

año LXXVI • n° 845

# INGENIERIA NAVAL

febrero 2007

**Water based**  
Interplate. Zero

**Seals**  
Interbond. 808

**Long life**  
Intershield. 300

**Slippery when wet**  
Intersleek. 700

## CONSTANT REVOLUTION

Durante más de 100 años, International ha aportado soluciones satisfactorias a las constantes necesidades de la Industria Naval, ganándose una reputación de confianza y de calidad.

¿Cuál ha sido la fórmula del éxito?

Una política sólida como una roca y la **Revolución Constante** en todo lo que hace, y el compromiso de desarrollo de nuevos productos, y servicios claramente enfocados a maximizar la rentabilidad del cliente en cada inversión que haga, tanto en nuevas construcciones, como en el mantenimiento y explotación del buque en cualquier parte del mundo

**Efficient**  
Interswift. 655

**Image**  
Interfine. 979 and Interfine. 691

**Tough**  
Intershield. 803

**Non stop**  
Intersmooth. SPC

\* International and all products mentioned are trademarks of or are licensed to Akzo Nobel

© Akzo Nobel, 2005

 **International**  
Marine Coatings

[www.international-marine.com](http://www.international-marine.com)  
[www.intersleek700.com](http://www.intersleek700.com)  
[www.intersmoothSPC.com](http://www.intersmoothSPC.com)

 **AKZO NOBEL**

r e p a r a c i o n e s



## FERRONET

- Eliminador de óxido
- No erosiona las superficies metálicas
- No daña la pintura
- Antialga y bactericida.
- *Oxide eliminator*
- *It does not erode the metallic surfaces*
- *It does not damage the painting*
- *Antiseaweed and bactericidal.*

Exija la garantía FERRONET



Tel. 972 23 26 11 • GIRONA (España)



CANAL DE EXPERIENCIAS HIDRODINÁMICAS DE EL PARDO

**CEHIPAR**

*Sabemos hasta dónde quieres llegar...*

Evaluación de proyectos. Optimización / Proyectos de formas / Proyectos de propulsores / Cálculos con CFDs  
/ Ensayos hidrodinámicos con modelos virtuales y modelos a escala / Ensayos de resistencia y propulsión  
/ Estudios, análisis, optimización y ensayos de comportamiento en olas / Ensayos de maniobrabilidad / Ingeniería oceánica  
/ Pruebas de mar / Técnicas instrumentales avanzadas / I+D+I

[www.cehipar.es](http://www.cehipar.es)

# EL GENUINO

## paquete de propulsión

- ✓ reducidos costes operacionales
- ✓ reducidos costes de instalación
- ✓ un sólo punto de contacto con una organización responsable



**Alpha**  
PROPULSION SYSTEM

### La solución más compacta

Con los paquetes de propulsión MAN B&W Alpha tiene asegurada la fuente de potencia más económica y fiable. Nada mejor que una organización gestione el diseño, pruebas, puesta en marcha y servicio de sus propios paquetes de propulsión. Los beneficios adicionales de los conceptos de mantenimiento por módulos y la mínima necesidad de servicio diario caracterizan a los paquetes de propulsión MAN B&W de la gama de 800-4000 kW.

**MAN Diesel** Miembro del Grupo MAN

MAN Diesel • c/ Pedro Teixeira, 8 • E-28020 Madrid • España • Tel: +34 91 411 14 98 • Fax: +34 91 411 72 76  
e-mail: sales-spain@es.manbw.com • www.manbw.com





AKZO NOBEL

año LXXVI • n° 845  
**INGENIERIA NAVAL**  
 febrero 2007

<b>website / website</b>	<b>6</b>
<b>carta del presidente / letter from the president</b>	<b>7</b>
<b>editorial / editorial comment</b>	<b>7</b>
<b>panorama de los sectores naval y marítimo / shipping and shipbuilding news</b>	<b>9</b>
<b>reparaciones / ship repairs</b>	<b>19</b>
<b>entrevista / interview</b>	<b>25</b>
<b>noticias / news</b>	<b>31</b>
<b>las empresas informan/ companies's report</b>	<b>51</b>
<b>medio ambiente / environment</b>	<b>53</b>
<b>copa américa / america's cup</b>	<b>55</b>
<b>nuestras instituciones / our institutions</b>	<b>59</b>
<b>hace 50 años / 50 years ago</b>	<b>61</b>
<b>artículos técnicos / technical articles</b>	<b>62</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El control del <i>biofouling</i> en las instalaciones <i>offshore</i> de acuicultura marina, por J.F. Núñez, F. Molleda y J. de Lara</li> <li>• El renacimiento de la energía nuclear, por A. Saiz</li> <li>• Reducción de la Resistencia de fricción en buques: un problema antiguo actualizado por la crisis del petróleo, por E.J. Carrillo y otros</li> </ul>	
<b>clasificados / directory</b>	<b>91</b>

**25**

Entrevista con Francisco Arderius, director general de Unión Naval Barcelona y Unión Naval Marsella



**55**

Reglamento de Copa América



**59**

Creación del Cluster Marítimo Español en el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio



**próximo número / coming issue**  
**pesca y acuicultura / fishing and aquaculture**



website

**www.navegar.com**

Portal con una gran variedad de temas relacionados con la náutica. En la página de inicio se encuentran los iconos de enlaces para las diferentes secciones que constan esta web y en donde además existen unas ventanas de información rápida, y a la vez accesos, sobre predicciones a 24 h y medio plazo de zonas costeras y la meteorología local AZIMUT, ofreciéndose una predicción detallada abarcando una zona concreta del litoral español. Una vez dentro de esta sección podremos consultar los mapas de la península, Baleares y Canarias de predicción según el parámetro elegido: altura de olas, vientos, presión atmosférica..., o bien la meteorología local deseada o consultar el acceso a las partes de INM. También en la página de inicio existe un acceso a las últimas noticias en donde se puede leer una pequeña introducción de cada una.



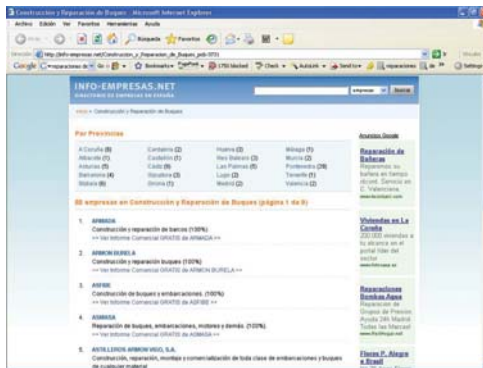
Entre los accesos directos existe la posibilidad de consultar la compra-venta de todo tipo de embarcaciones náuticas, presupuestos de alquileres de embarcaciones en función del lugar, recorrido, etc, información de salones náuticos y todo acerca de deportes náuticos tales como la velas, el surf, las motos acuáticas. Destacamos el apartado "comercio náutico" donde se tiene acceso a los datos de contacto de cualquier empresa del sector bien se busque por productos, servicios, como por ejemplo, reparaciones de embarcaciones privadas, yates, veleros...

**Info-empresas.net**

Sitio web donde se accede a un listado de empresas según la categoría que se elija. En la categoría de reparación y construcción de buques, actualmente posee un listado de 88 empresas clasificadas también por provincias. Se facilitan sus datos y también existe la posibilidad de conocer los informes, completo o estructural, comercial, financiero, de balances y cuentas de resultados, facilitados por la empresa.

**www.bbmarine.com**

Página web de la compañía Bouchard & Blanchette Marine especializada en la construcción, inspección, reparación y mantenimiento de estructuras sumergidas,



así como muelles, buques transoceánicos, represas hidroeléctricas y tomas de agua. En su página de inicio ofrece la posibilidad de leerla en diversos idiomas, español, portugués, francés e inglés.

Realizan trabajos altamente especializados como por ejemplo, soldadura submarina, reparación submarina de daños, contando con un equipo de supervisión especializado de técnicos e ingenieros y un equipo de buceo, ofreciendo gran flexibilidad para adaptarse a todo tipo de situaciones en la realización de proyectos y tareas. Operan desde Step-Iles, uno de los más importantes puertos de gran calado y funcionamiento anual en Canadá, contando con 25 años de experiencia en el campo marítimo. Sus servicios satisfacen las normas de calidad y se encuentran respaldados por la certificación ISO-9001-2000.

En esta página se ofrece una lista muy detallada de todos los trabajos realizados y el cliente correspondiente. En lo que se refiere a reparaciones submarinas de daños en los buques se ha convertido en una referencia importante en toda la región. El equipo de buceo cuenta con la certificación necesaria para la ejecución de trabajos de oxicorte y soldadura submarina, los servicios que ofrecen son: realización de inspecciones submarinas de daños causados por colisiones, mediante video en circuito cerrado y fotos, reparaciones submarinas de grietas en los cascos, corte de palas de hélices dañadas bajo el agua, enderezamiento de palas averiadas, etc. Si se es miembro o cliente de la empresa, dispone de un enlace, llamado "sala de trabajo virtual" donde se puede seguir las tareas del proyecto que se están llevando a cabo, comunicarse entre los interventores, intercambio de documentos...



año LXXVI • N.º 845  
**INGENIERIA NAVAL**  
febrero 2007

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 Esteban Pérez García, I.N.

**Vocales de la Comisión de la Revista**  
José Ignacio de Ramón Martínez, Dr. I.N. (Secretario)  
M.ª Jesús Puzas Dacosta, Dr. I.N.  
Manrique Miguel Álvarez-Acevedo Alonso, I.N.

**Directora**  
Belén García de Pablos, I.N.

**Asesores**  
Sebastián Martos Ramos, I.N.

**Redacción**  
Pablo Ruiz de Aguiar Díaz-Obrégón  
Verónica Abad Soto

**Publicidad**  
Director comercial:  
Rafael Crespo Fortún  
Tel. 91 510 20 59/609 11 73 40  
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.ingenierosnavales.com

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

**Suscripción Anual / Subscription Costs**

España	70,00 €
Portugal	100,00 €
Europa	115,00 €
Resto del mundo	138,00 €
Estudiantes España	35,00 €
Estudiantes resto del mundo	95 €
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

## carta del presidente de la AINE



La Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España está desarrollando un Plan dirigido al fomento y mejora del conocimiento que la Sociedad en general tiene del Sector Marítimo, y al mismo tiempo colaborar en el desarrollo del mismo, herramienta vital para el progreso de todos.

Somos los ingenieros navales y oceánicos los profesionales que más tienen que ver, en su conjunto, con las disciplinas y las actividades que

configuran ese sector, y por lo tanto, la AINE ha entendido que su principal misión es el apoyo a todas esas actividades de una manera abierta, y dando plaza en esta empresa a todos cuantos rememos en dirección a ese objetivo.

La capacidad tecnológica, la investigación y el desarrollo, así como la innovación, que es, como la define la OCDE, el compendio y colofón de las dos anteriores, son factores esenciales que conviene promocionar para tener un Sector Marítimo competitivo.

Ese fue el lema bajo el que se desarrollaron las XLV Sesiones Técnicas el pasado mes de Octubre en Madrid, bajo un nuevo formato, y que constituyeron un verdadero éxito, tanto desde el punto de vista técnico como lugar de encuentro del mundo empresarial, admi-

nistrativo y docente en torno a las cuestiones más importantes para el desarrollo del propio Sector, y en este mismo sentido podemos anunciar ya la celebración de la siguiente edición, con el nombre de XLVI Congreso, en Sevilla, en el próximo Noviembre.

Pero entretanto, y gracias al entusiasta apoyo de la Fundación INNOVAMAR, entidad proel en el apoyo a las actividades de I+D+I en el Sector Marítimo en España, y con la que AINE, miembro a su vez de su Patronato, y en el ámbito del Convenio existente entre ambas, han creado el Premio Internacional AINE-INNOVAMAR, (*Spanish Maritime Award*), cuyas bases y descripción aparecen en este número de la Revista y en nuestra web: [www.ingenierosnavales.com](http://www.ingenierosnavales.com)

Creemos, tanto INNOVAMAR como AINE, que este Premio puede impulsar el conocimiento y desarrollo de las tecnologías y la innovación en nuestro sector, y aumentar la visibilidad del mismo en todos los ámbitos.

El Premio está dotado con 18.000 euros y nace con vocación anual. Los trabajos requieren para ser aceptados, que su contenido, tal como se describe en las bases, sea de aplicación específica a alguna de las actividades que integran el Sector Marítimo Español.

La participación, como no podía ser de otra manera, es abierta, y yo, desde estas letras animo a los ingenieros navales y oceánicos a que participen y compitan en esta "justa" tecnológica.

José-Esteban Pérez

## editorial

# De la reparación al mantenimiento naval

**E**stamos pasando por la cresta de un ciclo económico. El tráfico marítimo está más que boyante y este es el factor principal que hace que el sector de la Reparación Naval se encuentre en una época de bonanza que se presume mantenida para los próximos años. Hay trabajo para todos los astilleros, en todas las partes del mundo.

Pero no debemos dormirnos en los laureles. Nuestro sector es intensivo en mano de obra y la globalización de los mercados nos afecta, quizás en menor medida que a otros sectores, pero nos afecta.

El ciclo económico volverá a pasar por una sima y mantener nuestra actividad en unos volúmenes razonables pasará por aportar a nuestros clientes algo más que plazos y calidad ajustados, que podrán encontrarlos fuera de Europa a menores precios que los nuestros.

Uno de los aspectos de ese "algo más" podrá ser ofrecer mantener buques, no solo repararlos. Ofrecer el Apoyo al Ciclo de Vida de los buques.

Para ello habrá que adaptar y cualificar a lo más importante de nuestros astilleros: nuestros recursos humanos.

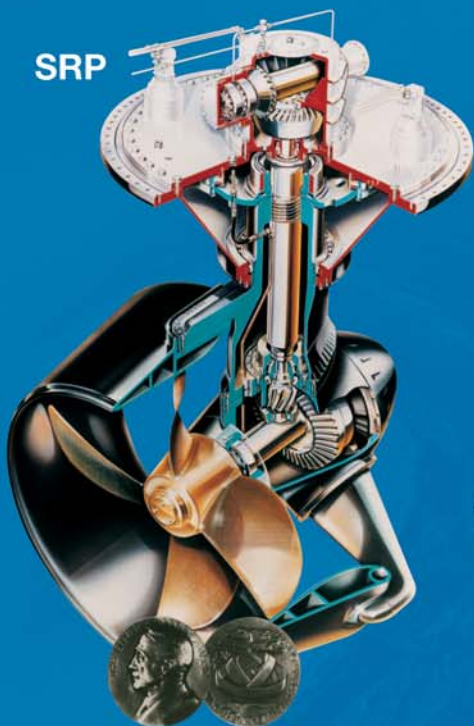
Si, desde hace años, ya nuestras plantillas propias se están convirtiendo en personas que gestionan la reparación y, a nivel de producción, coordinan la aportación de la necesaria mano de obra que recibimos de nuestras Industrias Auxiliares, uno de nuestros próximos saltos deberá ser aprender la gestión del mantenimiento.

Puede ser una forma de que, en el futuro, no nos midan solo por el precio de la renovación del acero.

