
- Planta eléctrica.

#### Temperatura del agua

La temperatura del agua marina, en la que están inmersos los peces en crecimiento, es el factor que más influye en su etología por lo que es importante conocer el "mapa de temperaturas de la ICM" con una densidad y precisión razonables.

Como en muchos aspectos de explotación industrial, esta densidad de información hay que contrapesarla con su coste y las limitaciones de instalación reales. Por ello, se propone instalar una serie de sensores a lo largo de la instalación, subiendo sus cables en vertical hasta puntos adecuados de la "pasarela de operación", donde se dispondrán, en cajas estancas, los módulos de conversión y conexión a la red de medida.

En la práctica, existen dos tipos de sensores de temperatura ampliamente utilizados: Los termopares y las termoresistencias (RTD). Teniendo en cuenta que los sensores se disponen a una profundidad de hasta 10 m, y que el rango de temperatura es limitado, en este caso resultan más adecuados sensores RTD del tipo Pt100  $\Omega$  película de platino de 100 ( $\Omega$  de resistencia a 0  $^{\circ}\text{C}$ ). Como mínimo el rango de medida de temperatura debe ser de 0 a 50  $^{\circ}\text{C}$ , con una resolución de 0,1  $^{\circ}\text{C}$  y un error total del orden de 0,5  $^{\circ}\text{C}$ .

Cada conjunto de medida estará constituido por dos sensores situados a distintas profundidades, con objeto de disponer de información sobre las temperaturas en superficie y fondo de las jaulas, soportados por un cable de acero, con un lastre en el extremo inferior y un flotador en la superficie, adecuado para la colocación de una caja estanca con los dos módulos conversores.

Desde los conversores hasta la plataforma de trabajo se instalará el correspondiente sistema de cableado de alimentación y señal para los conversores, que deberá estar protegido por un tubo estanco que estará soportado por la pasarela de operación.

#### Velocidad de la corriente

Aunque lo habitual para la instalación de una instalación de cultivos marinos es elegir una zona donde no existan corrientes muy fuertes, resulta interesante su detección por los importantes problemas que puede ocasionar en el sistema de fondeo y en la distribución del pienso de alimentación.

Los currentímetros usados en oceanografía, normalmente de tipo doppler, tienen un coste muy alto, difícilmente soportable en este caso, dado que no se requiere una alta precisión. Por ello, es mejor utilizar como sensores los de correderas de embarcaciones deportivas. El problema de su unidireccionalidad se puede resolver instalando 4 (orientados a 90  $^{\circ}$  unos con respecto a otros) y separados al menos 1 m para evitar el "efecto sombra". Es suficiente un rango de medida de 0 a 5 kn con una resolución de 0,1 kn y un error total del orden de 0,5 kn.

Se dispondrán en el fondo de la plataforma de trabajo flotante, habilitando un "cóferdam" en contacto con el fondo, ya que son sensores preparados para el montaje en el fondo de embarcaciones.

En el sistema de tratamiento de la información se deberá calcular, a partir de los 4 datos de velocidad, el módulo de velocidad y la dirección de la corriente con respecto a la plataforma.

#### Parámetros de climatología aérea

La medida de la velocidad y dirección del viento tiene, tal vez, una menor importancia que la del agua pero se considera de interés por sus efectos en la generación del "mar de viento". Se instala un equipo de anemometría, conectado a través de un conversor NMEA-183 a RS485. La especificación tipo de este equipo es: Rango de medida de 0,1 a 80 m/s, precisión 3% en velocidad y 1  $^{\circ}$  en dirección.

Como dato complementario se puede medir la temperatura exterior a la plataforma por medio de un sensor, similar, pero de menor coste, a los utilizados para el agua.

Los sensores se situarán en la parte superior de la caseta de la plataforma, con los conversores en el interior de la misma.

#### Posición de la instalación

La posición de la instalación debe ser constante, por lo que su desplazamiento horizontal indica que existe algún problema en el sistema de fondeo. Para su medida se puede utilizar un GPS diferencial. Con este sistema se puede lograr una precisión en la posición horizontal de 5 m. La antena del equipo se sitúa en la parte superior de la caseta de la plataforma con el receptor y el conversor en su interior. Como alternativa puede situarse este sistema de medida en el centro del conjunto de jaulas, colocando la antena sobre un mástil y el resto en una caja estanca. Si se quiere tener una medida mejor de la posición del con-

junto de la ICM, deberían instalarse los equipos, uno sobre la caseta y los otros al final de la pasarela de operación.

#### *Sistema de alimentación de pienso*

En principio, la información de operación de este sistema será:

- Funcionamiento del “ventilador de soplado”.
- Presión de aire a la entrada y salida de las tolvas.
- Posición de las válvulas de cierre de las tolvas de pienso.
- Posición de la válvula de selección.
- Nivel mínimo en las tolvas de alimentación.

#### *Planta eléctrica*

Tal como se ha descrito, la planta eléctrica está compuesta por dos grupos generadores y un banco de baterías. En este caso, se considera conveniente disponer, además del sistema de información, de un sistema de control automático de gestión de esta planta, de tal forma que estén funcionando, en cada momento los grupos destinados a cada función.

El sistema de información recogerá las medidas de salida de los generadores (P, V, I) y de las baterías (V, I carga, I consumidores), utilizando los siguientes elementos:

- 2 convertidores de medida trifásica, con sus correspondientes transformadores de intensidad y salida RS-485.
- 2 convertidores de medida para continua, con sus correspondientes shunts y salida RS-485.

Por seguridad, se puede basar el sistema de control en un autómata programable (PLC), independiente del ordenador central del SIC. Se encargará de las siguientes misiones, disponiendo para ello de un terminal o cuadro propio:

- Arranque y parada de manual de los grupos.
- Arranque automático del grupo de servicios cuando se va a iniciar un proceso de alimentación de pienso (programado) y arranque automático del grupo de alumbrado de jaulas.
- Parada del grupo cuando se finaliza la secuencia de alimentación de pienso y no hay consumos importantes y parada del grupo de alumbrado de jaulas.
- Arranque automático del grupo cuando se detecta una caída en la carga de las baterías.
- Apertura y cierre telemandada de los interruptores más importantes de cara al funcionamiento seguro de toda la instalación.

Para su funcionamiento recogerá información de los convertidores del sistema de información, así como de los distintos relés de señalización y protección, teniendo posibilidades de actuación sobre los sistemas de arranque y parada de los grupos y sobre los interruptores principales.

#### *Medida integrada de temperaturas*

Existen conversores para la medida de temperaturas con termopares, que admiten hasta 6 puntos con entrada diferencial, por lo que son una alternativa de menor coste. Presentan dos desventajas: su menor precisión, ya que pueden tener un error de 3 °C, y que la distancia entre el sensor y el conversor no debe pasar unos pocos metros. Como se ve, es una opción interesante para la monitorización de temperaturas en la plataforma de trabajo y sus equipos asociados.

#### *Procesamiento de señales binarias*

Finalmente, habrá diversas señales binarias, (todo-nada; on-off, etc.) que representan el estado de conexión o desconexión de diversos equipos, umbrales de nivel de señal, alarmas, etc., que interesará integrar en el SIC.

## **8.- Red de medida y control. Especificación funcional**

Teniendo en cuenta los sensores a utilizar, su variedad de interfases de salida y su dispersión, es conveniente utilizar como sistema de comu-

nicación de campo una red serie RS485. Se trata de una red en la que el ordenador “interroga” a cada uno de los módulos (conversores) de la misma según una secuencia preestablecida, respondiendo cada uno con la información solicitada.

Es una red muy robusta y simple, ya que sólo requiere 4 cables (2 de señal y 2 de alimentación en corriente continua) que forman un bus del que se van “colgando” todos los conversores, tal como se puede apreciar en la figura 4. Su única desventaja es su baja velocidad de medida cuando se utilizan muchos módulos. En la práctica se pueden hacer unas 10 medidas por segundo, con lo que aseguramos que el periodo de refresco de cada parámetro será inferior a los 10 segundos, lo que es suficiente, si tenemos en cuenta la inercia térmica y mecánica de los distintos sistemas y que tendrán sistemas de seguridad propios para el caso de fallos mayores. Para parámetros críticos se puede reducir el periodo de muestreo.

La alimentación de energía a la red puede hacerse con tensiones entre 10 y 30 V. En nuestro caso, la haremos directamente del sistema de baterías.

Como ordenador central del SIC, se propone utilizar uno de tipo portátil, situado en el local de control dentro de la caseta. Se ha elegido este tipo de ordenador por su ventaja para su alimentación desde el sistema de baterías, y contar con batería propia para seguir trabajando en caso de fallo total de alimentación del sistema.

En cualquier caso, el ordenador central del SIC, se completará con el sistema de alimentación de pienso y el PLC de control de la planta eléctrica.

El SIC tendrá, por lo tanto, su puesto de control principal dentro de la caseta de control, en la plataforma, pero es posible disponer también una estación remota en la costa; por ejemplo, en las oficinas del propietario de la instalación. Por motivos de seguridad industrial y reducción de costes de operación, esta estación remota debe tener acceso sólo a un número de datos reducido.

Como propuesta inicial, se sugiere que a través del radio enlace se envíen desde la plataforma a tierra, las señales de alarmas más importantes, en tiempo real y de forma automática, pudiendo ser solicitado desde tierra, en cualquier momento el listado de alarmas actuales.

## **9.- Sistema de información y control**

El sistema de información y control, capturarán, almacenarán, procesarán (calculando, por ejemplo, medias, desviaciones y tendencias) información de los siguientes parámetros analógicos en su configuración básica:

- Temperaturas del agua en 6 puntos.
- Velocidad y dirección de la corriente (procedente de 4 sensores).
- Profundidad hasta el fondo.
- Velocidad y dirección del viento.
- Posición de la instalación.
- Nivel y temperatura en los silos de pienso.
- Temperaturas en puntos de la instalación
- Parámetros de la planta eléctrica

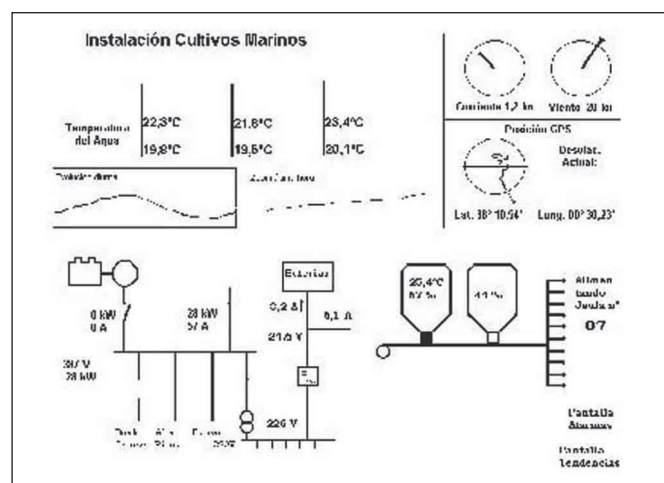
Por otro lado, registrará los instantes de cambio de las señales digitales y de todas las alarmas. En las alarmas asociadas a una medida analógica se podrá cambiar el nivel de consigna.

Esta información se presentará al operador por medio de una interfaz gráfica de usuario (IGU) con un mímico del estado global de la planta, gráficos de evolución temporal y listado de alarmas. Los ficheros de archivo serán de formato claro y fácilmente transportables a otros ordenadores para su análisis de gestión con herramientas ofimáticas (como hojas de cálculo).

En la figura 5 se presenta un boceto de la pantalla principal de la IGU, donde aparecerán en rojo los valores correspondientes a cualquier situación de alarma. Como se puede apreciar, en la parte superior iz-



Finalmente en la parte inferior derecha aparece un resumen de las alarmas existentes y dos botones para pasar a otras pantallas. En la de alarmas aparecerá un listado de las mismas, con su instante de activación, aceptación y desaparición (y como complemento de los cambios en las señales binarias). En la de tendencias se podrán seleccionar 4 a 8 variables analógicas y representar su evolución temporal en las últimas 24 horas o en la última hora.



**Figura 5.- Pantalla de información de la interfaz gráfica de usuario**

## 10.- Desarrollos futuros

En lo que se refiere a los aspectos eléctricos, lo normal es que se vaya aumentando la potencia instalada, con una demanda de alta fiabilidad en el suministro eléctrico. Además de la solución de “apoyo energético” a través de la embarcación auxiliar, el gran avance experimentado por la electrónica de potencia y las baterías, permite vaticinar la utilización de grupos de baterías (y en el futuro pilas de combustible) que, conectadas a onduladores estáticos, suministrarán la energía en horas valle y en situaciones de emergencia. Otra posible idea es la combinación de instalaciones de acuicultura y de obtención de energías renovables. Además de las grandes instalaciones de generación eólica en proyecto (figura 6), entre cuyas torres se pueden instalar las jaulas, existe la posibilidad de montar en la plataforma un pequeño generador eólico y/o disponer de placas foto-voltaicas, que pueden suministrar una parte de la energía necesaria.

Es de esperar una evolución hacia instalaciones cada vez más alejadas de la costa, en las que los problemas de fondeo irán cobrando cada vez una importancia mayor. La necesidad de medir las fuerzas de amarre y el posible garreo de muertos y anclas, incidirá en el desarrollo de sensores de fuerza más asequibles y robustos que las actuales “células de carga” que, integrados con múltiples sensores de posición aéreos (GPS o Galileo) y algunos submarinos (con sistema de telemetría,



**Figura 6.- Campo de generadores eólicos en alta mar**

Más a largo plazo, y una vez que se cuente con información objetiva del comportamiento de los sistemas de fondeo, se podrán diseñar sistemas más flexibles que, por ejemplo, permitan repartir tensiones haciendo pequeños cambios (que podrían ser automáticos o telemandados) en la longitud de los amarres. Estos cambios se anularían una vez pasado el temporal. Otra posible línea de acción será la reducción de la resistencia hidrodinámica de las jaulas (cambiando sus dimensiones y forma), aplicando la vieja idea de “capear el temporal”.

Centrándonos en el campo del tratamiento de la información, mencionaremos cuatro aspectos que, a nuestro juicio, pueden tener un desarrollo rápido en los próximos años, ya que los operadores de las instalaciones de maricultura ya han demostrado un cierto interés en los mismos: Los sistemas de tele-vigilancia, la medida del volumen de biomasa, el control de la salud y crecimiento de los peces y la defensa activa contra depredadores e intrusos.

La idea de la tele-vigilancia o tele-control de una instalación situada mar adentro es clara: Evitar la presencia continuada de personal en la instalación, intentando limitar la misma a los procesos de carga de pienso, extracción o movimiento de peces y mantenimiento. El primer paso ya se está dando, disponiendo de un puesto de control en tierra, próximo a la instalación, donde se recibe la información de la plataforma. En instalaciones muy próximas se podría utilizar un cable submarino (el potencial de la fibra óptica es muy interesante), pero lo normal es usar un enlace radio, que puede ser de dos tipos:

- Propietario del operador, trabajando en un canal de frecuencias de uso industrial, con la necesidad de instalar transeceptores específicos en la plataforma y en tierra y un sistema de secrafonía que impida el acceso a la información por personas externas.
- Utilizando las redes de telefonía móvil. En las zonas con una buena cobertura del sistema GSM es una solución muy interesante, ya que libera del mantenimiento de los equipos y da, directamente, un buen nivel de privacidad.

Para instalaciones más alejadas de la costa, no se considera adecuada la utilización de las redes de “telefonía móvil analógica”, que en muchas zonas costeras tienen una cobertura similar al VHF marino, ya que tienden a desaparecer. La solución está en utilizar sistemas de comunicaciones marinas, como el VHF-DSC (llamada digital selectiva) y, sobre todo, los sistemas basados en satélite. En la actualidad, los más interesantes son el Inmarsat-C y el Inmarsat mini-M y en el futuro los basados en satélites de órbita baja, como el Iridium. La decisión de cual elegir se basará mucho en los aspectos de coste de instalación y, sobre todo, de las llamadas.

Podríamos definir como volumen de la biomasa de un recinto (jaula) al peso total de los ejemplares que están dentro. Tiene una gran importancia, no sólo por los aspectos económicos, sino también, porque su variación puede dar datos significativos para el control de la alimentación y detectar anomalías en el proceso de cría (rotura de jaulas, enfermedades, presencia de depredadores, etc.).

En la actualidad se hace de forma bastante manual, aprovechando el transvase y clasificación del pescado, estando en estudio la utilización de diversas técnicas (no excluyentes) como:

- Contadores de paso, obligando a los peces con estímulos acústicos, eléctricos o alimenticios, a pasar de una zona a otra, por sus propios medios, a través de una instalación específica.
- Medidores acústicos, similares a los utilizados en los buques de investigación pesquera para la determinación de stocks.
- Cámaras de TV submarinas, con programas de tratamiento automático de imágenes.

Como métodos alternativos, que requieren una investigación básica previa, podría pensarse en la medida de la conductividad eléctrica o luminosa del conjunto del recinto, comparándola con la de una "zona de referencia", sin peces, próxima a la jaula.

Para la medida del tamaño, como indicativo del crecimiento o engorde, pueden utilizarse técnicas similares a las de la biomasa (figura 7), pero con capacidad de discriminación mejorada, lo que obliga a equipos de mayor resolución y/o velocidad. Para la medida de la "salud de los peces" pueden utilizarse técnicas indirectas, como el estudio de su movilidad (posiblemente con sondadores de efecto Doppler), evolución diurna (con sondadores o cámaras de TV) y con la medida de los parámetros bioquímicos del agua (turbidez, contenido de oxígeno, etc.)

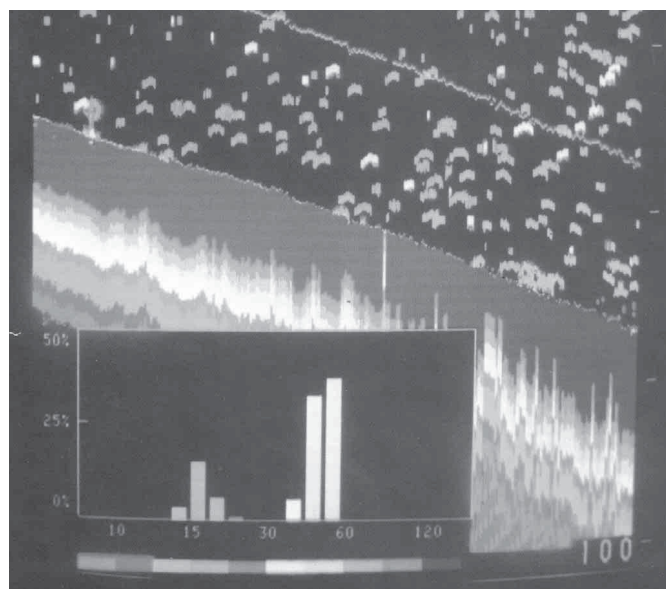


Figura 7.- Utilización de sondas para análisis de biomasa

Como vemos, las medias de biomasa, crecimiento y salud, están muy relacionadas entre sí, por lo que es de gran interés el desarrollo de sistemas integrados que, posiblemente, utilizarán sensores acústicos y visuales con un procesamiento multisensorial.