**SCHOTTEL** para el mundo naval

# EL EQUIPO QUE TE MERECE

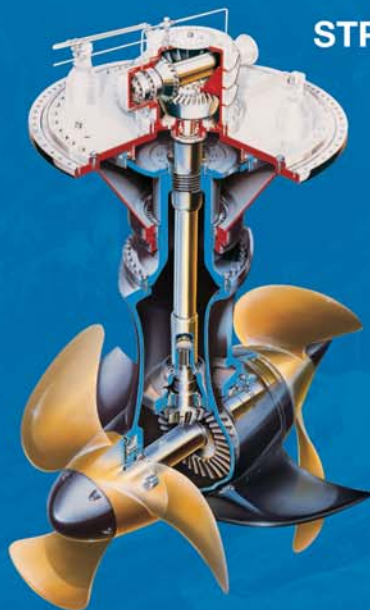
SRP



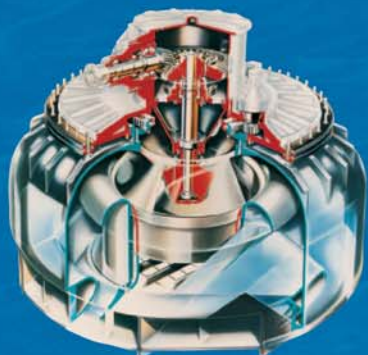
Elmer A. Sperry  
Award 2004

- Excelentes características de maniobra
- Construcción compacta
- Niveles de ruido y vibraciones mínimos.
- Confort y suavidad de manejo inigualables.
- Alto rendimiento y fiabilidad
- Mantenimiento sencillo
- Red comercial y de servicios a nivel mundial.

STP



SCP



SPJ

SCD



STT



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

Nuestro abanico de productos comprende sistemas de propulsión azimutal, maniobra y vuelta a casa, así como paquetes de propulsión completos hasta 30 MW. A través de nuestra red comercial de implantación mundial, le ofrecemos soluciones económicas y fiables para todo tipo de buques.

*Innovadores en tecnología de propulsión*

SCHOTTEL GmbH & Co. KG  
Mainzer Str. 99 · D-56322 Spay/Germany  
Tel.: + 49 (0) 26 28 / 6 10  
Fax: + 49 (0) 26 28 / 6 13 00  
eMail: [info@schottel.de](mailto:info@schottel.de)

WIRESA  
Pinar, 6 BIS 1° · 28006 Madrid  
Tel.: + 34 (0) 91 / 4 11 02 85  
Fax: + 34 (0) 91 / 5 63 06 91  
eMail: [ecostoso@wiresa.com](mailto:ecostoso@wiresa.com)





## panorama de los sectores naval y marítimo

# Panorama del sector marítimo

### Construcción naval: 2007 acaba marcando un récord(\*)

A la terminación de Diciembre del año pasado, 2006, la construcción naval mundial marcó un nuevo récord en casi todos los parámetros que definen su situación y su marcha.

Fue récord en contratación: 2677<sup>(1)</sup> buques 141,6 millones de toneladas de peso muerto, de las cuales un poco más de la mitad correspondieron a buques para el transporte de petróleo y sus productos.

Fue récord en inversión en nuevas construcciones: 105.500 millones de dólares, aunque no en la inversión unitaria por tonelada de peso muerto, ni por cgt, (ver Fig 1).

Fue, como era de esperar, récord en tonelaje entregado: 74,4 millones de toneladas de peso muerto, en un periodo ya de plena ocupación, y en el que los crecimientos más espectaculares han correspondido a Corea del Sur y a China. En el primero de los dos países gracias al efecto serie de de su repleta cartera y a los indiscutibles progresos en la productividad y avances tecnológicos de los astilleros coreanos, y en el segundo, a los aumentos de capacidad reales de la construcción naval china. (ver Fig 3).

Aunque la cartera de pedidos sí ha constituido otro récord en lo que ha capacidad de carga de los buques en construcción o no comenzados aún, que alcanzó al término del año los 304,3 millones de toneladas de peso muerto, no fue así en lo que se refiere a las toneladas de registro bruto compensadas, cuya cifra fue de 118,3 millones, medidas de acuerdo con la nueva definición y cálculo de las cgt que fue puesta en vigor por la OCDE desde el primero de Enero de 2007. Desde el punto de vista del cómputo anual, esta cifra sí marcó un récord, pero si analizamos los dos últimos meses del año 2006, podemos apreciar que la cifra cumbre de cartera se reflejó al final de Noviembre y no ha final del año.

Aún en el caso de que se hubiera seguido utilizando el sistema anterior de atribución de cgt en vez del nuevo, un cálculo aproximado habría arrojado unos 122 millones de cgt para la cartera mundial, en vez de los 118,3 que aparecen en este "Panorama". 122 sigue siendo una cifra inferior a la registrada en Noviembre, que fue de 127,3 millones de cgt.

Las diferencias no son importantes, pero sí pudieran llegar a convertirse en significativas con res-

pecto a un posible inicio de cambio de tendencia del excelente ciclo que hemos estado viviendo en estos últimos años.

Se puede observar que aunque la cifra de contratación ha marcado un nuevo récord al final de 2006, el crecimiento se ha ralentizado en Diciembre: si la tónica de los primeros 11 meses de dicho año ha arrojado un promedio mensual de 4,47 millones de cgt, en Diciembre sólo se han conseguido 400.000 cgt, es decir, una décima parte del promedio mensual anterior.

También es cierto que ya en 2007 pueden aparecer contratos que aunque firmados a finales del año anterior no se han registrado como tales por los propios efectos del tiempo tan corto para haber obtenido la información. Pero esto pasa todos los cierres de año.

Lo que sí es siempre fiable, o al menos casi siempre, es la cifra de volumen de entregas al cierre del año, por la obvia razón de su constancia física y la visibilidad de la misma, y es clara la apreciable aceleración del ritmo de entregas en términos de cgt observada hacia fin de 2006.

Ante los números que se aprecian en las diversas tablas y figuras que se acompañan, ha parecido procedente analizar con un poco de más detalle las de los últimos dos meses del año para tener un panorama comparativo más minucioso que la comparación anual: tener una visión más "micro" y menos "macro" que lo que es habitual en esta sección de la Revista.

Muchos analistas del mercado, tanto de la construcción naval como del mundo naviero llevan tanto tiempo avisando de que "comienza el declive del ciclo", que parece lógico intentar coger la lupa y estar atentos para "pillar" el momento del cambio de tendencia, siempre que admitamos que existe ese "momento", cosa también harto discutible.

Lo que, a la vista de los últimos datos de evolución muestra tener visos de realidad es que si no estamos en ese momento, parece que nos acercamos a él: Estudiando la flota actual y la que habrá al final de 2010, sin evaluar por imposible los futuros contratos de nncc. en ese periodo, pero sí los posibles desgaces y pérdidas, (Fuente: Clarkson), obtenemos la siguiente tabla:

	Flota fin 2006	Flota fin 2010	Crecimiento
Petroleros	364,5 Mtpm	488,5	34,0 %
Graneleros	367,6 Mtpm	438,5	19,3 %
Portacontenedores	9,4 Mteu	14,0	49,0 %

Dado que no es posible hoy día firmar contratos de nuevas construcciones para entregas anteriores al fin del año 2010, tampoco es esperable que más tonelaje de los tipos de buques que aparecen en la tabla, se sumen a éstos.

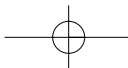
Parece difícil que la demanda de transporte generada por el crecimiento económico mundial en los próximos cuatro años, alcance niveles que puedan dar plena y satisfactoria ocupación a esas flotas, que muestran crecimientos anuales, en algunos casos cercanos al 10 % o mayores, cuando las eco-

Figura 1 - Tabla de evolución de parámetros significativos, 2001-2006

	2001	2002	2003	2004	2005	2006 <sub>11</sub>	2006 <sub>12</sub>
Contratos (tpm x 10 <sup>6</sup> )	45,4	52,8	117,2	103,9	79,1	131,4	141,6
Contratos (gt x 10 <sup>6</sup> )	29,9	34,4	77,8	73,5	58,2	83,9	90,2
Contratos (cgt x 10 <sup>6</sup> )	18,8	21,0	45,4	47,0	40,0	49,2	49,6
Inversión (\$ x 10 <sup>9</sup> )	24,4	22,7	60,0	77,1	74,0	99,9	105,5
Inversión en (\$ / tpm)	537,4	430,0	512,0	742,0	935,5	760,3	746,0
Inversión en (\$ / gt)	816,0	659,9	771,2	1049,0	2711,5	1190,7	1170,0
Inversión en (\$ / cgt)	1298,0	1081,0	1321,6	1640,4	1850,0	2030,5	2127,0
Variación precio tpm*		-20%	+19%	+45%	+28%	-18,7 %	-20,2 %
Variación precio cgt*		-17%	+22%	+24%	+14%	+ 9,8 %	+15,0 %
Entregas (tpm x 10 <sup>6</sup> )	45,6	49,5	55,0	61,4	69,3	66,00	74,4
Contratos/Entregas (tpm)	0,99	1,06	2,13	1,70	1,14	2,00	1,90
Contratos/Entregas (cgt)	0,98	1,00	2,04	1,90	1,45	1,71	1,62
Cartera de pedidos (tpm x 10 <sup>6</sup> )	112,4	115,6	177,3	220,2	229,8	304,0	304,3
Cartera de pedidos (cgt x 10 <sup>6</sup> )	47,7	47,7	70,9	93,4	106,0	127,3	118,3
Desguace (tpm x 10 <sup>6</sup> )	28,3	28,7	27,1	10,6	5,8	5,9	6,5
Edad media. (nº de buques)					29,8	29,7	29,6

(\*) Precios promedio con relación al año precedente.

Subíndices 11 y 12 significan final de noviembre y de diciembre de 2006. Cifras en rojo suponen "récords"  
Fuente: LLP, Clarkson y elaboración propia



**Figura 2.- Precios de Nuevas construcciones en MU\$**

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006 (ene)	2006 (dic)
<b>Petroleros</b>										
VLCC (300.000 tpm)	72/76	68/69	72/77	70/75	63/68	74/77	107/110	120/120	120/122	129/129
Suezmax (150.000 tpm)	44/48	42/45	46/53	46/49	43/45	51/52	68/71	69/71	70/73	80/81
Aframax (110.000 tpm)	34/38	33/37	38/42	36/40	34/37	40/42	58/59	58/59	59/61	65/66
Panamax (70.000 tpm)	30/31	28/31	33/36	32/36	31/32	35/38	47/48	49/50	49/50	56/59
Handy (47.000 tpm)	26/29	25/26	28/30	26/30	26/27	31/32	40/40	43/43	43/44	47/47
<b>Graneleros</b>										
Capesize (170.000 tpm)	33/39	33/35	36/41	36/39	35/37	47/48	63/64	59/59	59/59	68/68
Panamax (75.000 tpm)	20/24	20/22	22/24	20/23	20/22	26/27	36/36	35/36	35/35	40/40
Handymax (51.000 tpm)	18/21	18/20	20/21	18/20	18/19	23/24	30/30	30/31	30/31	36/37
Handy (30.000 tpm)	14/17	14/16	15/17	14/16	14/15	18/22	23/27	25/28	25/28	28/31
<b>Portacontenedores</b>										
1.000 TEU	18/19	17/18	17/18	15/18	15/16	18/19	22/22	23/ 23	23/ 23	22/23
3.500 TEU	40/42	36/37	39/42	36/41	33/34	40/43	52/52	52/53	52/53	56/57
6.500 TEU	-	-	67/73	70/72	60/64	71/73	91/92	91/94	94/98	101/102
<b>Gaseros</b>										
LNG (138.000 m <sup>3</sup> )	190	165	173	165	150	153/155	180/185	205/205	205/210	220/220
LPG (78.000 m <sup>3</sup> )	58	56	60	60	58	63	81/83	89/90	90/90	92/93
<b>Ro-Ro</b>										
1.200-1.300				19/19	18/19	22/22	33/33	33/33	33/34	38/39
2.300-2.700				31/31	31/31	33/33	46/46	48/50	48/49	55/56

Fuentes: Lloyd's - Fairplay, Clarkson, LSE

**Figura 3**

En cgt x 10 <sup>6</sup>	Contratación	Entregas	Contratación/ Entregas	Cartera de pedidos <sub>11</sub>	Cartera de pedidos <sub>12</sub>
Corea del Sur	19,0	10,6	1,79	47,4	42,9
Japón	6,9	9,1	0,76	25,4	23,7
RP China	14,7	4,5	3,27	27,2	26,6
Europa*	5,4	4,9	1,10	19,1	17,4
Mundo**	49,6	30,6	1,62	127,3	118,3

Datos a final de diciembre 2006.

Cartera de pedidos. Subíndices 11 y 12 corresponden a noviembre (11) y final año (12)

(\*) Toda Europa

(\*\*) Total que incluye a los anteriores

Fuente: Clarkson RS

nomías que más crecen lo están haciendo en el entorno de 7 % anual, y las de los países más ricos, a menos de la mitad de esa cifra, incluso admitiendo que el transporte marítimo tiene un carácter "mayorista imprescindible" innegable en el conjunto de las diversas clases de transporte, salvo en el de pasajeros, y no en su totalidad.

Lamentablemente, no suele ser esta la percepción que la sociedad tiene, y a veces, son los accidentes como el reciente del portacontenedores "Napoli" en el Canal de la Mancha, con la consiguiente rapiña de la carga de los contenedores, para que se perciba claramente que la mayoría de las cosas que habitualmente se compran en las tiendas se han puesto a nuestro alcance gracias a haber sido transportadas por barco, y aún la incidencia suele ser mayor cuando se trata de disfrutar de las facilidades que ponen a nuestra disposición los productos energéticos.

Volviendo al análisis del fin del año pasado, cabe destacar que ha sido el segmento de los buques portacontenedores el que más ha contribuido a la ligera caída de la cartera mundial de pedidos, que para este tipo de buque ha perdido 27 unidades.

Pese a todo esto, los precios de los buques nuevos continúan altos tras la caída relativa experi-

mentada en el otoño de 2005, y se han estabilizado desde el final del pasado verano en los niveles "cresta" de marzo de 2005.

Los niveles de inversión, que han "brincado" con respecto a años anteriores dando un salto casi tan espectacular como el que tuvo lugar entre el año 2002 y el 2003, se han colocado especialmente en el segmento de los petroleros, con 49,2 miles de millones de dólares, seguido por el de los portacontenedores, con 27,7 miles de millones. (ver Fig 6).

Puede decirse, aunque en una aproximación considerablemente basta, pero no por ello menos significativa, que el crecimiento de la inversión durante los últimos cuatro años se ha debido primordialmente al segmento de los petroleros, ya que los otros tipos de buque reflejados en la Fig. 6, se han mantenido con una inversión estabilizada durante ese periodo, con la excepción de los buques transporte de gas, cuya inversión creció espectacularmente en 2004, para estabilizarse después.

En 2006 ha habido, dentro de esos límites de estabilización considerados, un ligero repunte de la inversión en graneleros, y una ligera caída para el segmento de los portacontenedores que viene a reflejar lo dicho anteriormente, y que confirma los problemas que se pueden producir ante esa pre-

visión de añadir en cuatro años un 50 % adicional a la capacidad de la flota, adición que además no está muy equilibrada, al ser minoría en ella los buques de tonelaje tipo "handy".