El alto valor alimenticio y económico del conjunto de los ejemplares de una instalación de acuicultura, hace temer la presencia de dos tipos de intrusos:

- Los marinos, básicamente especies depredadoras de gran tamaño (tiburones, delfines, focas, atunes, etc.) contra las que se están diseñando sistemas de detección y defensa acústica (figura 8).
- Los humanos, cuya intención puede ser robar los peces. Dado que se acercarán en algún tipo de embarcación, es posible la utilización de hidrófonos pasivos, sistemas de radar y cámaras (de visión nocturna) que dado el gran volumen de información que suponen impiden el uso de enlaces radio, por lo que habrá que desarrollar sistemas de tratamiento de la información automatizados, que activen prealarmas cuando se sospeche la presencia de intrusos.

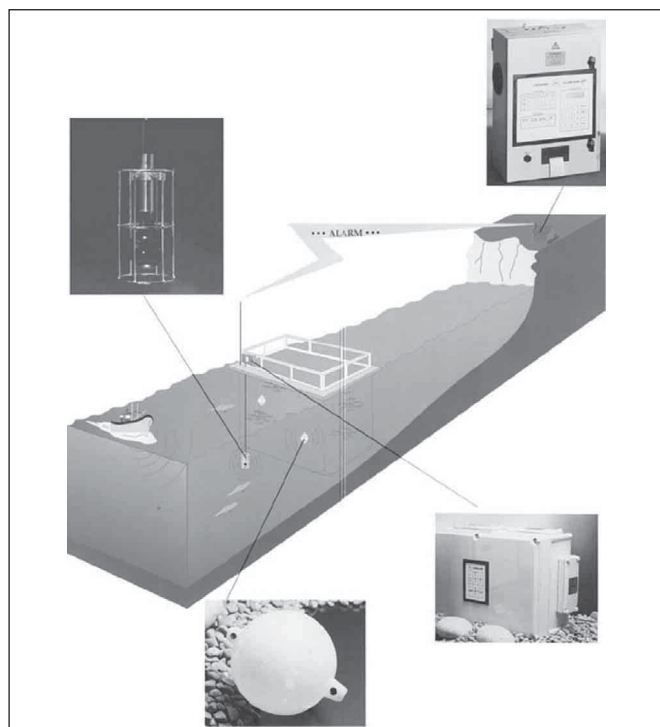


Figura 8.- Sistema de detección de intrusos

## 11.- Conclusiones

Las técnicas de cultivos marinos están mostrando una rápida evolución en el desarrollo de los distintos procesos, ante las extraordinarias expectativas que esta actividad tiene en la actualidad y sobre todo en cuanto a perspectivas de futuro, dado el especial condicionamiento actual de la pesca artesanal tradicional. Por ello, en este artículo se han destacado los aspectos más relevantes de las técnicas de apoyo para la obtención de una buena rentabilidad en este tipo de industrias.

En primer lugar hemos de resaltar la necesidad de un planteamiento riguroso de la definición y funcionamiento de la planta eléctrica, básica para el desarrollo de todo el proceso.

También hemos de destacar la conveniencia del empleo de alumbrado de las jaulas, dados los espectaculares resultados que se obtienen.

Por otra parte, todo el proceso del cultivo marino ha de ser seguido y controlado minuciosamente y en tiempo real, por lo que la implantación de un sistema de control como el propuesto se hace indispensable.

Con todo ello, y con la vista puesta en desarrollos futuros, el procedimiento propuesto responde a los elementos básicos para una adecuada explotación de los recursos marinos, sin olvidar en ningún momento el imprescindible respeto al medio, que nos aporta una vez más sus múltiples recursos en beneficio de todos.



# Proyecto, Construcción y Pruebas de un Catamarán Especial para el Servicio de Piscifactorías (\*)

Enrique Javier Carrillo Gómez, Ingeniero Naval  
PESBO, S.A.

(\*) Trabajo presentado en las XL Sesiones Técnicas de Ingeniería Naval, celebradas en Las Palmas de Gran Canaria durante los días 8 y 9 de noviembre de 2001

## Indice

### Resumen / Abstract

#### 1. Introducción

#### 2. Fase preliminar

#### 3. Proyecto

##### 3.1. Parámetros básicos

##### 3.2. Elección del tipo de flotador

###### 3.2.1. Catamarán con dos flotadores asimétricos

###### 3.2.2. Catamarán con dos flotadores simétricos

###### 3.2.3. Conclusión

##### 3.3. Fabricación del molde

##### 3.4. Elección del equipo propulsor

##### 3.5. Reglamentación aplicable

##### 3.6. Desarrollo del proyecto

###### 3.6.1. Casco

###### 3.6.2. Equipo propulsor

###### 3.6.3. Auxiliares

###### 3.6.4. Sistema eléctrico

###### 3.6.5. Sistema de gobierno

###### 3.6.6. Accesorios y herrajes

###### 3.6.7. Disposición de espacios

###### 3.6.8. Equipo de navegación y comunicaciones

###### 3.6.9. Equipo de fondeo

###### 3.6.10. Equipo C.I.

###### 3.6.11. Material Náutico

###### 3.6.12. Equipo de salvamento

###### 3.6.13. Bombas

###### 3.6.14. Equipo auxiliar

###### 3.6.15. Equipo de frío

###### 3.6.16. Equipo de hielo

###### 3.6.17. Equipo de cubierta

##### 3.7. Clasificación y Registro de Matrícula

###### 3.7.1. Clasificación

###### 3.7.2. Registro de Matrícula

#### 4. Proceso de construcción

#### 5. Pruebas

##### 5.1. Estabilidad

##### 5.2. Pruebas estáticas

##### 5.3. Pruebas de mar

## Resumen

El concepto "Catamarán", en el ámbito de las embarcaciones construidas en PRFV, representa un campo con multitud de ramificaciones, la mayoría de las cuáles, se han ido desarrollando en los últimos tiempos, excepto en el caso de los buques de gran desplazamiento.

Por otra parte, el auge de los cultivos de acuicultura, está pidiendo a gritos un tipo de buque polivalente, capaz de atender a las distintas facetas de trabajo que requiere esta actividad.

Como consecuencia de lo anterior, se acomete la realización de un proyecto que se adapte a las demandas de esta área de mercado. Este proyecto se ha hecho realidad con la construcción de una primera unidad, cuya descripción es el objeto de este trabajo.

## Abstract

*The concept of "Catamaran" within the space of GRP crafts, comprise one field with a lot of branches, most of them having being developed in the recent past, except in the particular case of the great displacement crafts.*

*On the other hand, the "boom" of fish farms, is claiming a kind of multipurpose boat, capable to face the different tasks required by this activity.*

*As a consequence of the above, we undertake a project able to adapt to these market area. This project has become true at the construction of one first unit, which description is the subject of this job.*

## 1.- Introducción

De todos es sabido el interés que el hombre siempre ha mostrado por el control del medio marino y la recolección de los innumerables productos, tanto para alimentación como para ornamentación, que habitan en su seno.

En este afán por superar al medio, surgen los primeros indicios de existencia de acuicultura organizada hace 4000 años en China. En Europa, la técnica comienza a desarrollarse hace unos 2000 años, cuando los romanos iniciaron el cultivo de ostras en Baia, mediante técnicas desarrolladas de engorde de larvas.

El extraordinario interés que se suscita en España por esta materia, se fundamenta, en varios factores que se resumen someramente:

- a) La crisis de las flotas pesqueras, motivada por la implantación de las Zonas Económicas Exclusivas, hace necesaria la búsqueda de métodos de producción sustitutivos.
- b) Gracias a la acuicultura, se ha conseguido una gran efectividad en los procedimientos para el mantenimiento ecológico de nuestras aguas.
- c) Los viveros son una clara opción ante la pesca abusiva por parte de buques que han buscado los bancos de túnidos con helicópteros y satélites.
- d) La existencia en España de más de 5000 km de costa, nos indican las condiciones de privilegio que nuestro país ostenta para el desarrollo de los cultivos marinos.

Es precisamente en las cálidas aguas del Mediterráneo, donde proliferan desde hace algunos años las piscifactorías dedicadas a la crianza, engorde y captura de atunes rojos, cuyo ciclo vital transcurre entre el Atlántico y el Mediterráneo, y que son muy codiciados en Japón para elaborar platos de "sushi" y "sashimi" con pescado crudo acompañado de salsas. Esta especie alcanza precios desorbitados, llegando incluso a pagar hasta 148.000 pesetas el kilo.

El presente trabajo trata de explicar el proceso desarrollado, tanto en la fase de proyecto, como en la de construcción y pruebas, de un cata-

marán en PRFV, auxiliar para una de las múltiples piscifactorías que existen en la zona del Sureste español y que se dedican a la crianza de los citados atunes rojos.

## 2.- Fase preliminar

Durante cierto tiempo y antes de proceder a la definición, propiamente dicha del proyecto, se recopilan datos e información sobre las distintas funciones que el buque deberá llevar a cabo.

En la zona del Mediterráneo, la mayoría de piscifactorías que operan, son del tipo de jaulas flotantes.

Estos recintos acuáticos consisten, en general, en un volumen de agua, limitado por todas partes por un entramado rígido o flexible, provisto de redes, que mantienen cautivas a las especies piscícolas en el mismo medio en que viven, con el fin de procurarles una alimentación adicional que acelere su desarrollo y reduzca, por lo tanto, la duración del período de cultivo y la tasa de mortandad.