Puede resultar interesante observar la diferente distribución de los segmentos de tipos de buques contratados durante 2006, en el conjunto mundial, y su comparación entra lo captado por los astilleros asiáticos y los europeos: ( en % de las contrataciones respectivas en gt).

Tipos	Mundo	Asia	Europa
Petroleros	43,0 %	47 %	10 %
Químicos	2,7 %	—	11 %
Graneleros	20,5 %	22 %	—
Portacontenedores	19,6 %	20 %	20 %
LNG & LPG	6,4 %	8 %	—
Cruceros & Ferries	1,3 %	—	25 %
Carga seca	4,1 %	3 %	21 %
Otros	2,4 %	—	13 %

(—) No se ha contratado, o se ha hecho en cantidades no significativas.

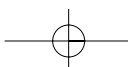
Según la información de Clarkson R S (World Shipyard Monitor), sobre la capacidad de construcción naval existente en el mundo a la terminación del año 2006, y atendiendo a una clasificación en función de la cartera de pedidos en cgt por astillero, los seis primeros puestos están ocupados por astilleros coreanos encabezados por el de Hyundai en Ulsan que tiene una cartera de 11,65 m cgt, y que entregó 2,6 m cgt en 2006. los puestos séptimo y octavo corresponden a astilleros chinos: Dalian S. I. en Dalian y Waigaoqiao en Shanghai con 2,4 y 2,3 m cgt de cartera respectivamente, noveno y décimo son coreano y chino, y los siguientes puestos están ocupados por astilleros japoneses.

**Figura 4.**

1 Corea del Sur	42,9
2 R P China	26,6
3 Japón	23,7
4 Alemania	3,6
5 Italia	2,2
6 Turquía	1,6
7 Polonia	1,4
8 Taiwan	1,4
9 Noruega	1,2
10 Croacia	1,2
11 Holanda	1,1
12 Francia	0,8
13 Finlandia	0,8
14 España	0,6
15 Dinamarca	0,6
16 EEUU	0,5
17 Brasil	0,5
18 Ucrania	0,3
++ Resto	7,5

Clasificación por cartera de pedidos en cgt x 10<sup>6</sup>. Fin Diciembre 2006.

Fuente: Clarkson RS



la química del triángulo rojo

# industria naval

En la

tanto comercial como de recreo, Sika ofrece soluciones innovadoras basadas en adhesivos de alta resistencia permitiendo una mayor durabilidad, estanqueidad y resistencia a la interperie, características fundamentales en este sector.

#### GAMA

Adhesivos hot melt, acrílicos flexibles, elásticos de poliuretano, en base agua y en base solvente  
Selladores de poliuretano y de butilo  
Limpiadores, activadores  
Impregnaciones

Sika®



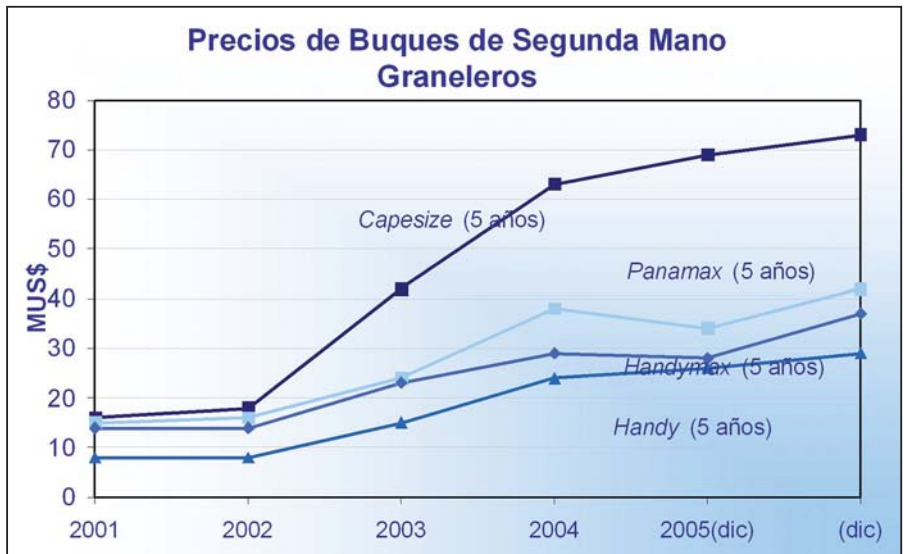
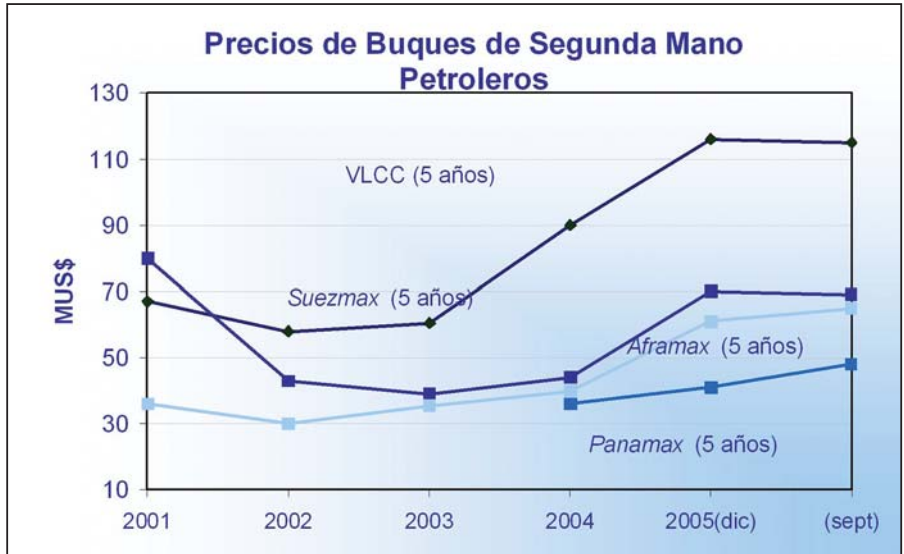
**Figura 5**  
**Comparación flota existente-cartera de pedidos por tipos de buques.**  
**Fin de Diciembre 2006 en millones de tpm.**  
 (Salvo otras indicaciones)

<b>Petroleros y productos, (incl. químicos)</b>	
• Flota	364,5
• Cartera	134,5
<b>Graneleros</b>	
• Flota	367,6
• Cartera	82,4
<b>LNG. (mill. de m³)</b>	
• Flota	27,0
• Cartera	22,0
<b>LPG. (mill. de m³)</b>	
• Flota	15,4
• Cartera	6,9
<b>Portacontenedores. (mill de teu)</b>	
• Flota	9,4
• Cartera	4,5
<b>Carga general (&gt; 5.000 tpm)</b>	
• Flota	49,4
• Cartera	8,1
<b>Frigoríficos (mill de ft³)</b>	
• Flota	331,2
• Cartera	6,6
<b>Off shore (mill gt)</b>	
• Flota	6,51
• Cartera	1,38
<b>FPSO/FSU</b>	
• Cartera	1,63
<b>Cruceros (mill gt)</b>	
• Cartera	3,35
<b>Ferries y Ro Ro (mill gt)</b>	
• Cartera	0,82

Fuente: Clarkson RS

El primer astillero europeo por ese orden de cartera de pedidos aparece en el puesto 27: Meyerwerft en Papenburg, Alemania con 949.000 cgt y el siguiente en el puesto 32 está ocupado por Aker en Saint Nazaire, Francia, (antiguo Chantiers de L'Atlantique), con 831.000 cgt, ambos astilleros dedicados a buques de crucero.

La distribución del tonelaje bruto de los contratos entrados en vigor durante 2006, y en la que se ven los tipos de buque más característicos de los astilleros de Asia y Europa nos muestra que los astilleros asiáticos son los reales proveedores de capacidad de transporte en el mundo, con alguna incursión de relativamente poca impor-



Fuente: LSE

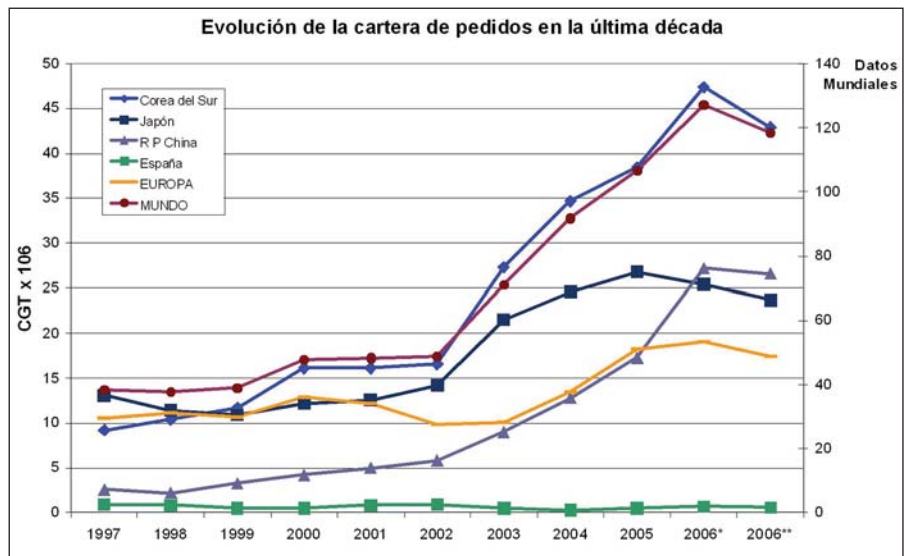


Figura 7: Evolución de la cartera de pedidos en la última década. CGT x 106. (Graf)

(\*) Fin de Noviembre 2006. (\*\*) Fin de Diciembre 2006

Fuente: Clarkson R S

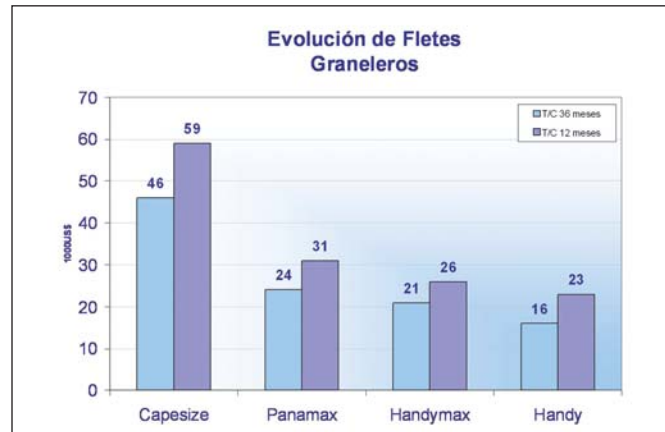
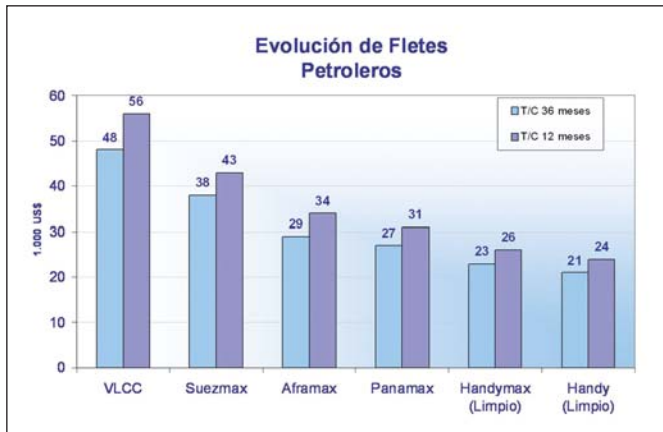


Figura 8: Fletes

tancia de astilleros alemanes y de la antigua Europa del Este. La mayoría de los armadores que compran esos barcos, son en cambio europeos, aunque las banderas de dichos buques pertenezcan a países que ofrecen los llamados "registros de conveniencia" con reglamentaciones más ligeras en su aspecto fiscal, o más laxas en sus aspectos laborales.

Una caída de la contratación mundial de nuevas construcciones afectará primeramente a los buques llamados "convencionales", en principio a los petroleros, los *bulkcarriers* y los portacontenedores, y seguramente con preferencia a estos últimos que son los más sensibles a las variaciones del consumo de bienes, y por tanto a las alteraciones de la capacidad adquisitiva de las personas.

Puede parecer que, a primera vista, el tipo de buque al que se dedican los astilleros europeos estaría menos afectado por un descenso de la demanda de buques nuevos, pero ello dependerá en parte de si tal descenso se debe sólo a saturación de la capacidad de transporte, o a una caída de la necesidad del mismo por razones de desaceleración del crecimiento económico mundial o regional, o lo que es peor, por una combinación de ambas cosas.

No se debe olvidar la historia que marcó las dos últimas décadas del siglo XX y que ha sido también en cierto aspecto una constante en el desarrollo de la construcción naval mundial: el desequilibrio periódico, generalmente de carácter inercial, entre la capacidad de construcción na-

val y la demanda de transporte reflejada en la evolución de la contratación de buques nuevos.

Como se suele decir en lenguaje vulgar, en épocas de esplendor, los armadores se "emban" invirtiendo sus beneficios en buques nuevos sin que llegue en muchos casos a estar clara su ocupación futura, y los constructores, en muchos casos ligados a políticas industriales en sus respectivos países, se "emban" también en la construcción de nuevas capacidades de construcción, que lamentablemente suelen entrar en operación cuando el ciclo empieza a decaer, agudizando así sus efectos.