Para operar con estos recintos, se requiere de un apoyo naval muy complejo que debe cubrir las siguientes necesidades:

1. Almacenaje y conservación de los especímenes adultos capturados por otros pesqueros en el Mediterráneo en la temporada de primavera.
2. Remolque de las jaulas-vivero hasta la zona de pesca, donde se procederá a la captura de especímenes jóvenes vivos para su posterior engorde, y vuelta con las jaulas llenas hasta el lugar de fondeo permanente.
3. Cambios periódicos de ubicación de las jaulas.
4. Alimentación de los atunes con carnada fresca o congelada, que irá estibada en la cubierta del buque, hasta la llegada del mismo al lugar de ubicación de las jaulas.
5. Vigilancia permanente mediante buceadores, que controlan el estado de las jaulas, los atunes y el entorno de las mismas, y la rápida retirada de los especímenes muertos.
6. Cosecha de atunes adultos, consistente en separar aquéllos que hayan alcanzado la madurez y proceder a su retirada de las jaulas y transporte hasta la factoría sin que se vea mermada la calidad de su carne.



Figura 1

Inicialmente, estos trabajos se venían realizando con cuatro tipos de embarcaciones diferentes, casi siempre en régimen de alquiler, lo que suponía un gran gasto adicional, sin un respaldo patrimonial para la empresa.

A ello se une el inconveniente del trabajo en alta mar, con embarcaciones en movimiento continuo y brusco, que limita considerablemente los días hábiles de trabajo en función del estado de la mar.

Tras un minucioso estudio de los trabajos a realizar, surge el concepto de desarrollar un proyecto de "artefacto flotante" polivalente, capaz de realizar todas las funciones mencionadas de una manera eficiente.

No se trata de sustituir cuatro tipos de buques por uno sólo, ya que existen operaciones superpuestas que no podrían ser realizadas por una sola unidad, sino que cada unidad esté capacitada para realizar cualquiera de las seis funciones que precisa este tipo de industria. Pero además y este es el factor más importante, reducir al máximo los días inhábiles debido al estado de la mar.

## 3.- proyecto

### 3.1. Parámetros básicos

Siguiendo el orden de las funciones mencionadas con anterioridad se deducen los parámetros básicos del proyecto:

- 1ª función: se requiere un buque ligero y de alta velocidad en lastre.
- 2ª y 3ª función: gran superficie de trabajo y una gran potencia de tiro a velocidad lenta.
- 4ª función: gran capacidad de transporte en cubierta sin pérdida de estabilidad.
- 5ª función: gran capacidad de maniobra y disponibilidad de espacios adecuados para almacenar especímenes muertos, así como medios para la recogida rápida de los mismos.
- 6ª función: gran capacidad de transporte en condiciones adecuadas de conservación y una gran área de trabajo en cubierta con una alta estabilidad.

A la vista de los parámetros citados, está claro que la solución al problema se encuentra en un catamarán de gran desplazamiento, cubierta despejada y una gran potencia propulsora, aunque hay una característica que va a resultar la gran perjudicada, la velocidad. Resulta muy difícil compaginar en un buque tan pequeño, velocidad y desplazamiento, con una variación tan grande en el valor de este último (80 tm. en lastre y 175 tm. a plena carga), cuando se considera la solución desde un punto de vista de rendimiento comercial económico.

En segundo lugar nos encontramos con una embarcación que consta de dos cascos que se comportan de manera independiente en su flotación, con un desplazamiento de más de 70 tm cada uno, y cuyos considerables esfuerzos asíncronos, van a tener que ser soportados por la estructura que una ambos cascos.

En tercer lugar los cascos del catamarán deben tener manga suficiente para albergar compartimentos de carga acorde con su tamaño, así como otra reserva de espacios para la gran cantidad de maquinaria auxiliar que requiere la conservación de las capturas.

En cuarto lugar, se debe tener en cuenta la eslora, potencia y arqueado de la embarcación desde el punto de vista de las titulaciones de su tripulación, ya que sobrepasando ciertos límites, los costes de contratación y mantenimiento por este concepto, prácticamente se duplicarían.

### 3.2. Elección del tipo de flotador

De entre las diferentes posibilidades que nuestro astillero podía desarrollar, destacan dos claras opciones.

#### 3.2.1. Catamarán con dos flotadores asimétricos

Este tipo de catamarán es un buque que se encuadraría en la misma categoría que los monocascos. Se trata de una embarcación cuyos dos flotadores asimétricos se construyen a partir de un casco tradicional, cortado por el plano de crujía y separados por una doble cubierta intermedia.

Estas embarcaciones se construyen ante el temor de que el mercado no pueda absorber los costes de explotación, ya que no precisa la fuerte inversión en moldes que supondría un proyecto adecuado, y permite partir de un molde ya existente.

El fracaso de las primeras unidades construidas con este sistema es estrepitoso.

El efecto de los pares de torsión sobre los flotadores, sumado al efecto que produce el impacto de las olas sobre una cubierta mojada con po-



co francobordo y las altas velocidades previstas, tiene como resultado la paralización de estos buques a los pocos meses de funcionamiento, en el mejor de los casos, ya que algunos ni siquiera superaron el periodo de pruebas. Existe un caso concreto que, después de dos años de funcionamiento, ha tenido que ser reforzado en dos ocasiones con un aumento del desplazamiento de un 22% y una pérdida de velocidad del 20%.

Dichos pares de torsión influyen en la embarcación, desde el punto de vista estático, del modo que se aprecia en la figura 2.

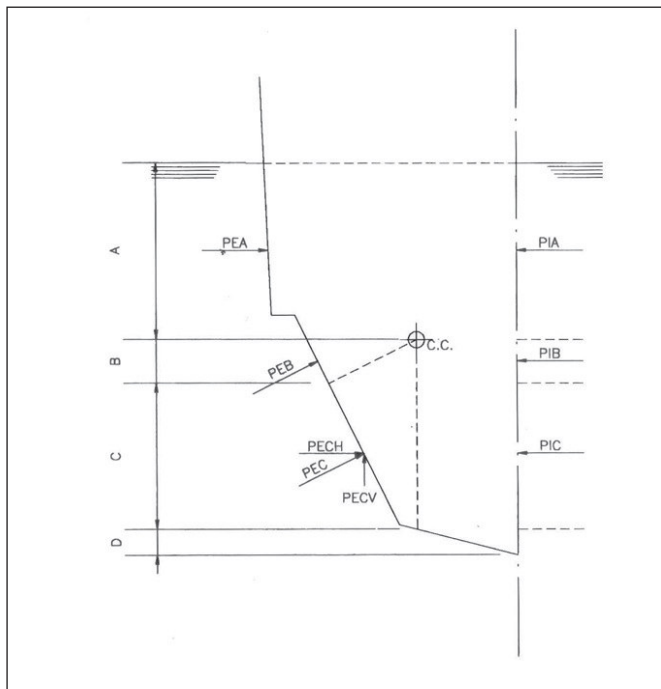


Figura 2

En la obra viva, las presiones se comportan de forma desigual en función de la profundidad.

- En la zona "A", comprendida entre la flotación y la horizontal que pasa por el C.C., el momento de la presión "PA" sobre el centro de carena C.C., es prácticamente igual en ambos costados del flotador y de signo contrario, por lo que los efectos de torsión sobre el pórtico que forman los flotadores y la cubierta, es nulo.
- En la zona "B", comprendida entre la horizontal anterior y la que pasa el punto de intersección del costado exterior con la perpendicular del C.C. sobre éste, las presiones "PEB" y "PIB" crean en ambos costados del flotador un momento respecto al C.C. con el mismo sentido de giro (en el sentido de las agujas del reloj).
- En la zona "C", comprendida entre la horizontal anterior y la que pasa por la intersección del casco con la vertical del C.C., si descomponemos "PEC" en una componente horizontal "PECH" y una vertical "PECV" observamos que el momento con respecto al C.C. de las fuerzas horizontales y verticales son del mismo sentido, ya que "PIC" es mayor que "PECH". Además, este momento tiene el mismo sentido de giro que en la zona "B".
- Con la embarcación navegando, aunque desde un punto de vista estático, sobre la zona "D" se va a crear una fuerza de sustentación que no tendrá ninguna compensación en la cara interior del flotador que es prácticamente vertical.

De lo anteriormente expuesto se deduce que desde el mismo momento en que la embarcación se pone a flote, ya está siendo sometida a un esfuerzo de fatiga estático totalmente innecesario, que tratará de separar los dos cascos. Cuando el buque comience a navegar, este momento estará cambiando constantemente de signo, con lo que el pórtico estará soportando unos efectos de fatiga en las uniones de la cubierta mojada con los flotadores, problema que, hoy por hoy, y con los únicos recursos del PRFV, no tienen solución competitiva.

### 3.2.2. Catamarán con dos flotadores simétricos

Otro tipo de catamarán es aquél en que los flotadores son dos cascos simétricos respecto al plano de crujía, cuya característica principal es que la relación eslora/manga es aproximadamente la mitad que en un monocasco.

En este tipo de flotador los pares de torsión por efecto de las presiones en la carena, están totalmente compensados, así como los de la de la sustentación dinámica. Aquí es conveniente diferenciar la fuerza debida al empuje de la carena de la fuerza de sustentación producida por la componente vertical del efecto del mar sobre el casco al desplazar el agua en su avance.

Pero no debemos caer en la tentación de creer que la simetría de los flotadores respecto al plano de crujía ha eliminado por completo la fatiga de los flotadores en su conexión con la cubierta mojada; han desaparecido los efectos producidos por la presión y la sustentación pero queda otro factor que no hemos apuntado anteriormente, tan importante como éstos y que también existe en el caso anterior, agravando sus efectos.

Nos referimos al esfuerzo de torsión al que está sometido el pórtico formado por los flotadores y las cubiertas principal y mojada, debido al efecto de la diferencia de momentos respecto a crujía, producidos por el peso y el empuje.