Nos hemos de remitir aquí a lo escrito en el número anterior de la Revista, y en esta misma sección, que

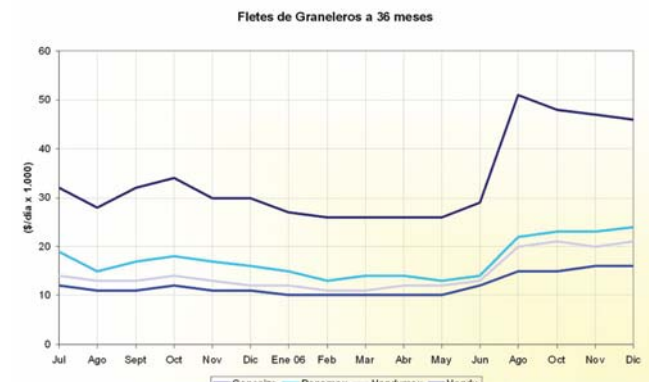
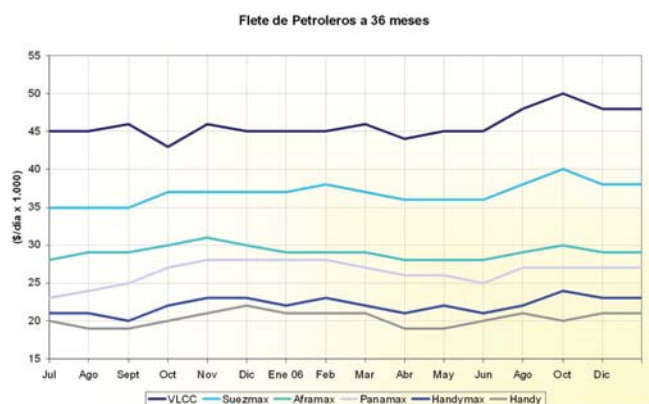
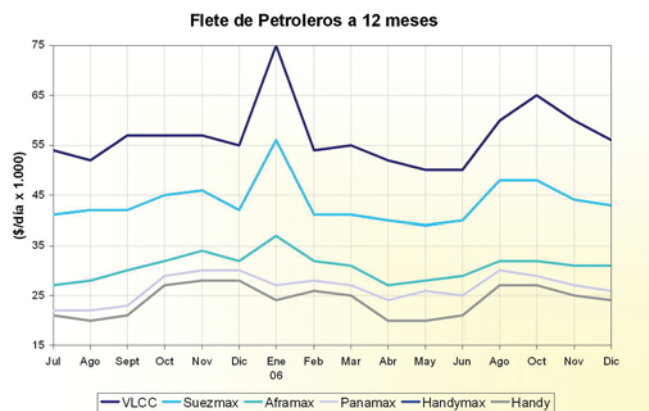


Figura 8: Fletes

# MOTORES PARA TODO TIPO DE BUQUES



## SERIE 60 Y 700

VERSIONES: 4 L, 6 L, 8 V Y 12 V  
 POTENCIAS: 121 kW a 615 kW  
 164 CV a 386 CV  
 CONSUMO OPTIMO: 224 grs./kW hora  
 165 grs./CV hora



## SERIE 2000

VERSIONES: 8 V, 10 V, 12 V y 16 V  
 POTENCIAS: 400 kW a 1492 kW  
 544 CV a 2030 CV  
 CONSUMO OPTIMO: 200 grs./kW hora  
 147 grs./CV hora



## SERIE 396

VERSIONES: 8 V, 12 V y 16 V  
 POTENCIAS: 1000 kW a 2560 kW  
 1360 CV a 3482 CV  
 CONSUMO OPTIMO: 196 grs./kW hora  
 144 grs./CV hora



## SERIE 4000

VERSIONES: 8 V, 12 V y 16 V  
 POTENCIAS: 700 kW a 3650 kW  
 952 CV a 4964 CV  
 CONSUMO OPTIMO: 194 grs./kW hora  
 143 grs./CV hora



## SERIE 595 y 1163

VERSIONES: 12 V, 16 V y 20 V  
 POTENCIAS: 3240 kW a 7400 kW  
 4406 CV a 10065 CV  
 CONSUMO OPTIMO: 200 grs./kW hora  
 147 grs./CV hora



## TURBINAS A GAS

VERSIONES: TF 40, TF 50, TF 80 Y TF 100  
 LM 2500 Y LM 2500 +  
 POTENCIAS: 2983 kW a 30110 kW  
 4057 CV a 40950 CV  
 CONSUMO OPTIMO: 228 grs./kW hora  
 168 grs./CV hora



## SERIE 8000

VERSIONES: 20 V  
 POTENCIAS: 8200 kW a 9000 kW  
 11150 CV a 12240 CV  
 CONSUMO OPTIMO: 185 grs./kW hora  
 136 grs./CV hora



CASLI, S.A.

Copérnico, 26 - 28820 Coslada (Madrid) - Tel.: 916 737 012 - Fax: 916 737 412 - transdiesel@casli.es

bajo el subtítulo de "el sector marítimo y el cuento del lobo", exponía un poco cuál podría ser el escenario futuro en caso de encarar un cambio de ciclo.

(\*) Es importante hacer notar que todas las cifras dadas en la presente sección del "Panorama" correspondientes a **cg**t están calculadas de acuerdo con la nueva definición de este tonelaje puesta en vigor por la OCDE desde primeros de este año 2007. (Ver su definición y explicación resumida en el número de Enero 2007 de la Revista, y su completa exposición a través de la página web de la AINE: [www.ingenierosnavales.com](http://www.ingenierosnavales.com), así como su comparación con el sistema de cálculo anterior.

La incidencia del cambio de cálculo de las **cg**t, cuando se manejan datos y estadísticas globales como es el caso de esta sección, es poco significativa y no altera las conclusiones que se puedan sacar de las cifras obtenidas.

Desde su aplicación específica a cada tipo de buque en función de su nuevo valor **cg**t= $A \cdot (gt)^B$  comparado con el anterior, que era escalonado, se puede decir que se ha reducido el número de **cg**t para buques grandes como VLCC (-7%), portacontenedores post-panamax (-24%) todo en promedio, mientras que ha aumentado en el caso de los buques químicos (+22%), o los Ro-Ro (+10%) según cálculos de Clarkson RS.

## Tráfico marítimo

El crecimiento económico es el principal parámetro del que depende la evolución del transporte marítimo en el mundo. De acuerdo con las estadísticas del Fondo Monetario Internacional (FMI), la estimación del crecimiento mundial en valor porcentual sobre el año anterior, será en el año 2006 del 5,1 %, superior al de 2005, que fue de 4,9 %. La proyección para el presente año 2007 es de 4,9 %, fundamentalmente alimentada por el aumento mantenido de los países asiáticos, que arrojan un promedio de 8,6 %, debido especialmente a China con un 10 % e India con un 7,3 %; mientras que los llamados países de economía avanzada, EEUU, Japón y el área euro, acumularán un crecimiento del orden del 2,7 %.

Según apreciaciones de la Organización Mundial del Comercio, (OMC), el crecimiento de los precios de productos manufacturados y agrícolas ha sido menor en 2005 que en el año anterior, mientras los precios de las exportaciones de productos electrónicos descendían y los de las manufacturas de hierro, acero y productos químicos registraban crecimiento. Estos hechos reflejan de alguna manera una situación que se corresponde con lo que podríamos llamar capacidad intrínseca de crecimiento tecnológico de los productos manufacturados: en el caso de los productos electrónicos y sus aplicaciones, el ritmo de crecimiento tecnológico es elevado porque todavía es una tecnología joven que tiene mucho espacio por delante, está aún lejos de su asíntota. Esto combinado con

la presión sobre los costes a la que obliga la imperiosa necesidad de permanecer en el mercado, (hay que ofrecer rápidamente algo mejor que el competidor, y aún más rápidamente, a un menor precio, y a sectores de la población cada vez mayores), hace que los precios decrezcan en promedio aunque puedan subir para las aplicaciones más novedosas. La rotación que lleva consigo la acelerada obsolescencia competitiva de los productos suele alimentar el decrecimiento de los precios en términos absolutos.

En cambio, las manufacturas del acero y otros metales, así como los productos químicos tienen tecnologías de producción cuyo crecimiento está mucho más cerca de su asíntota, y por lo tanto el margen a la innovación en su sentido de abaratar los costes es tan escaso comparativamente hablando, que en condiciones normales de mercado, es lógico que los precios suban.

Desde el punto de vista del transporte marítimo, es importante considerar en crecimiento económico de China, que en lo que va de siglo se ha convertido en el tercer país del mundo en orden a su volumen comercial total, es decir, importaciones más exportaciones, tras Alemania y Estados Unidos.

En el año 2005, China exportó un 7,5 % e importó un 6,3 % de los valores totales mundiales en ambos sentidos, en los que los totales fueron 10,12 billones de dólares para las exportaciones, y 10,48 billones para las importaciones, (billones españoles).

Alemania tuvo un 9,6 % de las exportaciones y un 7,4 de las importaciones, mientras Estados Unidos registraron un 8,9 % de las exportaciones y un 16,5 % de las importaciones.

Debido a su situación geográfica y a los países que la rodean, la importancia que para el crecimiento de la economía china tiene el transporte marítimo es muy grande si se la compara, por unidad de crecimiento de su PIB con países como Alemania.

Para hacerse una idea aproximada del crecimiento chino, basta saber que durante la última década sus importaciones de petróleo crudo crecieron un 140 %, sus importaciones de mineral de hierro lo hicieron en un 550 % mientras que su producción se incrementó en un 70 %. Su producción de carbón aumentó en un 60 % y su consumo en un 55 %, cifras todas ellas bastante por encima, en general, que las de los países de la OCDE.

De los diez puertos que más han crecido en el mundo en 2004 y 2005<sup>1</sup>, según la información de ISL de Bremen, los dos primeros son chinos: Shanghai y Ningbo, y en total hay seis que suman aproximadamente 1.446 millones de toneladas en 2005, con crecimientos desde el 2004 comprendidos entre el 14 y el 22 %.

El volumen de tráfico en el primer lustro de este siglo ha crecido en los puertos chinos de 1.153 millones de toneladas a 2.115, (en ambos casos incluyendo Hong Kong).

Durante el mismo periodo, el tráfico de contenedores en los puertos chinos pasó de 38 millones de teu a 81 millones. A mediados del año pasado 2006, el tráfico mensual de contenedores en los puertos chinos era 4,3 veces el que estos mismos puertos registraban en junio del año 2000.

En el ámbito europeo, los puertos más importantes en tráfico total de mercancías eran en 2005 Rotterdam con 370 millones de toneladas, Amberes con 160 millones y Hamburgo, con 126. El primer puerto español era el de Algeciras en el séptimo puesto, con un tráfico de 65 millones de toneladas, pero con uno de los mayores índices de crecimiento, (7,6% anual).

En el caso de los contenedores, el primer puesto era para Róterdam con 9,2 millones de teu, el segundo para Hamburgo con 8,1 millones y un crecimiento espectacular, del 13,6 % en 2005, y el tercero Amberes con 6,5 millones de teu.

Los puertos españoles estaban encabezados por el de Algeciras, en el sexto lugar, con 3,2 millones de teu, el de Valencia con 2,4 en el octavo lugar, y el de Barcelona, con 2,1 millones de teu, en el puesto décimo. Los puertos de Algeciras y Valencia son importantes centros de distribución de contenedores a tráficos servidos por buques feeder, al igual que los tres primeros europeos mencionados antes.

En términos relativos los puertos europeos de mayor crecimiento en el tráfico de contenedores han sido Hamburgo con un 13,6 % y Valencia con un 12,9 %, ambos en el periodo 2000-2005.

En el continente americano, el puerto de Luisiana-Sur lidera el tráfico total en 2005, con 220 millones de toneladas, seguido de Houston con 195 millones, Los Ángeles y Long Beach con 169 y 160 respectivamente, Tubarao e Itaqui, ambos en Brasil, con 93 y 86 millones de toneladas respectivamente, y N. York-N. Jersey, con 85 millones.

El tráfico de contenedores está liderado por el puerto de Los Ángeles con un movimiento de 7,5 millones de contenedores, seguido de Long Beach, con 6,7 millones, y N. York-N. Jersey con 4,8.

Resumiendo, los movimientos de mercancías en el mundo atendiendo a su situación regional se pueden ordenar como sigue:

ASIA*	2.260 Mt	Crecimiento medio	13,0%
	193 MTEU	" "	13,2%
EUROPA*	1.145 Mt	Crecimiento medio	4,4%
	43 MTEU	" "	8,3%
AMERICA*	1.195 Mt	Crecimiento medio	6,0%
	23,3 MTEU**	" "	9,2%

(\*) Los diez puertos más importantes

(\*\*) Sólo Norte América

Fuente ISL

De acuerdo con las cifras que proporciona ISL con relación al tráfico marítimo a lo largo del primer lustro de este siglo, e incluso desde el año 1990, el tráfico marítimo total durante el año 2005 alcanzó los 6.808 millones de toneladas, lo que representó un incremento del 4,4 % con relación al año anterior. El crecimiento promedio desde 1990 hasta 2005 fue de un 3,9 % anual. De todo este tráfico en 2005, un 33,9% correspondió a productos energéticos líquidos, un 24,3% a graneles sólidos, y el resto, un 41,8 % a otros tipos de carga predominantemente transportada en buques portacontenedores.

Como se ha podido ver en las líneas dedicadas a la evolución de la construcción naval en el mundo en esta misma sección, en los próximos cuatro años la flota de petroleros va a aumentar su capacidad de transporte en un 34%, a un promedio teórico anual del 8,5 %. El crecimiento en volumen del transporte de crudo fue del 3,8 % en 2005 y de 5,9 % el de los productos derivados del petróleo. Dado que la productividad de la flota petrolera y asimilada no va a decrecer, el número de toneladas-milla del conjunto durante los próximos años tampoco lo va a hacer, (refiriéndonos a la flota operativa en cada momento); así, desde esta basta aproximación, y haciendo la suposición de que el crecimiento económico mundial se fuera a mantener en un 5 % (promedio de las previsiones para 2006 y 2007 del FMI) constante durante los próximos cuatro años, lo cuál seguramente sería tachado de optimista por la mayoría de los analistas, y suponiendo por otra parte que el crecimiento del transporte marítimo se fuera a comportar de manera linealmente proporcional a ese crecimiento, (lo cual en cambio se podría considerar como conservador), nos encontraríamos con un desfase entre la oferta de capacidad de transporte y la demanda que gráficamente se puede apreciar en la siguiente fig 10, (suponiendo que existe equilibrio al final del año 2006, y por tanto el punto de partida podría considerarse común):

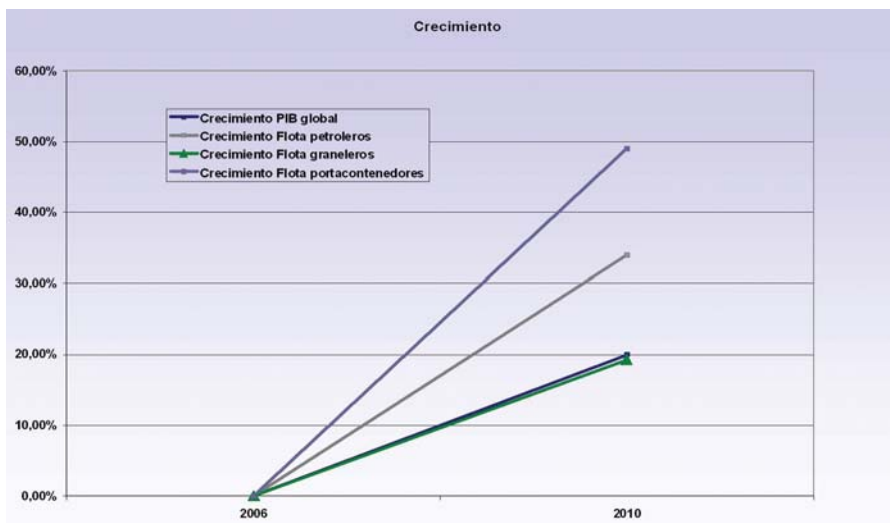


Figura 10

Es evidente que lo que se pueda desprender como predicción de estas aproximaciones carece de la exactitud de los estudios de mercado más minuciosos que practican las entidades directamente involucradas o por necesidad de prever, o por la venta de dichos estudios de mercado a los que pretenden orientar su actividad dentro del negocio marítimo, sea como navieros o como constructores. También es cierto que generalmente tales predicciones han demostrado, en muchas ocasiones, considerables desviaciones sobre la realidad. Esto se suele explicar porque la disección excesiva de los datos a utilizar desde el punto de vista "micro" puede llegar a sumar desviaciones, y porque es generalmente inevitable que sin faltar a la ortodoxia del cálculo, las previsiones estén lastradas por los deseos de los que las producen, generalmente parte interesada en la actividad y por tanto emisora de mensajes que forman parte de su propia esencia.

Con independencia de lo anterior, es necesario reconocer que la predicción de la evolución de una actividad económica global, extraordinariamente sensible por su propia globalidad y multi-dependencia a cualquiera de los variados acontecimientos del devenir de las relaciones industriales, geo-políticas, comerciales y muchas otras, hace de la labor de predicción un empeño particularmente dificultoso.

Sin embargo, y aunque lo que la Fig 10 nos da es una grosera interpretación de la situación, simplificando extraordinariamente los parámetros que se utilizan, y muy especialmente la previsión del crecimiento económico mundial, podemos aventurar que en condiciones normales parece que se volverá a producir un exceso de oferta de transporte sobre la demanda previsible. La distribución del desequilibrio y la influencia en la magnitud del mismo pueden ser afectadas por otras variables diferentes a las simplemente directas y estáticas utilizadas antes, de carácter medioambiental, legislativo, etc, que resultaría muy difícil aventurar en esta sección, que sólo

pretende adelantar un desarrollo de acontecimientos de una manera muy simple.

Desde el punto de vista del análisis de los distintos tráficos atendiendo a la naturaleza de los mismos, y empezando por los petroleros, hay que destacar que en el último trimestre de 2006 los niveles de fletes han descendido como resultado de la percepción generalizada de los mercados de productos energéticos de que las tensiones políticas en áreas clave de la producción se han suavizado, haciendo caer el precio del barril desde una cantidad cercana a los 80 \$ en el pasado verano, hasta el entorno de los 60 \$ en enero. Según la OCDE, la demanda de crudo se contrajo en 300.000 barriles/día en el pasado diciembre, y la continuada suavidad del presente invierno podría hacer que esta contracción se duplicase en enero. Según la Agencia Internacional de la Energía (AIE), el consumo mundial de petróleo crudo acabó el pasado año siendo de 85,3 millones de barriles/día, pero desecha la posibilidad de contracciones drásticas. La OPEP acordó recortar su producción en noviembre en 1,2 millones de barriles/día, y ha anunciado otra reducción de 0,5 m bl/día para febrero, seguramente en un intento de contener la caída de los precios.

La AIE pronostica un crecimiento del 1,7 % de la producción durante 2007.

Las tensiones políticas entre EEUU e Irán, la escalada de atentados en Irak, las nacionalizaciones anunciadas por Venezuela y la situación en Oriente Medio pueden acabar con el clima que ha propiciado el descenso de precios, y dar la razón a los analistas que mantienen que la bajada es un mero paréntesis coyuntural. El mantenimiento de los precios de las combustibles en los niveles altos del pasado verano puede abonar esta teoría, interpretando que ese mantenimiento tiene carácter preventivo ante una nueva subida del crudo.

Todo esto ha provocado una caída en los fletes "spot" de VLCC y Suezmax consecuente con un exceso de oferta de transporte para estos tipos, lo que desgraciadamente puede abonar las predicciones de carácter sombrío antes comentadas. Según LSE, en cargas desde el Golfo Pérsico hacia Extremo Oriente se ha pagado un equivalente a ingresos no superiores a los 30.000 \$/día en VLCC, que podrían ser críticos para buques recientemente contratados a los precios altos que hace meses rigen el mercado de nuevas construcciones.

Las amenazas de reducciones de producción por parte de la OPEP tampoco son buenas noticias para los armadores de buques tipo Suezmax, los cuales, sin embargo algunos analistas creen que la demanda de transporte en este tipo de buque crecerá en los próximos cinco años gracias a un crecimiento de las exportaciones desde África Occidental y Septentrional y el mar Negro, zonas preferenciales de carga para este tipo de buques.



El panorama que se presenta para el segmento de los graneleros es más esperanzador, al menos para el corto plazo. La enorme demanda de importaciones de graneles sólidos por parte de China, y la moderada ampliación de la flota en los próximos años hace que en términos generales (Fig. 10) la situación se presente más equilibrada que en otros tipos de buques. La edad de la flota mundial de graneleros y la presión de las normas estructurales del casco adoptadas en común por las Sociedades de Clasificación ayudará a que el ritmo de desguace crezca en los próximos años. La previsión según la última conferencia sobre financiación marítima del LSE celebrada en Estambul en Noviembre pasado, la demanda de cargas para tipos Capesize será más estable que para los tipos *Panamax*.

El mundo de los buques portacontenedores ha registrado récords en la carga transportada, pero en cambio los resultados económicos han podido ser calificados como "pobres".

Esta situación, que para algunos operadores se ha resuelto en pérdidas, se produce cuando se están aportando al mercado un buen número de portacontenedores de nueva construcción, pero todavía no se ha alcanzado el "climax" de aumento de capacidad de transporte que se deriva directamente de la liquidación de la cartera de pedidos existente, que aumentará la capacidad de transporte de la flota en un 50 % durante los próximos cuatro años.

Según informa LSE, el líder en el transporte de contenedores Maerks ha registrado unas pérdidas de 607 m \$ en el primer semestre de 2006, y Hapag Lloyd espera unos resultados negativos del orden de 132 m \$ para el conjunto del ejercicio 2006. En cualquier caso, los precios de las nuevas construcciones continúan altos, lo cuál mantiene el valor de los activos de las compañías también altos. Claro que esta situación puede cambiar conforme se vaya haciendo más patente el exceso de capacidad.

Según cálculos de LSE basados en informaciones de Citigroup Investment Research, el nivel de flete promedio por contenedor transportado, que marcó su récord en 2005 con aproximadamente 1.300 \$/teu descenderá con continuidad hasta un valor estimado de 1.000 \$/teu en 2008, un nivel similar al más bajo registrado en el periodo 2000-2005, que tuvo lugar en el año 2002.

El intento en muchas compañías de primar la ocupación de bodegas y cubiertas, asegurando carga en espera de un repunte de los niveles de fletes, en vez de tratar de mantener estos aún a costa de

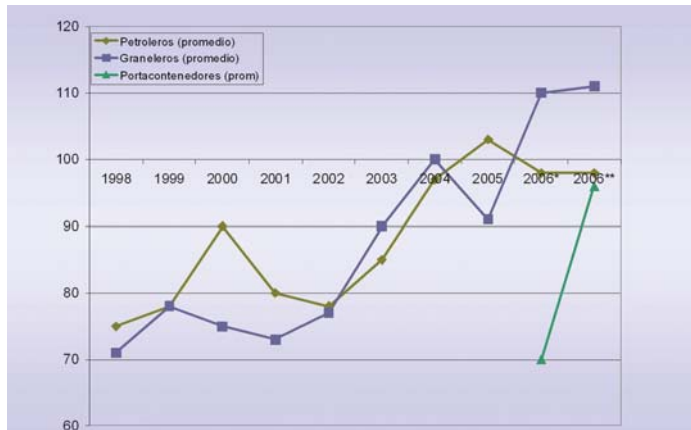


Figura 9: Relación: Precio 2ª mano 5 años / Precio nnc

no llenar los buques, está teniendo un efecto negativo que crecerá si esa espiral de competir en volúmenes se contagia a todos los operadores, y retrasará cualquier recuperación.

### ¿Desguazar en Europa?

Tras el inútil viaje del ya retirado porta-aviones francés *Clemanceau* hacia el Océano Índico en busca de un lugar para ser desguazado, se alcanzan cada vez más voces en Europa pidiendo una solución "europea" al problema.

En medio de la corriente "verde" que lo promueve, hay buenas ideas y otras que no lo son tanto. Seguramente, una cosa es proponer, y otra, que los mismos que propongan admitan cerca de su casa la construcción en la costa de un astillero de reciclado donde los buques sean desguazados en condiciones "limpias".

Sin embargo, en algunos países europeos como Francia, a raíz del asunto *Clemanceau*, el Reino Unido, o Dinamarca, los militantes más activos de las organizaciones ecologistas hacen declaraciones y manifestaciones cada vez que conocen la existencia de una venta de un buque para desguace, haciendo una fiera oposición.

Esta situación ha encontrado también eco en algunos ambientes políticos, pues siempre se pueden tocar adecuados resortes que en un momento determinado necesitan banderas de combate en la arena política.

Se ha mencionado que parece absurdo que los buques a reciclar tengan que ir, por su propia máquina o remolcados a la otra orilla del mundo, cuando en muchos lugares de Europa hay desempleo y al mismo tiempo tecnología para poder construir y dar trabajo a una instalación de desguace en condiciones seguras y con ausencia de peligro de contaminación.

También es cierto que alrededor de ese hipotético astillero de desguace, crecerían un sin fin de pequeñas industrias que reciclarían y prepararían elementos desguazados para su reutilización, lo cuál puede no ser desdeñable.

Pero todo esto no resolvería el problema, pues no presenta soluciones para el asunto de fondo, y éste es que para que todo esto fuera posible, y con independencia de que fuera o no deseable para unos o para otros, el mercado tendría que funcionar de una manera distinta a como lo hace, lo cuál parece a todas luces imposible, porque entonces no sería un mercado, sino otra cosa.

El tonelaje desguazado en los últimos años ha ido descendiendo de manera notable mientras la flota activa aumentaba vertiginosamente debido a un mercado de fletes

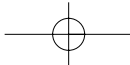
floreciente en todos los frentes.

La decisión de muchos armadores de convertir sus petroleros de casco sencillo en FPSO para el mundo offshore, en vez de desguazarlos, tras la implantación obligatoria del doble casco, tampoco ha ayudado a aumentar los volúmenes de desguace, pero el más que posible exceso de la oferta de tonelaje con respecto a la demanda real de transporte producirá seguramente que muchos ojos se vuelvan hacia las oportunidades de desguace.

Sin embargo, la razón por la que los buques viejos son llevados al sub-continente indio y lugares aledaños para su desguace es que en el mercado actual ninguna instalación tecnológicamente preparada en Europa para hacer esta función de forma "limpia" podría ofrecer al armador un precio por tonelada de peso en rosca de los buques semejante al que un desguazador de esa zona de Asia paga hoy. Hay que tener en cuenta que tal precio es un coste para el desguazador, que ha de vender luego los productos obtenidos del desguace al precio de mercado que por ellos se paga en su zona. Y desgraciadamente, la posibilidad de afrontar ese "coste" de compra del buque y que al desguazador le "salgan los números", se fundamenta en poca seguridad, legislaciones laxas en su país en materia medioambiental y en salarios muy bajos.

Hay que añadir a todo esto, que la mayor área de consumo de los materiales obtenidos en el desguace se encuentra desde hace muchos años en la parte de Asia en la que se practica esta industria, y no parece muy racional, si se pudiera realmente desguazar en Europa, que el negocio diera además para fletar mineraleros y portacontenedores para enviar esos productos a esas zonas de Asia.


Seguramente la manera más lógica de solucionar el problema en el futuro a corto y medio plazo, es que los desguaces se sigan haciendo donde se hacen, pero con la ayuda de los países desarrollados para llevarlos a cabo con unos medios y una tecnología que asegure su seguridad y su respeto al medio ambiente.



# Especialistas en producción y tratamiento de aguas a bordo



MARINA TIERRA LOGÍSTICA

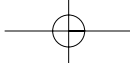


Polígono Industrial  
Albresa  
Avda. de Madrid 23  
Nave 6  
28340 VALDEMORO  
(Madrid) Spain  
T. 91 8095298  
F. 91 8952719  
heledec@heleno-espanola.com  
www. heleno-espanola.com



Agente para España y Portugal

 Village Marine Tec.



## reparaciones

# Actividad de Astican en 2006

El año 2006 fue para Astican un buen año en cuanto a facturación, y al número total de reparaciones realizadas. Se realizaron reparaciones en 246 barcos de los cuales 192 fueron varados. En el mes de octubre de 2006 se habían cumplido los objetivos marcados para todo el año.

Tradicionalmente y por su situación geográfica los sectores de mercado de Astican eran los barcos frigoríficos y pesqueros. Pero en los últimos ejercicios ha aumentado su actividad en el sector de los buques de pasaje, buques tanque y en el mercado *offshore* petrolífero tanto en plataformas como en buques de apoyo a estas instalaciones.

De las reparaciones realizadas en el año 2006 se pueden destacar las siguientes:

La mayor reparación realizada fue la del buque draga *Nautilus* de la compañía holandesa Boskalis. La reparación consistió en renovar acero de cantaras, compuertas, tubería de lastrado y de otros sistemas; chorro de cantaras y tanques, reparaciones en grúas y molinetes y otra maquinaria. A su vez se realizaron los trabajos normales de varada.

Otra gran reparación se realizó al buque científico francés *Peter Faber* cuyos trabajos principales además de los normales de varada fueron las revisiones y reparaciones realizadas a la hélice azimutal y equipo del servo.

De entre los tanques reparados, destacar la obra realizada al *Henrik Kosan* al que también se le revisaron motores principal, auxiliares, generadores eléctricos; el *Stolt Frigate* de Stolt Nielsen con renovación de acero en tanques, cubierta, chorro de tanques y revisión de maquinaria varía; y el griego *Maurinaphte I* al cual se le renovó gran cantidad de acero en tanques y cubierta.

Al buque carguero de CEC de Dinamarca: *CEC Meridian* se le realizaron trabajos de varada que abarcaron casco, maquina y equipos auxiliares.

Una gran obra se hizo también en la patrullera de la Armada Española *Centinela*.

Reseñar que varias compañías han reparado más de un barco en Astican este año:



Con base en el Reino Unido, la compañía MOL (UK) ha varado en Astican este año sus buques tanque *Maracas bay*, el *Nariva* y el *Naparima*, todos ellos realizando obras de envergadura con renovación de acero en casco y tanques, trabajos de tubería y de motores así como tratamiento de casco.

La compañía con base en Hong Kong *Fleet Management*, contrató las reparaciones de los buques frigorífico *Chile star*, *Ecuador star* y *Valparaiso star* los cuales tuvieron obras que implicaban revisiones motores, tubería, varios de acero y electricidad.

Otro de los principales clientes fue el armador islandés Sjolaskip cuyos buques pesqueros factoría *Sjoli*, *Heinaste*, *Orión*, *Beta* y *Sirius* vararon durante 2006. Todos realizaron reparaciones de varada anual pero en particular en el *Sirius* los trabajos incluyeron la instalación de nuevos molinetes y otros equipos de pesca.

En cuanto a los armadores nacionales, hay que mencionar las varadas del *Nieves b*, *Macarena b*, *Carmen b* y *Elisa b* del Grupo Boluda. Los tanques *Hespérides* y *Guanarteme* de Dist.Marítima Petrogás.

También los ferries ro-ro que operan en las Islas Canarias de Naviera Armas realizaron sus reparaciones y trabajos de varada coincidiendo con sus varadas anuales: *Volcán de Tacande*, *Volcán de Tamasite*, *Volcán de Ttenagua*, *Volcán de Tejada* y *Volcán de Tindaya*.

Fred Olsen reparó los ferries rápidos *Benchijigua Express* y *Bocaina Express* con revisión de sus sistemas de propulsión.

De entre los trabajos realizados a buques de apoyo mencionar la varada para tratamiento de tanques, renovación de acero en tanques y costados; y reparaciones de ejes que se hicieron al *Maersk Batler*, del grupo danés A.P.Moller.