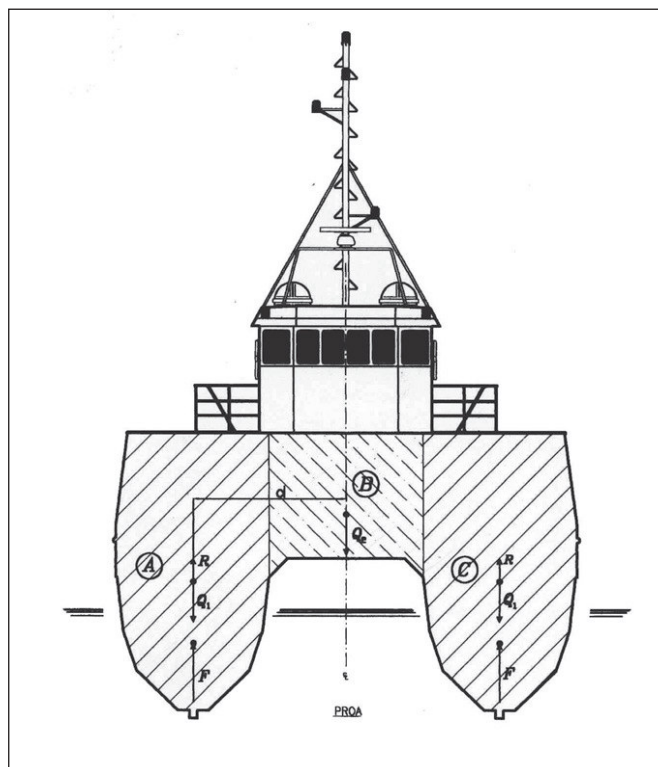


Figura 3

De acuerdo con la figura 3, si descomponemos el peso en tres zonas:

- Peso zona "A" = peso zona "C"
- Peso zona "B"

El empuje "F" actuará de forma idéntica en ambos flotadores, por lo que se cumplirán las siguientes relaciones:

$$2F = 2Q_1 + Q_2$$

$$F = Q_1 + Q_2/2$$

Por lo tanto, F siempre es mayor que  $Q_1$ , y en consecuencia el momento resultante  $d \times F - d \times Q_1$ , será siempre de signo negativo y su efecto sumado al del otro flotador originarán un efecto de flexión sobre el mencionado pórtico.

Se suma, además, el hecho de comportarse la estructura como una viga apoyada en sus extremos y cargada en su parte central, que la obliga a flexar.

En teoría, este efecto es constante en términos estáticos, pero la realidad es que durante la navegación y ciñéndonos estrictamente a la condición estática, existen situaciones variables en los vectores relativos tanto del empuje como de su centro de aplicación, mientras que permanece constante el peso y su centro de gravedad, y esto se traduce en cambios constantes del efecto de flexión sobre el pórtico y por ende, el mismo resultado de fatiga del material en los nexos de unión anteriormente reseñados.

### 3.2.3. Conclusión

Está claro que por más vueltas que demos al tema, siempre nos encontramos con que todos los tipos de catamarán se comportan, en su resistencia transversal, como pórticos de apoyos deslizantes en su base y rígidos en los puntos de conexión, que además siempre están sometidos a esfuerzos de fatiga en dichos puntos.

El módulo elástico de los estratificados de PRFV ( $80.000 \text{ kg/mm}^2$ ) es muy bajo como para pensar en obtener flechas en la estructura, una vez sometida a carga, inferiores a  $L/400$ , si se piensa únicamente en refuerzos del mismo material; por lo cual resulta imprescindible en estos casos recurrir a refuerzos locales extremadamente rígidos y económicos.

Una solución económica para hacer frente a los problemas de la fatiga en el PRFV, es la utilización de estructuras metálicas embutidas en el estratificado, las cuáles pueden ser de acero o de aluminio, según la importancia del peso en el conjunto (Figura 4).

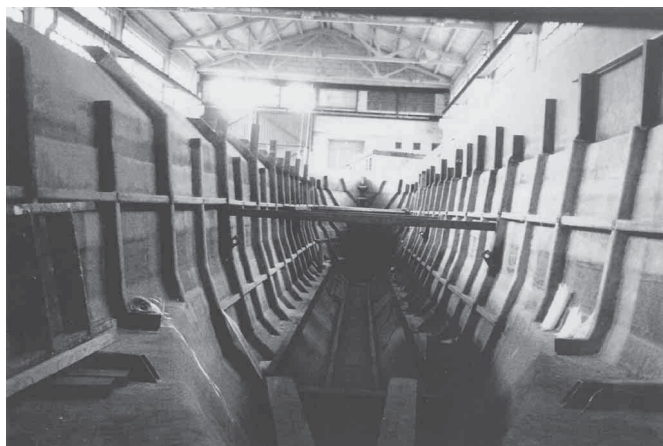


Figura 4

Subsanar los problemas que plantea dicha estructura en el seno de un material de características tan distintas, es tarea que debe resolver cada constructor, si bien, una vez solucionado, puedo asegurar que los resultados son altamente satisfactorios.

Resuelto este problema ya no existe inconveniente alguno para que, aplicado a las grandes embarcaciones de trabajo, se pueda garantizar una vida del producto superior a los 20 años, sin que hayan merma-do sus características físicas hasta límites que desaconsejen su explotación.

### 3.3. Fabricación del molde

La construcción del molde para fabricar estas embarcaciones precisa de un tiempo que el astillero en ese momento no dispone, puesto que la primera unidad se debe entregar en un plazo de ocho meses, y este plazo lo consumiría en su totalidad la preparación del molde.

Surge entonces la necesidad de transformar las formas del casco en superficies desarrollables, sin perder la efectividad de las mismas. De esta forma se podría disponer de un conformero en el plazo de dos meses

con superficies planas conexionadas entre sí por codillos situados en zonas estratégicas, de forma que en la obra muerta no aparezcan o se disimulen y en la obra viva se diseñen de tal forma, que a la vez refuercen la estructura del casco (Figura 5).

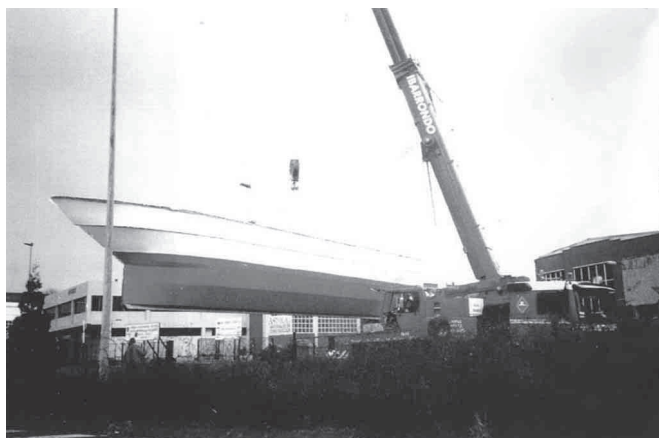


Figura 5

### 3.4. Elección del equipo propulsor

El equipo propulsor, se encuentra definido prácticamente desde el inicio del proyecto, debido al tema anteriormente comentado de las titulaciones y a requisitos impuestos por el Armador, si bien queda en el aire la elección de las hélices. Se plantean tres alternativas:

- Hélice ligera, la cual plantea un buen rendimiento en lastre, regular a media carga y pésimo a plena carga.
- Hélice semipesada, que desarrolla un buen rendimiento a media carga y regular en lastre o plena carga.
- Hélice pesada, con buen rendimiento a plena carga, regular a media carga y malo en lastre.

Esta última condición fue descartada automáticamente por requerimiento del Armador. Entre las dos condiciones restantes, para la elección se tuvo en cuenta el grado de utilización del buque a lo largo del año.

Al cabo del año la condición "a", sería utilizada en un 5% y además no era un factor determinante, ya que este supuesto viene condicionado por la posición respecto al objetivo del buque y el estado de la mar. La condición "b", en cambio, será utilizada en un 75% de la vida operativa del buque. Obviamente la elección era clara.

### 3.5. Reglamentación aplicable

En este punto, cabe destacar el clásico inmovilismo que suele reinar en el sector naval, con aplicación de Reglamentaciones claramente obsoletas, máxime cuando se trata, como en este caso de un buque que, tanto por su concepción, como por su equipamiento, puede ser considerado como innovador.

El buque deberá cumplir con los siguientes reglamentos, dentro de las limitaciones propias de este tipo de buques:

- Convenio Internacional para la Prevención de la Contaminación del Medio Marino (MARPOL-1973/78).
- Convenio Internacional para la Prevención de Abordajes en la Mar (COLREG-1972).
- Convenio Internacional de 1930 para las Líneas de Carga.
- Reglamento de Arqueo de 25 de Septiembre de 1900.
- Resolución A749 (18) de IMO, sobre Estabilidad Intacta de Buques Cubiertos por los Instrumentos de IMO.

### 3.6. Desarrollo del Proyecto

Con todas las premisas anteriores, se desarrolla el proyecto de una embarcación tipo catamarán, compuesta por dos cascos de 23,96 m de



eslora y 2,95 m de manga, unidos por una plataforma central de la misma eslora y 2,90 m de manga que conforma una única unidad de 23,96 m de eslora y 8,80 m de manga. Sobre la cubierta y a proa de la misma, se habilita una superestructura, compuesta por un castillo para alojamiento de la tripulación y sobre éste el puente de mando y un espardel para soporte del bote de rescate.

A continuación, se incluye una memoria descriptiva de la embarcación, desglosando las diferentes partidas en que se encuentra dividido el proyecto.