Destacar el esfuerzo comercial realizado por Astican visitando más de doscientos clientes en 23 países; así como la participación en las ferias de Navalía (Vigo), Posidonia (Atenas) y SMM (Hamburgo).

## Navantia Reparaciones rozó la plena ocupación en el 2006

La división de Reparaciones de Navantia Fene-Ferrol, consolidó durante el pasado año su posición de liderazgo en el sector en el conjunto del grupo público. El cierre del 2006 para la unidad de Carenas de la ría no ha sido un ejercicio en el que, pese a momentos puntuales de baja en la actividad, su plantilla apenas ha tenido tregua: su media de ocupación ha sido de casi el 96 %, un 13,5 % superior a la registrada en el 2006.

Sin embargo, el impacto sobre el empleo que tiene este sector es mucho mayor, ya que genera trabajo para cientos de operarios de compañías auxiliares. De hecho, en el 2006, durante varios meses y de forma continua se sobrepasaron las puntas máximas de entre 800 y 1.000 trabajadores.

Por las instalaciones de Navantia en la ría ferrolana pasaron el pasado año 61 buques mercantes, lo que supone cerca del 40 % del total del grupo, que también tiene centros especializados en la reparación y carenaje de buques en Cartagena (Murcia) y en la bahía de Cádiz (Andalucía). En el 2006, en el astillero murciano vararon 45 barcos, mientras que en las plantas andaluzas, que cuentan con el único astillero del grupo dedicado únicamente a reparaciones, atracaron 59.

Además la división logró también un aumento cualitativo, en cuanto al contenido de las obras efectuadas. Los responsables del departamento en la ría subrayan que, a nivel comercial, el 2006 se cierra con la consolidación de Navantia Fene-Ferrol en los mercados noruego, japonés, inglés y norteamericano, y con la fidelización de algunas de las más importantes navie-

ras a nivel internacional. Es el caso de la americana Conoco Phillips, que eligió el pasado verano el astillero ferrolano para terminar el petrolero *Polar Enterprise*, y posteriormente firmó un acuerdo comercial por el que paulatinamente traerá a Ferrol todos sus barcos, a los que los técnicos de la factoría les renovarán los sistemas de sentinas, los depósitos de residuos.

Si bien en el 2005 Navantia realizó en la ría la mayor reparación efectuada hasta el momento en un gasero, el *Mostafa Ben Boulaid*, en el 2006 consolidó su posición como uno de los astilleros de referencia a nivel mundial para efectuar obras en buques metaneros. Así, durante el pasado año, el astillero realizó reparaciones de envergadura en cuatro barcos del tipo LNG y uno LPG.

Navantia sostiene que la división de Reparaciones de la ría se encuentra en una posición ventajosa dentro de su área de influencia, que abarcan las rutas de los metaneros entre el océano Atlántico y el mar Mediterráneo.

En el segmento militar, la empresa tuvo que enfrentar el reto de realizar la primera varada reglamentaria de la primera F-100, la *Álvaro de Bazán*, que, debido a sus avanzadas características de diseño y operatividad, obligó a Reparaciones a lograr un mayor nivel de especialización.

Además, llevó a cabo tareas de mantenimiento programado en el resto de las fragatas de la serie F-100 y también en los patrulleros. Otra de las misiones realizadas por el personal de la división fue la asistencia a la Armada en el extranjero, en concreto en Canadá y en el Golfo Pérsico.

## Actividades de Montajes Novarue en 2006

Durante este año 2006, Montajes Novarue; S.L. ha seguido desarrollando trabajos propios en sus instalaciones de Varaderos Domayo que se detallan a continuación:

- Casco de acero para la construcción C-1 00 (buque de investigación oceanográfico para el MAPA) de Astilleros MCÍes.
- Prefabricado de bloques doble fondos de las construcciones 631, 632, 633 Y 634 (portacontenedores encargados por Carisbrooke Shipping), para C.N.P. Freire.
- Construcción de cascos para las construcciones 644 y 645 (remolcadores para Societe de Remorquage Louis Thomas), todo ello para C.N.P. Freire.
- Prefabricado de bloques de proa (bulbo, intermedio y cubierta castillo) de la construcción 491 (quimiquero para Augusta Due) y 489 (quimiquero para Kanata Shipping) de Factorías Vulcano.

Novarue ha llevado a cabo otras reparaciones como la transformación del arrastrero *30 de Setembro* en un palangrero; además de otras reparaciones y varadas menores.

A su vez, en régimen de subcontratación continúa prestando sus servicios para otros astilleros como Factorías Vulcano; concretamente en la cons-



trucción y montaje en gradas de bloques para la C-491 y C-489; y en la transformación del buque C-521 (*Boa Sub C*).

Para C. N. P. Freire realiza la construcción y montaje en grada de bloques para los buques C-631-632-633-634, así como la transformación del buque *Geo Wave Commander* y la remotorización por cambio de gas oil a fuel oil en el buque *Sil*.

## Actividades de UNB y UNM en el año 2006

En el año 2006 UNB ha realizado reparaciones a 49 buques que han supuesto una ocupación para la plantilla del 100 % a lo largo de todo el año, a su vez se ha producido un alto nivel de subcontratación de trabajos.

En los últimos años UNB el sector de los cruceros de recreo es el más importante para la compañía. Se han realizado reparaciones a un total de 7 cruceros destacando por la importancia de los trabajos realizados las reparaciones del *Club Med 2*, del *Seadream II* y del *Discovery*.

Este pasado año se han realizado trabajos de reparación en 5 dragas; por las características de estos buques estas reparaciones han supuesto una considerable cantidad de trabajos de acero, mecánica, electricidad y pintura para el astillero. Los buques más importantes de este tipo han sido: *Lelystad*, *Volvox Iberia* y *Sliedrecht 34* todos ellos de la compañía holandesa Van Oord.

UNB ha realizado trabajos de reparación en 7 ferries; la compañía Baleárica ha realizado trabajos en el *Isla de Botafoc*, en el *Manuel Azaña* y en el *Seacat Diamant*; y la compañía Trasmediterranea ha reparado los ferries *Fortuny* y *Murillo*. Se han realizado reparaciones a 6 ro-ro; el *Arroyo frío I* y el *Arroyo frío II* de la Flota Suardiaz; y la Deamline Levant Shipping ha varado el *Fast Independence*, el *Fast Challenger* y el *Fast Arrow*. Señalar que se han realizado reparaciones a 5 portacontenedores; destacan el *África B* y el *Cueva Santa* de la naviera Pinillos del Grupo Boluda.

El resto de los barcos reparados son de diversos tipos como: quimiqueros, gabarras, remolcadores, buques de carga general y dos megayates el *Constellation* y el *Limitless*. Esta variedad da idea de la versatilidad de las instalaciones y personal de UNB.

En septiembre de 2006, Unión Naval Barcelona adquirió las instalaciones de reparación del Puerto de Marsella (Publicado en RIN en el n° de septiembre de 2006). Estas instalaciones comprenden la antigua compañía CMR y la concesión por parte de las Autoridad Portuaria de Marsella de los diques N° 8 (320 x 52 x 11,7 m.) y N° 9 (250 x 37 x 8,70 m.) que funcionaban en régimen de alquiler caso



en caso. Con la adquisición estos diques funcionan como una unidad de astillero de reparaciones con el nombre de Unión Naval Marseille. Las labores de coordinación comercial y ocupación de diques se realizan desde Barcelona; donde se sitúa la gerencia de las mismas encabezada por Francisco F.Arderius (Ver entrevista en este número de RIN).

En el periodo septiembre / diciembre 2006, en Marsella se han realizado un total de 10 varadas, lo que ha supuesto una ocupación casi total de los diques. Entre estas reparaciones destacar por la rapidez y cumplimiento de plazo, las realizadas en los buques de crucero *Blue Dream* y *Sky Wonder* de Pullmantur y en el *Golden Princess* de Princesa Cruises. Por último destacar por su complejidad técnica las tareas realizadas en el LNG *River Orashi* consistente en el montaje de nuevo conjunto de bocina, línea de ejes, etc.



## Actividades en reparaciones de Astander 2006

**E**n 2006 Astander consiguió 39 nuevos contratos: 1 transformación, 33 reparaciones convencionales y 5 contratos de otro tipo de trabajos.

De las 33 reparaciones, 24 requirieron entrada en dique seco y los otros 9 se ejecutaron a flote, tanto en los muelles del astillero como en el puerto de Santander. 10 de estas reparaciones correspondieron a armadores nacionales y los 23 restantes procedieron de clientes extranjeros.

La transformación se llevó a cabo en el buque *Santa Cruz de Tenerife* de Acciona Trasmediterranea y consistió en ampliar la zona de habilitación construyendo nuevas cabinas e instalaciones donde antes había zona de garaje. Esta transformación decidió al armador a realizar la misma obra en el buque gemelo *Las Palmas de Gran Canaria*, que se encuentra en estos momentos en proceso, estando prevista la entrega del buque, ya transformado, a finales de marzo de 2007.

Con esta transformación, el volumen de negocio generado en 2006 tuvo, por primera vez en muchos años, un mayor porcentaje de aportación de clientes nacionales (57,8 %) que de extranjeros (42,2 %); aunque fijándose en la actividad de reparaciones convencionales, se observa que esta proporción pasa a ser del 76,4 % de extranjeros por sólo el 23,6 % de nacionales.

Los dos medios principales de varada del astillero tuvieron una ocupación destacada. El dique 1 (160 m x 23,8 m) estuvo ocupado 223 días (61 % del año) y el dique 2 (230 m x 32 m) lo estuvo durante 286 días (78 %). Sin embargo el carro varadero (85 m x 14 m, con un peso límite de 1.200 t) sólo estuvo ocupado durante 28 días (7,7%).

Las obras más significativas después de la transformación mencionada y por su volumen de facturación y número de horas invertidas fueron:

### Varaderos de Cillero, S.L.



Para buques de hasta 500 toneladas.  
Tres rampas de varada.  
Servicios completos de limpieza,  
pintado y reparación de buques en general.  
Las primeras marcas de pintura.  
Talleres anejos.

Teléfono 982 56 07 96  
Fax 982 57 06 58  
27863 CILLERO-VIVERO (LUGO)



*Geopotes 15*: draga de succión holandesa de 15.057 tpm. Se le realizó una revisión de todo el equipo de dragado, desmontándolo pieza a pieza, además de una gran reparación de acero, chorreado y pintado completo del buque, gran obra de tubería y mecánica con revisión de los motores, y obra de habilitación.

*Bow Eagle*: Buque de transporte de productos químicos noruego de 24.728 tpm. Se llevó a cabo una extensa obra de reparación de acero en todos los tanques de carga y espacios vacíos; tratamiento de tanques y mantenimiento en general.

*Boa Deep C II*: buque especial para tendidos submarinos en construcción por parte de factorías Vulcano. Se utilizó el dique seco de Astander para la instalación del túnel transversal para hélices de proa y las hélices de proa, los ejes de cola, timones y hélices propulsoras, además de otros trabajos varios de acero, tubería y pintura, mientras trabajadores del astillero constructor proseguían con otros trabajos de la construcción del buque.

*Harbel Tapper*: buque de armador norteamericano especializado en el transporte de latex. La obra, de tipo general incluía tratamiento de los tanques de lastre, obra de acero y de acondicionamiento de las tapas de escotilla.

Holanda, con un 20 % de la facturación total; Noruega con un 11 % y EE.UU con un 10 % fueron las principales fuentes de negocio en 2006; después del mercado español, que gracias a la transformación aportó un 42,16 % del total.



## Reparaciones C. N. P. Freire 2006

El astillero vigués Construcciones Navales Paulino Freire a lo largo del año 2006 ha continuado con sus actividades de reparación de buques. De estas reparaciones pueden destacarse las siguientes:

*Geowave Commander* de Geo Shping LTD. Transformación de buque cablero a buque de investigaciones sísmicas; consistentes en la varada y pintado del buque, sustituyendo la antigua habilitación, reformando la distribución de la misma y montaje de nuevos bloques de superestructura para habilitación. Montado de bloques en superestructura para nueva cubierta hangar de maniobra. Montado de 11 maquinillas para realizar estudios sísmicos y conversión de los tanques almacén de cables en tanques de gas-oil.

*Almadraba dos* de Pesquerías de Túnidos, S.A. Varada, chorreo y pintado del casco obra viva y obra muerta. Cambio de chapas del forro tras la toma de espesores. Montaje de nueva línea de ejes y hélice.

*Buckingham* de la Societe de Dragage International. Varada y pintado del casco. Reparación de golpes en la zona de proa de la draga. Reparación de la línea de ejes de estribor por pérdida de aceite en la bocina. Sustitución de un compresor de aire.

*Athenea* de Mar de las Antillas N.V. Reparación de un golpe en el costado de estribor y pintado de obra muerta. Reparación del motor principal y revisión de motores auxiliares.

*Cornide de Saavedra* del Instituto Español de Oceanografía. Varada y pintado del casco. Construcción y montaje de una nueva barquilla para Sonda. Toma de espesores del casco y toma de holguras de la línea de ejes y timón. Revisión de las 6.000 horas del motor principal, de los motores auxiliares y del alternador de cola. Revisión y reparación de grúas de cubierta.

Del grupo Pescanova se realizó la varada del *Conbaroya cuarto* para pintar el casco y colocar un quillón macizo de 50 toneladas; y se varó el *New Polar*



(B-510) para el pintado de casco, realizar pruebas de estanqueidad de timón y tobera. Reparación del motor eléctrico de la maquinilla de pesca. Montado de un nuevo sonar de pesca.



### CHORRO NAVAL SI

TRATAMIENTO DE SUPERFICIES

- \* Chorreado abrasivo
- \* Aplicación de pinturas
- \* Tank coating
- \* Hidrolavado a alta presión
- \* Metalizado



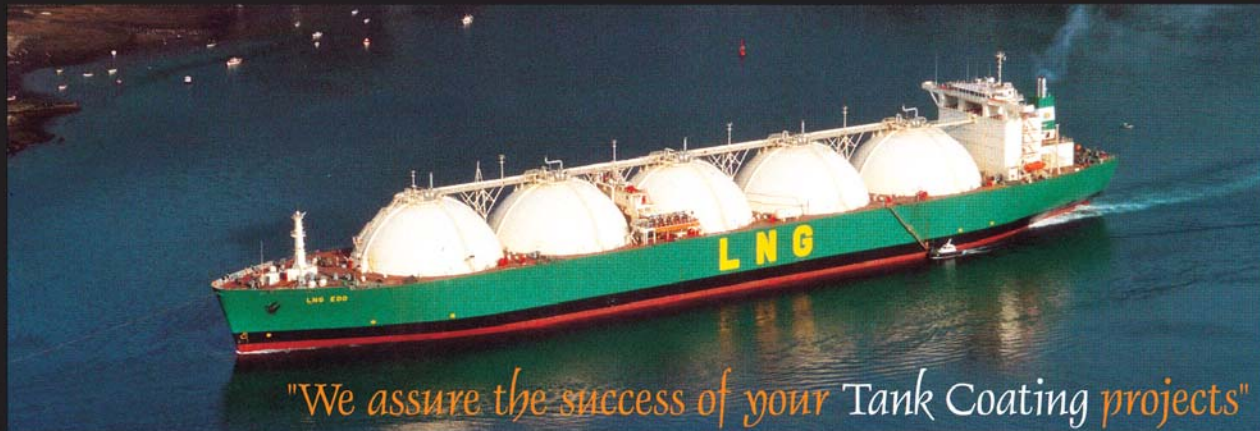
Avda. Beiramar, 171 - 36208 Vigo (Pontevedra)  
Tel. 986 298 711 - Fax 986 294 091  
Web: [www.chorronaval.com](http://www.chorronaval.com)  
E-mail: [contacto@chorronaval.com](mailto:contacto@chorronaval.com)



NEVER TAKE RISKS WHEN IT COMES TO QUALITY. AFTER MILLIONS OF SQUARE METRES OF CARGO AND BALLAST TANKS SUCCESSFULLY BLASTED AND COATED, WE ARE SURE TO KNOW HOW TO MEET THE STRICTEST REQUIREMENTS FROM WORLDWIDE OWNERS. EXCELLENCE IS OUR TRADEMARK.



c/Cabrales, 12 - 33201 Gijón - (Spain) Telf.: + (34) 985.35.54.78 - Fax: + (34) 985.35.02.91



# INDASA

**MONTAJES novarue.s.l.**

T / 986 891 500 - 986 838 071 www.novarue.com  
 F / 986 891 659 Muelle de reparaciones dpto. 17  
 E / novarue@telefonica.net 36.900 MARÍN (Pontevedra) ESPAÑA



**Montajes Novarue, S.L.** es una de las empresas del sector naval dedicada a la construcción, reparación y transformación de buques en general así como a la elaboración de cualquier tipo de estructura metálica. Cuenta en la actualidad con una infraestructura compuesta por una nave industrial situada en Marín, en la que localizamos nuestras oficinas y el taller, y un Varadero, que ubicado en la bocana de la ría de Vigo, ofrece un marco incomparable para la reparación y transformación de todo tipo de buques y la construcción de bloques de elevadas dimensiones.





## entrevista

## Entrevista a Francisco Arderius

Francisco F. Arderius nació en Málaga, en el seno de una familia de médicos para ser un médico, él también, siguiendo la tradición familiar.

Pero su pasión por el mar y los barcos hizo cambiar el rumbo de su tan pronosticado futuro y le llevó a estudiar Ingeniería Naval en la Universidad de Madrid, aunque las enormes dificultades vividas en el sector naval estos últimos 30 años le han hecho pensar muchas veces en lo tranquilo que hubiese vivido siendo médico...

Como él dice, "siempre trabajando en el lado equivocado de la mesa", en los Astilleros: empezó trabajando en el Astillero de Puerto Real (1975-1985), después en Unión Naval Valencia (UNV, 1985) tratando tanto con nuevas construcciones como con reparaciones y en la actualidad, desde 1989, es director del astillero de reparación Unión Naval Barcelona (UNB) y director general tanto de UNB como de Unión Naval Marseille (UNM), desde septiembre 2006.

Nuevos conceptos como la polivalencia del personal, la flexibilidad, el astillero de síntesis, las "Varadas Express", el trabajo a 24h/día sin coste adicional, la colaboración con las empresas subcontratadas por el Armador, el mercado de los cruceros, etc. fueron introducidos por él.

En la actualidad es el Presidente del Grupo de Reparaciones UNINAVE, Presidente del Grupo de Reparaciones CESA (el antiguo AWES) y Vicepresidente de CESA para las nuevas construcciones y reparaciones.

El Grupo UNINAVE reúne a los astilleros de nueva construcción y de reparación en España. Estamos todos los astilleros de reparación a partir de un cierto tamaño y agrupa a Astican, Astander, UNB, Metalships y el grupo Navantia. Eso en cuanto al grupo de reparaciones que existe desde hace unos 35 años, desde la época de Construnaves, y por otro lado, Uninave nos proyecta hacia el exterior. CESA empezó con AWES y como Europa ha crecido, y ya no es sólo Europa del Oeste, y han entrado astilleros del Este, se pasó a llamar CESA. Dentro de la organización, el grupo de reparación ha ido teniendo un peso cada vez más importante. Ahora mismo yo estoy como presidente del grupo de reparaciones y como vicepresidente de toda la asociación. Lo cual demuestra que el peso específico de las reparaciones dentro del grupo es muy importante. La proyección del grupo es muy importante respecto a reparaciones.



#### ¿Cómo se encuentra actualmente el mercado de los astilleros de reparación?

Todo lo que diga de los españoles puede reflejarse en los europeos, ya que el comportamiento del mercado es prácticamente igual, con unas pequeñas diferencias geográficas.

La situación actual es francamente buena. El mercado de reparaciones, como es lógico, siempre atraviesa altibajos; hoy puedo decirte que la situación es buena y la semana que viene puede que el astillero esté vacío, pero eso no quiere decir que la situación vaya a estar estropeada, sino que es una cosa coyuntural. Nosotros tenemos constantemente en nuestra actividad picos y valles, y en el conjunto lo que importa es nuestra media de ocupación, que en los últimos años se ha mantenido y en algunos casos ha crecido.

En el caso español, nosotros hemos tenido en algunos astilleros crecimientos importantes, por distintos motivos, pero la media de los últimos 10 años, es de un crecimiento de la actividad en torno al 30 %.

#### ¿Qué tendencia esperan para el futuro los astilleros europeos?

La tendencia que se espera es fundamentalmente de mantenimiento. Hay un matiz importantísimo y es que, a diferencia de lo que ocurre en nuevas construcciones, los astilleros de reparaciones estamos a salvo de la globalización; no al 100 %, pero sí en un porcentaje muy elevado porque los barcos, afortunadamente para nosotros,

tienen que reparar en la zona próxima a dónde hacen su comercio.

Aunque hoy en día la globalización hace que haya barcos que pueden ser desviados (o que al final de una navegación) pueden acabar en extremo Oriente o en una zona en que los precios son más baratos, no pasa eso con la frecuencia con la que a los armadores les gustaría y eso hace que nosotros nos estemos defendiendo bien, y que el mercado se mantenga.

Hay otro factor importante que hay que resaltar y es que la calidad y los plazos que se ofrecen en Europa están, en general, a unos niveles mucho más altos que en los mercados tradicionalmente "baratos" y hay que reconocer que hoy en día las reparaciones por motivos evidentes... después de tanto lío con barcos como el Prestige, que estos días se está demostrando que la reparación que se hizo en su día en China estaba mal hecha... Nosotros no solamente tenemos una calidad asegurada por el hecho de ser europeos y españoles, sino que además los plazos suelen ser más cortos porque la productividad es más alta.

La reparación se ha convertido en un sector ajeno a nuevas construcciones como lo demuestra el hecho de que son astilleros independientes que no comparten los medios técnicos ni humanos,

#### ¿En qué nivel se encuentran los astilleros españoles respecto a los europeos?

Está claro que estamos al mismo nivel. Nosotros en España nos codeamos con el resto de astilleros europeos y somos competencia para cualquier



mercado, incluyendo barcos sofisticados como pueden ser gaseros. Hace mucho tiempo que hemos perdido los complejos y aquí reparamos tan bien o mejor que en el norte de Europa o los países que tradicionalmente siempre han sido pioneros en reparaciones importantes. Como puede ser el tema de gaseros o cruceros que están totalmente dominados en el mercado español también.

**Con una flota mundial que va a crecer entre un 20 % y un 50 % en 4 años, asegurándose una caída de fletes y un exceso de capacidad, ¿cómo ve la actividad de reparaciones en ese escenario? ¿Cómo repercutirán las próximas entregas previstas para los próximos años?**

El mercado de nuevas construcciones ha crecido últimamente y la flota mundial está creciendo, pero hay un problema: por un lado, a nosotros nos gusta vivir de los barcos viejos que son los que necesitan más mantenimiento. Esto quiere decir que la flota está rejuveneciendo a un ritmo alto; y por otro lado los barcos viejos están desapareciendo del mercado, por lo que el volumen de reparación unitaria por barco está bajando, porque los barcos son más jóvenes.

Además, mis compañeros de nuevas construcciones del mundo entero están haciendo unos barcos fantásticos y no tienen que entrar en dique teóricamente nada más que cada cinco o siete años. Los de pinturas están haciendo unas pinturas con siliconas que permiten que se puedan pasar cuatro o cinco años sin que se le pegue un mejillón a un barco también.

Entonces, lo que está pasando es que la flota joven, aunque ha aumentado en número, necesita unitariamente menos servicios de dique y lo que ocurre es que el mercado tienen una tendencia a mantenerse, pero no estamos notando que crezca en absoluto a un ritmo importante.

El mercado mundial lo que sí que está observando es un crecimiento importante del tamaño de los barcos. El futuro de algunos astilleros podría verse comprometido si no son capaces de adaptarse al tamaño de ciertas flotas. Entonces, ahí sí que hay una posibilidad de un cierto desequilibrio y es que los barcos que son muy grandes, sobre todo los portacontenedores gigantes que ya hablan de 10.500 – 11.000 TEU se van a encontrar con la dificultad de que no hay astilleros en el mundo para atenderlos, como pasa con el *Queen Mary II* (que es un barco que casi tuvo que dar la vuelta al mundo para entrar en Hamburgo con una avería de los azipods). Ahí sí que hay un cierto desequilibrio y en la demanda de diques grandes, esa sí que está creciendo mucho más rápido que la demanda media. Cualquier barco de cruceros o portacontenedores tiene ya 290 m de eslora. Un barco de pasaje normal de la última generación está por encima de los 300 m de eslora, con lo cual, la demanda de los diques que tienen estos tamaños están creciendo en una proporción mucho mayor que los diques de tamaño medio.

**Entre Marsella y Barcelona ¿van a tomar el mercado de cruceros como uno de sus principales mercados?**

El mercado de cruceros ya en Barcelona se había convertido en un mercado importante. Entramos hace unos diez o doce años, pero nuestro dique es *Panamax*, tiene 215 m de eslora y la verdad, es que en el mercado, hoy en día, podíamos reparar una fracción muy pequeña de la flota de cruceros que opera en esta zona del Mediterráneo, y este es el motivo fundamental por el que nos hemos dirigido a Marsella, que tiene actualmente el equipamiento de diques mejor de todo el Mediterráneo y uno de los mejores de Europa, porque tiene diques en una gama completa que va desde los 480 m de eslora por 100 de manga (no está operativo actualmente pero

está en opción) y los dos diques que nos hemos quedado en Marsella y tenemos en concesión dentro de lo que llamamos Unión Naval Marsella, tienen 250 m de eslora el pequeño y el grande 320. Esto quiere decir que como en Barcelona teníamos 215 m hemos subido en el tamaño de diques a lo que queríamos: ahora tenemos un dique intermedio de 250 m y un dique grande 320 y luego tenemos el de 480 (aunque esté en opción). Y que pensamos especializar en acuerdo con Aker para los alargamientos de barcos de crucero que es una actividad con gran futuro si el mercado de cruceros sigue creciendo.

Con el de 320 m, en el momento actual, y dado que los calados de Marsella son impresionantes (son de los mejores que hay en el mundo: el medio útil de los diques está en los 10,5 m, y además sin mareas, lo que permite a los barcos entrar en cualquier momento del día) Marsella ha complementado a Barcelona en ese aspecto.

Respecto a la pregunta sobre si vamos a tomar el mercado de cruceros, sí, rotundamente sí. Porque en el mercado de reparaciones lo más importante es la localización geográfica y este rincón del Mediterráneo es un rincón que a efectos de mantenimiento de cruceros es la "milla de oro", pues en el triángulo que forman Barcelona, Palma de Mallorca, Génova, se encuentra un porcentaje altísimo, me atrevería a decir que el 80 % de la flota de cruceros que opera en el Mediterráneo (si hacemos abstracción del tipo medio/bajo que opera en la zona de Grecia) y Marsella es su centro de gravedad. Todos los barcos de gama alta, tienen sus "home ports" en esta zona y era imprescindible para poder ampliar nuestra oferta al mercado de cruceros superar los 215 m porque ahí no podíamos ir a ninguno de la gama actual.

Para nosotros, ir a Marsella ha sido una necesidad que era imperiosa porque era una demanda del mercado y por otro lado, no teníamos otra alternativa. ¡Ya nos hubiese gustado quedarnos en Barcelona y construir en Barcelona esos diques! Pero al precio que estaba la construcción de un dique seco, tuvimos que ser realistas. Era imposible y tuvimos que ir a un sitio en que hubiera diques ya construidos y por eso nos hemos ido a Marsella, pero personalmente me hubiese gustado mucho más quedarme en Barcelona, en España y haber operado algún astillero aquí, por motivos evidentes.

Para nosotros el mercado de cruceros es un objetivo fundamental. Actualmente, en Barcelona, de nuestra facturación anual ya estábamos en un 40 % que considero que es muy alto, y las proyecciones que hemos hecho nos llevan al 60 % de facturación poniendo conjuntamente las factorías de Barcelona y Marsella. De hecho, estamos trabajando como si fuese una factoría única que tiene dos diques situados a una cierta distancia. La comercialización de Marsella y demás depende de Barcelona, la operación es casi como un solo astillero que tuviese los diques a cierta distancia entre ellos. En este caso 300 kms.

### Los astilleros españoles ¿hasta qué punto se ven favorecidos por su situación a la hora de obtener contratos?

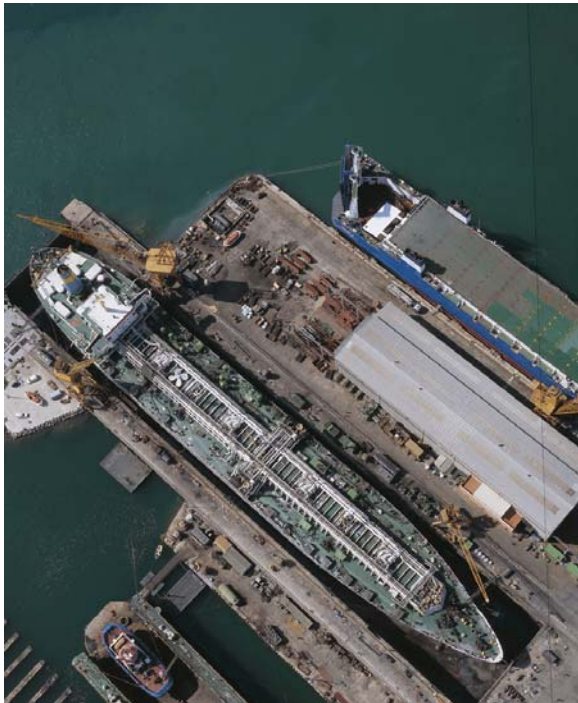
Como decía antes, la localización geográfica es el factor más importante, aunque algunos no quieran reconocerlo, pero junto con otros factores, como puede ser el precio de la reparación, etc. Particularmente yo soy heterodoxo en cuanto a que considero que el factor más importante para que un astillero tenga éxito es la localización geográfica en primer lugar, y en segundo, plazos cortos y fiables. De manera que el precio pasa a ser un factor tercero o cuarto, porque un astillero que es un 25 % más caro que su competencia, pero que es capaz de hacer la reparación en la mitad de tiempo, evidentemente es un astillero fantástico y hay muchos clientes para los que el factor tiempo es tan importante que no les importa pagar una cantidad adicional por tener un astillero trabajando las 24 h y que no para ningún día de la semana, etc. Reconozco, por otro lado, que hay un mercado en que el precio es el factor relevante como es por ejemplo el de obras de acero de gran envergadura donde el Armador se ve obligado a irse a extremo Oriente pero ese no es en absoluto el mercado en que nos movemos los astilleros españoles.