### 3.6.1. Casco

Está construido íntegramente con resina de poliéster reforzada con fibra de vidrio y cuyo estratificado está compuesto por tres laminados. El primero, de protección contra el contacto con el mar y el ambiente salino, está realizado con *gelcoats* y resina isoftálica de alta resistencia a estos medios. El segundo, de refuerzo, está realizado con resina ortoftálica. El tercero, de acabado, es igual que el primero pero los *gelcoats* empleados son, además:

- Ignífugos en cámara de máquinas.
- Para productos alimentarios, en las cubas.
- De resistencia química en el pañol de tanques.

El tipo de estructura es longitudinal, con vagras, palmejares y esloras que, conjuntamente con las bulárcas y los refuerzos contra pandeo forman una unidad autoportante, con trece pórticos de apoyo.

La cubierta mojada se apoya en los baos principales, que forman los pórticos y en otros intermedios, que transmiten a la estructura todos los esfuerzos producidos por el embate de las olas sobre ella, así como la fatiga por flexión producida durante la navegación.

La cubierta principal se encuentra conectada a la estructura mencionada y está formada por un sándwich de tablero contrachapado fenólico, entre dos estratificados de PRFV. El espacio entre esta cubierta y la cubierta mojada está relleno de espuma de poliuretano rígido expandido "in situ". Este relleno se extiende a toda la cubierta, excepto en la zona de escotillas.

Este relleno, junto con el aislamiento de las bodegas y la estanqueidad de los compartimentos, confieren a la embarcación una reserva de flotabilidad en cualquier caso de inundación por avería, incluida la inundación total.

La superestructura está construida con un sándwich de nido de abeja entre dos estratificados de PRFV, que le confieren una alta resistencia con un mínimo peso.

### 3.6.2. Equipo propulsor

El equipo propulsor está constituido por dos motores diesel marinos, refrigerados por doble circuito de agua dulce/salada y equipados con reductores/inversores hidráulicos, relación de reducción 2,5/1 y equipo de cola de acero inoxidable, con cojinetes y prensaestopas, de bronce y hélice de NIALMA (Níquel, Aluminio, Magnesio).

Los propulsores tienen una potencia nominal de 735 kW y una potencia de crucero de 520 kW. Esta forma de trabajo está motivada por la arraigada costumbre de las tripulaciones de trabajar con los motores con un 15% menos de las revoluciones nominales.

Los propulsores están equipados de arranque eléctrico, con motores de 24 V, CC y alternadores de 28 V para recargar las baterías de arranque de los mismos. Además, incorporan dos tomas de fuerza, una en proa del motor y otra en el reductor para el acoplamiento de las bombas del sistema hidráulico.

También disponen de una pequeña bomba hidráulica de engranajes para el servomotor de gobierno.

Cada propulsor es del tipo de 12 cilindros en V, con dos líneas de admisión y dos líneas de escape, compuestas cada una, por un codo de

fundición, una junta elástica, un tubo de escape seco aislado, un silencioso húmedo y una salida a popa por encima de la flotación. El silencioso está diseñado de tal forma que impide el retroceso del agua al motor.

El suministro de aire al motor y la circulación de aire de refrigeración se realiza mediante dos ventiladores centrífugos, que proporcionan un caudal mucho mayor que el consumo del motor a máxima potencia, con lo que se garantiza la circulación de aire fresco en la cámara de máquinas.

### 3.6.3. Auxiliares

El buque está equipado con dos motores auxiliares diesel marinos, refrigerados por doble circuito de agua dulce/salada con una potencia de 110 kW a 1500 rpm, acoplados a sendos alternadores trifásicos de 105 kVA a 380/220 V.

### 3.6.4. Sistema eléctrico

#### 3.6.4.1. Fuentes de energía

- 2 Alternadores de 28 V, CC, acoplados a los propulsores.
- 2 Alternadores de 28 V, CC, acoplados a los auxiliares.
- 2 Cargadores de baterías servidos por la red de 220 V, CA.
- 2 Alternadores de 380/220 V, CA.

#### 3.6.4.2. Acumuladores

- 2 Grupos de baterías de 24 V para los propulsores.
- 2 Grupos de baterías de 24 V para los auxiliares.
- 1 Grupo de baterías de 24 V de emergencia.

#### 3.6.4.3. Equipos de 24 V, CC

- Arranque propulsores.
- Arranque auxiliares.
- Embragues bombas eléctricas.
- Embragues bombas hidráulicas.
- Electrónica.
- Luces de navegación.
- Luces de emergencia.
- Bombas de achique y sanitarios.

#### 3.6.4.4. Equipos de 380 V, CA

- Sistema de frío.
- Máquinas de hielo.

#### 3.6.4.5. Equipos de 220 V, CA

- Bomba electrohidráulica de molinete de fondeo.
- Bomba electrohidráulica de hélices de proa.
- Bomba electrohidráulica de emergencia.
- Alumbrado.
- Equipos de cocina.
- Servicio Agua potable.
- Cargadores de baterías.

### 3.6.5. Sistema de gobierno

El sistema de gobierno de la embarcación está constituido por dos timones del tipo semicompesado, apoyados en la defensa de hélice y accionados por un sistema hidráulico, asistido por dos bombas de engranaje, insertadas en los propulsores, el cual, mediante un regulador de caudal distribuye éste por igual a los dos circuitos. Dos electroválvulas accionan el sistema cuando actúa el piloto automático.

En realidad, el sistema de gobierno sólo se utiliza en ruta, ya que las maniobras a barco parado se realizan con los propulsores y las hélices de proa. En estas condiciones, su maniobrabilidad es tal que puede realizar un giro de 360° sobre su centro de carena.

### 3.6.6.- Accesorios y herrajes

#### 3.6.6.1. Pasamanos

El buque dispone de pasamanos tanto interiores como exteriores, fabricados en acero inoxidable.

#### 3.6.6.2. Tapa de Regala

Desde el castillo hasta la popa, la tapa de regala está cubierta con una defensa de acero inoxidable.

#### 3.6.6.3. Cintón de defensa

A la altura de la cubierta se coloca un cinturón de goma en ambas bandas, empernado al casco con pletina y tornillos de acero inoxidable para evitar golpes en el casco.

#### 3.6.6.4. Defensa de quilla

La quilla estará protegida para casos de varada, por una defensa de acero inoxidable.

#### 3.6.6.5. Defensa de hélice

La hélice y el eje se protegen con una zapata de acero inoxidable que se extiende hasta el timón, y que sirve además como soporte de éste.

#### 3.6.6.6. Defensa de costado

En ambos costados se ha montado un tubo de acero inoxidable, para protección del casco contra las rozaduras en la vertical de las maquinillas.

#### 3.6.6.7. Rack para botellas de aire comprimido

En la popa, se instala, así mismo, un soporte para seis botellas de aire comprimido para los buceadores, construido con tubo de acero inoxidable.

### 3.6.7.- Disposición de espacios

#### 3.6.7.1. Pique de proa

El pique de proa se encuentra relleno de espuma rígida de poliuretano expandido "in situ".

#### 3.6.7.2. Pañol de proa

Dividido en dos espacios, sobre cubierta dos camarotes con dos literas cada uno y bajo cubierta, con dos tanques de combustible, bajo los camarotes citados.

#### 3.6.7.3. Cubas

Entre el pañol de tanques y la cámara de máquinas se han habilitado dos cubas en cada casco, con una capacidad total de 80 m<sup>3</sup>, aisladas con espuma de poliuretano rígida, con tapas de escotilla aisladas, de 1500 x 1500 mm y brazola de 600 mm.

Las dos cubas de un mismo casco disponen de un túnel de intercomunicación en la brazola, para que, por rebose, pueda pasar el agua fría de una a otra.

#### 3.6.7.4. Cámara de máquinas

Las dos cámaras de máquinas se sitúan bajo cubierta, albergando los elementos descritos en los apartados de propulsión, auxiliares, equipo de frío y sistema de gobierno.

#### 3.6.7.5. Superestructura

La superestructura se compone de castillo de proa, que habilita 3 paños, la cocina/comedor y aseo/W.C.

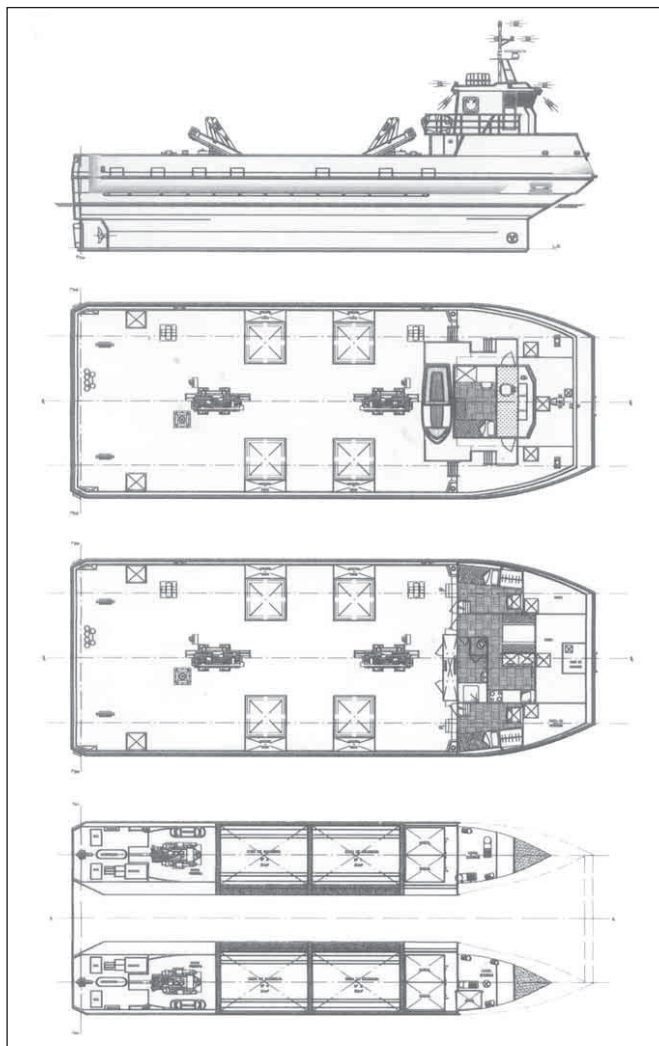


Figura 6

### 3.6.8. Equipo de navegación y comunicaciones

El buque dispone del siguiente equipo:

- Sonda color FURUNO de 500 Br.
- Equipo radioteléfono SAILOR VHF 25 W.
- Equipo radioteléfono BLU de 150 W.
- Radar FURUNO 1932 MKII con ARPA de 48 millas.
- GPS:/Plotter FURUNO 6.5".
- Secráfono SAILOR conexión BLU/VHF.
- Radio 27 Mhz.



Figura 7



- Teléfono Moviline.
- Inmarsat MINI-C-NERA.
- Piloto automático SIMRAD AP-35.

### 3.6.9. Equipo de fondeo

El equipo de fondeo se compone de los siguientes elementos:

- 2 Anclas de 90 kg.
- 25 m de cadena de 12 mm.
- 100 m de estacha de nylon de  $\varnothing$  25 mm.
- 1 Molinete hidráulico de 3 HP, con tambores para cabo y cadena.
- 1 Roldana de proa.

### 3.6.10. Equipo C.I.

El buque está dotado con el equipo contraincendios necesario para cumplir todos los reglamentos vigentes en cuanto a este concepto, y está compuesto por:

- 2 Bombas de achique y C.I. acopladas a los propulsores.
- 3 Mangueras con boquilla difusora, 1 en cubierta y 2 en máquinas.
- 4 Extintores de polvo seco de 5 kg en la habilitación.
- 2 Extintores de polvo seco de 9 kg en las cámaras de máquinas.
- 2 Equipos automáticos de CO<sub>2</sub> en las cámaras de máquinas.
- 1 Extintor de CO<sub>2</sub> de 5 kg en el puente.
- 1 Extintor de CO<sub>2</sub> de 5 kg en armario de compresores.
- 3 Baldes C.I., dos de ellos con rabiza.
- 1 Hacha de bombero.

### 3.6.11. Material náutico

- 1 Compás  $\varnothing$  real 125 mm con alidada azimutal.
- 1 Reloj de bitácora.
- 1 Barómetro.
- 1 Termómetro.
- 1 Barógrafo.
- 1 Megáfono.
- 1 Sicrómetro.
- 1 Escandallo de mano de 5 kg, con sondaleza de 50 m.
- Kits de cartografía.
- 2 Prismáticos nocturnos de 7x50.
- 2 Prismáticos diurnos de 6 x 30 ó 8 x 30.
- 1 Colección de cartas náuticas, derroteros y cuadernos de faros, del I.H. de la Marina de los mares en que navega el buque.
- 1 Bocina manual de niebla a presión.
- 1 Campana de peso mayor de 5 kg.
- 1 Ejemplar de la publicación reglamentaria del Código Internacional de Señales y un juego de banderas del tamaño nº 3 (0,914 x 0,762 m).
- 1 Juego de luces de navegación y señalización de acuerdo con el Reglamento Internacional para Prevenir Abordajes en el Mar.
- 2 Luces supletorias con baterías y lámparas de repuesto.

### 3.6.12. Equipo de salvamento

El buque cuenta con el siguiente equipo de salvamento:

- 1 Bote insumergible según SOLAS 74/78.
- 2 Balsas salvavidas para el 100% de las personas a bordo en cada una.
- 1 Radiobaliza ACR Satelitariana.
- 4 Aros salvavidas, 2 con rabiza y luz de encendido automático.
- 6 Chalecos salvavidas en la habilitación.
- 6 Chalecos salvavidas.
- 1 Juego de señales de socorro.
- 1 Botiquín de primeros auxilios.
- 1 Tabla de señales.
- 1 Aparato lanzacabos.

### 3.6.13. Bombas

- 2 Bomba centrífuga de achique y C.I.
- 2 Bombas eléctricas sumergibles para achique de sentinas.
- 2 Bombas manuales de achique.

- 1 Bomba hidráulica para el sistema de gobierno, acoplada a cada motor.
- 1 Bombas de presión para el sistema de agua potable.
- 1 Bomba centrífuga de baldeo de 80 m<sup>3</sup>/h.
- 2 Bombas hidráulicas para las grúas, acopladas a los motores principales.
- 2 Bombas hidráulicas para las maquinillas, acopladas a los motores principales.
- 1 Bomba electrohidráulica de emergencia.
- 2 Bombas eléctricas sumergibles para achique de los pañoles de tanques.
- 1 Bomba eléctrica para el WC.
- 4 Bombas eléctricas para las máquinas de hielo.

### 3.6.14. Equipo auxiliar

La embarcación dispone de dos grúas hidráulicas para servicios de carga y descarga de las cubas y servicios auxiliares, con un par de 10 tm x m, situadas en la cubierta principal a popa de la cabina.

- 2 Maquinillas horizontales para 1500 kg junto a la amurada de babor y otra vertical a popa.
- Un compresor eléctrico para recarga de las botellas de aire.
- Seis focos de cubierta de 1000 W, para alumbrado de la zona de trabajo.



Figura 8

### 3.6.15. Equipo de frío

Como ya se explicó en la introducción, el mantenimiento del pescado en óptimas condiciones de conservación es un factor fundamental en este barco, debido a las exigencias de calidad que el comprador japonés requiere.

Para ello, la embarcación dispone de dos instalaciones gemelas para la refrigeración de las cubas, capaces de reducir la temperatura del agua del mar de 16° C a -2° C en 30 minutos y están compuestas cada una de ellas, por:

- 1 Compresor de 26 kW.
- 1 Condensador de 99 kW, con bomba de circulación de 1,5 kW.
- 1 Enfriador de 100 kW.
- 1 Bomba para circulación del agua de las cubas, de 85 m<sup>3</sup>/h, accionada por un motor eléctrico de 7,5 kW.

Todo el sistema tiene su cuadro de control y equipo de válvulas de accionamiento manual en la cámara de máquinas y controles de funcionamiento en el puente de mando.

### 3.6.16.- Equipo de hielo

Como complemento de lo anterior, se ha dotado al buque de cuatro instalaciones gemelas para producir hielo en escamas con agua de mar y con una capacidad de 3.000 kg./día c.u. Las máquinas constan de:

- 1 Unidad de producción de hielo sobre la cubierta entre la escotilla de cada cuba y la amurada, ubicada en un recinto estanco.
- 1 Compresor con una potencia de 8,38 kW.

- 1 Condensador con capacidad de evacuación de 55 W, para un caudal de 4 m<sup>3</sup>/h.
- 1 Bomba de circulación de agua de mar para 10 m<sup>3</sup>/h, con motor eléctrico de 0,75 kW.

### 3.6.17. Equipo de cubierta

La embarcación dispondrá del siguiente equipo de cubierta:

- 2 Bitas de amarre en proa.
- 2 Bitas de amarre en popa.
- 4 Gateras en proa.
- 4 Gateras en popa.
- 1 serreta a cada banda, en las amuradas.
- 1 Gancho de remolque para 10 t, con guía San Lorenzo, en la amurada de popa

Todo este equipo está fabricado en acero inoxidable.

## 3.7. Clasificación y Registro de Matrícula

### 3.7.1. Clasificación

El buque se encuentra clasificado en el Grupo II (buques mercantes), clase X (buques de menos de 500 GT), de acuerdo con las Normas Complementarias Españolas para clasificación nacional de buques, BOE 233 de 29 de Septiembre de 1983.

### 3.7.2. Registro de Matrícula

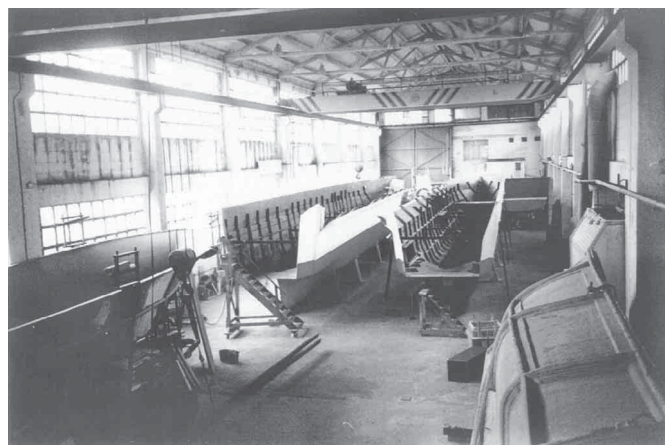
El buque se encuentra matriculado en la lista 4ª (embarcaciones auxiliares de pesca, auxiliares de explotaciones de acuicultura y artefactos dedicados al cultivo o estabulación de especies marinas), de acuerdo con el Real Decreto 1027/1989 de 28 de Julio, publicado en el BOE 158 de 15 de Agosto de 1989.

## 4.- Proceso de construcción

Como ya hemos mencionado, la construcción se realizó partiendo de la fabricación de dos cascos simétricos de 23,96 m de eslora y 2,95 m de manga. Cada casco se encontraba en el momento del traslado con todos los equipos e instalaciones bajo cubierta completamente montados, y el resto de los bloques, cubierta mojada, cubierta principal, y superestructura también habían sido prefabricadas en los talleres de la empresa.

Estos cascos fueron trasladados, por razones obvias de transporte, a una planchada junto al mar, en la que previamente se habían dispuesto dos filas de apoyos nivelados para el asentamiento de las quillas.

Sobre estos apoyos se depositaron los cascos previamente nivelados, procediéndose a la conexión de la estructura metálica y montaje de la cubierta mojada.



Figuar 9



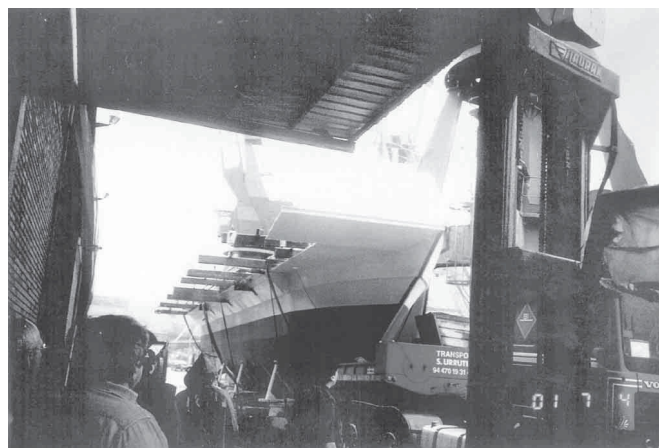
Figuar 10

Seguidamente, se lleva a cabo al montaje de las tuberías para los sistemas eléctrico e hidráulico en conductos situados entre las dos cubiertas.

Se continuó con el cierre de la cubierta principal, montaje de la superestructura y relleno de espuma de poliuretano por inyección, en el espacio entre cubiertas.

Una vez realizada esta última operación, se procede al montaje del resto de los equipos.

Por último, el buque fue botado mediante una cabria flotante, quedando la embarcación lista de este modo para proceder al capítulo de pruebas.



Figuar 11

## 5.- Pruebas

El capítulo de pruebas de esta embarcación ha sido exhaustivo, comenzando por un control total de cada uno de los materiales con certificados de origen, estando dotados aquéllos, en un porcentaje muy elevado, con homologación CE.

Cada equipo ha sido probado durante su instalación dentro de los límites posibles y posteriormente se ha llevado a cabo un minucioso control de pruebas particulares de todos y cada uno de los equipos para proceder posteriormente a las pruebas oficiales bajo la supervisión de la I.M.V., y de acuerdo con el siguiente protocolo:

### 5.1. Estabilidad

Este tipo de buque tiene tanta estabilidad, comparada con un casco tradicional, que fue necesario el traslado de más de 7.000 kg de babor a estribor para conseguir una escora entre 3º y 4º. El resultado fue satisfactorio a juicio de la Administración.





Figura 12

## 5.2. Pruebas estáticas

Se realizaron con el buque en el muelle:

- Arranque de los propulsores en 10 ocasiones, sin tiempo de recuperación para recarga de las baterías.
- Idéntica operación para los auxiliares.
- Prueba de bombas, realizadas con propulsores y auxiliares en marcha, realizándose las comprobaciones siguientes:

- a) Bombas hidráulicas; puesta en marcha y funcionamiento.
- b) Bombas contraincendios; puesta en marcha y funcionamiento de mangueras.
- c) Bombas de achique de máquinas; funcionamiento y automatismo.
- d) Bombas de achique manuales; funcionamiento.
- e) Bombas de achique de paños; funcionamiento y automatismo.
- f) Bombas del sistema de frío; arranque y funcionamiento.
- g) Bombas de las máquinas de hielo; arranque y funcionamiento.
- h) Bomba sanitaria; arranque y funcionamiento.
- i) Bomba de agua potable; arranque y funcionamiento.
- j) Bomba de presión; arranque, funcionamiento y automatismo.
- k) Bomba de baldeo; arranque, funcionamiento y acoplamiento al sistema C.I.



Figura 13

- Prueba de los distintos equipos del sistema eléctrico, comprobando la carga de trabajo con todos los equipos conectados simultáneamente para cada grupo de voltaje y tipo de corriente
- Prueba del sistema hidráulico comprobando el funcionamiento individual y conjunto de todos los equipos, grúas, maquinillas, sistema de gobierno, molinete de anclas, hélices de proa.
- Prueba del equipo de frío, procediendo al llenado y vaciado de las cubas y comprobando el tiempo y los automatismos para estabilizar la temperatura de las mismas a  $-3^{\circ}\text{C}$ . Posteriormente se continúa comprobando todas las operaciones de llenado, circulación, vaciado y limpieza de la instalación.
- Prueba de las máquinas de hielo, comprobando el funcionamiento de todos los elementos y la producción de hielo.
- Prueba de los equipos de cocina.
- Pruebas visuales y de identificación.
- Comprobación de todo el material náutico y de salvamento, así como las señales IMO, luces y marcas propias del buque.
- Identificación de todos los equipos náuticos y electrónicos.

## 5.3. Pruebas de mar

Finalizadas satisfactoriamente las pruebas anteriores, se procede a realizar las pruebas de navegación de acuerdo con el siguiente protocolo:

- Prueba de navegación, durante seis horas con los motores a plena potencia, comprobando funcionamiento, temperaturas y presiones cada media hora. Durante este período se realizaron las siguientes comprobaciones:

- a) Velocidad a plena potencia.
- b) Velocidad al 80% de la potencia.
- c) Consumos.
- d) Maniobrabilidad, realizando giros y dobles giros.
- e) Tiempo de parada/avante toda/atrás toda.



Figura 14

- f) Tiempo de timón todo Br., todo Er.
- g) Tiempo de timón  $15^{\circ}$  Br.,  $15^{\circ}$  Er.
- h) Navegación marcha atrás.
- i) Maniobras a barco parado.
- j) Verificación del funcionamiento de los equipos electrónicos.
- k) Verificación del sistema contraincendios en navegación.
- l) Prueba de fondeo.
- m) Aproximación y recogida de una boya de fondeo.
- n) Navegación y maniobrabilidad con un solo motor.



Figura 15





## ***NOS COMPROMETEMOS A CUIDAR TU BARCO TODOS LOS DÍAS DE TU VIDA***

Establecer lazos con el líder en lubricantes marinos, significa proteger la vida del motor de su buque. CEPSA, le garantiza además, la máxima calidad en la gama más amplia del mercado y un servicio integral en toda España y en más de 400 puertos de todo el mundo. Le aseguramos una atención exclusiva y una gran gama de lubricantes avalados por el certificado ISO 9001 a la mejor calidad.

Lubricantes  **CEPSA**

www.cepsa.com

Máxima calidad.
Resistencia.
Fiabilidad.
Protección.
Rendimiento.



CEPSA LUBRICANTES, S.A. FABRICANTE Y DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO DE **Mobil** PARA MARINA





# DFhydro.

## Cálculos de Arquitectura Naval

## Sistema Defcar



Importación de formas a través de DXF 3D o numéricamente.

Sencilla generación de todo tipo de compartimentos.

Definición de situaciones de carga con trimado libre.

Corrección de estabilidad por momentos escorantes.

Corrección por superficie libre en cada situación de carga.

Cálculos de estabilidad sin limitación de escora.

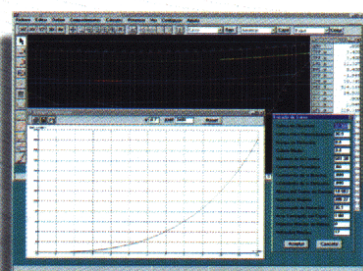
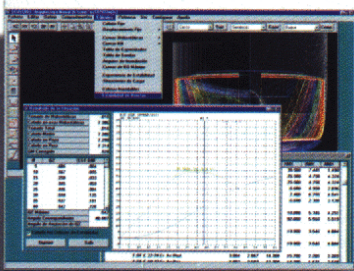
Criterios IMO y criterios personalizables.

Gran calidad de salidas impresas y selección de idioma.

*Pruebelo durante 1 mes.*

*Si no queda satisfecho le devolvemos el dinero*

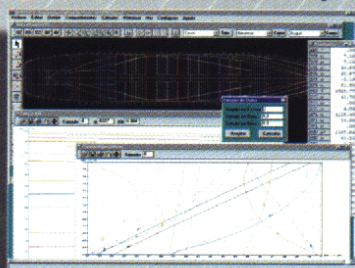
### 4 Estimación de potencia



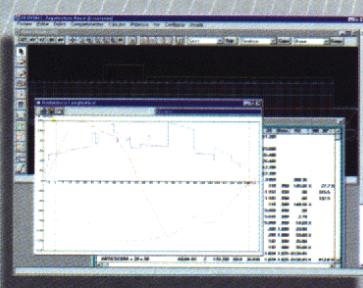
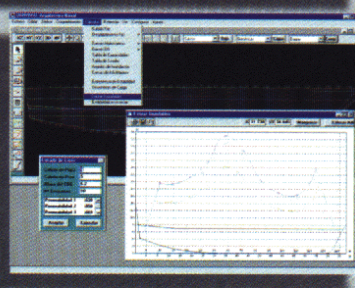
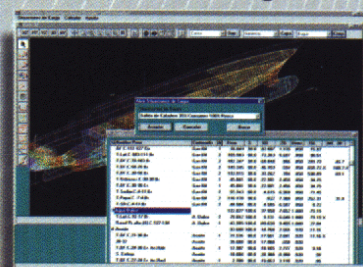
### 3 Cálculos de estabilidad (intacta y después de averías)



### 1 Cálculos hidrostáticos y curvas KN



### 2 Compartimentación y definición de condiciones de carga



### 5 Esloras inundables

### 6 Resistencia longitudinal

## Facilidad de uso y potencia de cálculos