El tipo de servicio rápido y trabajo 24 horas sobre 24 tiene un sobrecoste, que en el caso de Barcelona no ha sido muy importante porque hemos cuidado la parte social. Y ese ha sido uno de los secretos por los que en Barcelona hemos podido reparar buques de crucero. En ese tipo de buques lo que importa, además de la situación, es que seas de una confianza total. Ellos hacen la reserva con un par de años de antelación diciendo la hora de entrada y la de salida, y dos años más tarde tienes gente llamando de EE.UU. recordando a la hora que tiene que salir el barco. En ese aspecto (y toco madera) en quince años no hemos tenido ningún fallo en la entrega de barcos, y eso nos ha permitido situarnos dentro de los barcos de crucero con una fama bastante buena.

España se compone de unas zonas geográficas privilegiadas. Si me preguntas por el Mediterráneo en Barcelona, es el tráfico de buques de crucero y la importancia propia de su puerto, pero luego te vas a Canarias y tienen un tráfico importante de pesqueros de altura, y tráfico internacional porque están en medio del Atlántico y si te vas hacia arriba, Cádiz también está favorecido por el estrecho de Gibraltar, que es una zona de mucho tráfico y Galicia es una zona buena también porque está en un rincón por el que pasa media flota del mundo.

### ¿Cuál es la principal competencia de nuestros astilleros?

Para nosotros, la competencia fundamental en el caso de Marsella y de Barcelona es por un extre-



mo los italianos, fundamentalmente hasta Sicilia, los astilleros de la Bahía de Cádiz sufren la competencia por un lado de Gibraltar y por otro de Lisnave. Astican tiene competencia de mucha gente pero disfruta de una situación un poco especial y es que en su entorno, si quieres reparar por allí, tienes que reparar en Astican o no tienes a dónde ir. En un momento dado puede surgir una competencia de cualquiera (porque los barcos pasan por muchos sitios) pero su posicionamiento es bueno y no le provoca una competencia permanente

Luego, respecto al norte de España, la competencia es Europa entera. Hoy en día se ha visto una reducción de precios importantes en Inglaterra, por ejemplo, o en los Países Bajos, fundamentalmente en Holanda y el tipo de astillero que tenemos en el Norte de España es principalmente de tipo medio y en esa gama tiene que sufrir constantes competencias por parte de astilleros del Norte, sin contar con las sorpresas que te pueden dar los bálticos.

### ¿Qué tipos de buques son los que reparan habitualmente (si hay alguno en concreto)?

En España no tenemos una especialidad porque somos capaces de reparar lo que sea. Esto es debido a que han habido temporadas en las que lo pasamos muy mal y hubo que agudizar el ingenio. Cuando los astilleros están vacíos intentamos encontrar trabajo donde sea y eso ha provocado que hayamos convertido nuestros astilleros en multipropósitos. Nosotros, por ejemplo con los cruceros. O Canarias, que es un astillero convencional que se hizo fundamentalmente para reparar buques factoría y que actualmente está empezando a reparar plataformas petrolíferas *offshore* y cualquier otro tipo de barcos. Eso además exige una tecnología que en muchos casos es difícil de dar. En Cádiz que también atravesó una época dura

de ocupación y se dedicó a hacer transformaciones muy importantes de buques FPSO. En el norte, en Ferrol han hecho un trabajo fantástico con gaseros y son la referencia para reparar ese tipo de buques en toda esa zona del Atlántico. Hace unos años pensábamos que reparar un barco de crucero era un sueño, pensábamos que era alta tecnología y al final con las contrataciones del exterior y el armador hemos llegado a un funcionamiento que tiene a los armadores muy satisfechos. En estos casos se puede ver el esfuerzo que se ha hecho en cada zona de España y si ha merecido la pena o no, porque actualmente en España somos capaces de reparar lo que nos echen.

### ¿Qué tipos de trabajos realizan con más asiduidad?

En reparación naval no hacemos lo que queremos, hacemos lo que podemos. Pese a que como he dicho, la situación del mercado está bien, hay que tener una flexibilidad tremenda, porque si empiezas a decir "No, no quiero hacer esto, prefiero hacer esto otro" es fácil que tu factoría se quede vacía. Nos tenemos que remangar y adaptarnos totalmente a lo que vaya llegando.

Cada astillero se defiende como puede.

### ¿Qué trabajo les ha supuesto un mayor reto en los últimos años?

No me atrevería a decir un trabajo en particular. Para nosotros (UNB), hay que reconocer que para un astillero en el que hace 20 años el 90 % era mercado nacional, donde era mercado cautivo y que de pronto ese mercado desapareció, y hubo que internacionalizar el astillero. Lo primero que tuvimos que hacer fue empezar a hablar inglés. Hubo una época en que cada vez que venía un inspector que no era español tenían que traérmelo a mí, pues yo que era ya el director, era el único que hablaba inglés.

El internacionalizar el astillero y pasar a un 80 % de mercado extranjero, es un cambio dramático y simultáneamente el reparar barcos de crucero. Para nosotros reparar este tipo de buques fue durante años una asignatura pendiente y pensábamos que no íbamos a ser capaces, porque no es sólo una tecnología es una cultura, una filosofía de funcionamiento especial, porque el barco de crucero exige una reacción rápida, fundamentalmente porque tengas la avería que tengas el barco tiene que salir en plazo y sino dejas a 1.800 ó 2.000 pasajeros sin sitio para dormir esa noche.

El reto era convertir un astillero de mercado local, pasarlo a internacional y además conseguir que el 40 % del mercado sea de buques de crucero. Eso ha sido el mayor reto. Además la continuidad que ha habido con Marsella, ha demostrado que lo hemos hecho bien y además hemos firmado

en septiembre un acuerdo de mantenimiento especial para barcos de crucero, alargamientos, etc. con Aker, que ha confiado en nosotros para todos aquellos trabajos que tengan en la zona del Mediterráneo, que ahora tienen en exclusiva con nosotros y eso es una garantía tremenda para nosotros. Si Aker, que es el fabricante número uno del mundo, también en barcos de pasaje, ha confiado en nosotros, yo diría que no sólo hemos dominado la reparación de barcos de crucero sino que además somos considerados una referencia en el mundo.

**Los nuevos ingenieros navales que se incorporan a los astilleros de reparación ¿tienen una formación adecuada? ¿Cuáles deberían ser sus características principales?**

En general, desde que yo tengo uso de razón, hemos salido siempre con una preparación muy poco adaptada al mercado. En general sigue habiendo una dicotomía enorme entre la Universidad y las necesidades formativas de las empresas, que no corresponden con los planes de estudio. Pero si nos venimos al tema de la reparación, entonces ya el problema se agrava porque si en nuevas construcciones hay un porcentaje importante de colegas nuestros que están en oficinas técnicas, en ingeniería pura, que probablemente si esté cubierta por los planes de estudio, en reparaciones hay dos puntos muy importantes que no lo están: La adaptación al terreno. En la Escuela no se aprenden cosas prácticas. Entran en una cámara de má-

quinas y a duras penas distinguen entre un compresor de aire de arranque y un compresor de aire acondicionado. Y el inglés que es algo fundamental en el tema de las reparaciones y es algo por lo que llevo protestando desde que empecé. No me parece lógico (y no hablo sólo de la Escuela, sino de la Universidad española) que los titulados salgan sin saber inglés a un nivel de conversación mínimo.

Otra asignatura importantísima son los aspectos gerenciales. Creo que en la escuela se dedica muy poco tiempo a la formación en aspectos gerenciales: se enseña la contabilidad, pero falta el aspecto gerencial de convertir una industria en una industria saneada que de dinero, porque desgraciadamente si no das beneficios no sirve para nada.

Esas son mis quejas fundamentales, por lo que creo que se deberían dar más enseñanzas prácticas, aprender bien el inglés y tener una formación gerencial que les permitiese incorporarse a equipos de trabajo con criterios gerenciales que permitan que la empresa gane dinero, no sólo hacer una buena reparación, sino también ganar dinero, que todo lo que se ha hablado hasta ahora, no sirve de nada si pierdes un 40 %. Hay que hacerlo todo bien, en plazo corto y con ganancias.

Por último me gustaría decir que la actividad de reparaciones está saneada, se encuentra bien y se ha mantenido al margen de los grandes proble-

mas que ha sufrido la construcción naval española y ahora está muy consolidada y lo que sí me gustaría es un mandar un mensaje de optimismo, porque aunque las nuevas construcciones pueden pasar malas rachas, dentro del sector naval español la reparación se va a mantener, como ha venido haciendo. Esperamos la ayuda y la comprensión de todo el mundo en el sentido de que somos tan parte del sector naval como los demás (aunque a veces no nos lo quieran reconocer) y que hemos sido estables.



# NOW, EVEN MORE



**UNION NAVAL BARCELONA**



&



**UNION NAVAL MARSEILLE**



**TWO SHIPREPAIR CENTERS,  
A SINGLE YARD  
IN THE MEDITERRANEAN**

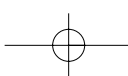
- DRY DOCKS**  
· From 120 x 19 m up to 465 x 85 m.
- LARGE BERTHING FACILITIES**
- FULLY EQUIPPED WORKSHOPS**
- "FLYING SQUADS"**

The well recognized expertise of **UNION NAVAL BARCELONA** in repair and maintenance of Cruise vessels, is now expanded to the nearby **UNION NAVAL MARSEILLE**.  
A perfect combination of **capacity and service**, unique in the Mediterranean area.

Phone: +34 93 225 78 10 • Fax: +34 93 221 59 52  
Hot Line (24 h.): +34 670 23 60 26  
unbarcelona@unbarcelona.com • www.unbarcelona.com

**GRUPO BOLUDA**  
CORPORACION MARITIMA

Phone: +33 491 03 52 00 • Fax: +33 491 69 69 61  
Hot Line (24 h.): +34 670 22 19 25  
unmarseille@unmarseille.com • www.unmarseille.com



## Entrevista a Álvaro Vela Parodi



**Nació en 1.957, y es Ingeniero Naval de la promoción nº 42, del año 1.980. Desde entonces ha trabajado en el centro de Reparaciones de Bazán San Fernando.**

**Durante la década de los 80: trabajó en los puestos de Producción: Jefe de Buque, Jefe de Talleres, Jefe de Producción; pasando, en la década de los 90 pasó a ser Jefe de Planificación y Presupuestos. Desde 1.999 y hasta 2.004 fue director del Centro de Reparaciones San Fernando.**

**Desde 2.005 es el Director de Reparaciones de Navantia, que tiene centros en la Ría de Ferrol, la Bahía de Cádiz y Cartagena**

**¿Cómo se encuentra actualmente el mercado de los astilleros de reparación?**

Creo que, con todas las reservas propias de un mercado tan cambiante como este, la situación actual es francamente buena para los astilleros de reparaciones. Este mercado está fuertemente ligado a la marcha general de la economía y hace 2 o 3 años empezamos a ver una mejoría generalizada de la misma a nivel mundial que se está traduciendo en una época de bonanza para los reparadores. Yo diría que la mejor de los últimos 15 ó 20 años.

**¿Qué tendencia esperan para el futuro?**

En la actualidad las perspectivas son buenas y buena prueba de ello es que aun siendo los inicios de año periodos tradicionalmente flojos para las reparaciones, hemos empezado el año con buenos índices de actividad y con buenas perspectivas.

La flota mundial está creciendo como nunca, los astilleros de nueva construcción están ocupados para los próximos años; incluso algunos están abandonando las reparaciones para dedicarse a la nueva construcción. El comercio mundial, en definitiva los fletes, están en alza haciendo que los armadores reparen sus barcos con algo más de alegría de lo habitual. Los nuevos reglamentos y una aplicación cada vez más vigilante de los mismos hace que se repare con mayor profesionalidad.

Por otra parte el largo periodo de depresión tanto en la construcción naval como en las repara-

ciones, y el consecuente redimensionamiento de la capacidad; proceso particularmente duro en Europa, hace que este ciclo alto nos pille con un sector razonablemente bien dimensionado por primera vez en muchos años.

En fin, que somos optimistas pero en voz baja. Hemos vivido en el pasado demasiados cambios de tendencia con demasiada rapidez.

**Los astilleros españoles ¿Hasta que punto se ven favorecidos por su situación a la hora de obtener contratos?**

Si se refiere a situación geográfica, tengo que decir que nuestra situación es envidiable por darnos acceso a la reparación de buques operando entre Europa y América; entre el Golfo Pérsico y Europa / América; buques del mar del Norte; del Mediterráneo etc. Estratégicamente estamos en una posición envidiable como punto desde el que un Armador empiece o termine una reparación.

Tenga en cuenta que un factor determinante a la hora de reparar un buque, en donde estamos hablando de periodos de reparación de 10 a 15 días en la mayoría de los casos, es el desvío al astillero. Para un buque en Europa no tiene sentido reparar fuera de Europa e ir al Far East por ejemplo ya que el desvío lo hace inviable en tiempo y en coste.

Si nos referimos a la situación en dimensionamiento, calidad, precio... Creo que nuestros astilleros gozan de una muy buena trayectoria a lo largo de muchos años que hace que estemos muy considerados a nivel mundial y que disfrutemos de un excelente cartel. Los armadores saben que en España todavía quedan profesionales y astilleros con capacidad de hacer frente a cualquier reparación. No todos los países puede decir lo mismo.

**¿Cual es la principal competencia de nuestros astilleros?**

A nivel mundial la competencia de los astilleros europeos es el Far East y los astilleros del Golfo. Esto es así para grandes reparaciones o cuando el armador puede conseguir flete que le permita desviar el barco. En otro caso esta opción no es planteable por el desvío como decía antes. Sus precios son todavía sensiblemente menores que los europeos. No obstante, estos astilleros están empezando a rechazar barcos debido a ocupación de sus instalaciones para los próximos 6/7 meses. Esto está ayudando a que la demanda de reparaciones en Europa aumente.

En Europa todos los astilleros de nuestro entorno son competencia directa nuestra por definición. En el entorno de la EU los precios son cada vez

más similares y cada astillero busca una oferta algo diferenciada vía calidad, capacidad, precio o especialización.

De todas formas hablando de competidores yo destacaría los dos extremos más alejados de la UE es decir por el Báltico y por el mar Negro. En estas zonas el desarrollo y los precios todavía son menores y el desvío en muchos casos es mínimo.

**¿Qué tipos de buques son los que reparan habitualmente?**

Navantia es un grupo volcado a la construcción y mantenimiento de los buques de la Armada española. Este mantenimiento; muy específico y que requiere un alto nivel de calidad cubre tanto los trabajos programados como los incidentales. Además estamos trabajando con la Armada en importantes programas de mejora y modernización de sus buques. Cabe destacar el programa CA.VI.MAR de mejora de la calidad de la vida en la mar mediante el cual estamos rehabilitando y reorganizando los interiores de los buques y sus servicios asociados.

Por otra parte estamos modernizando el Grupo de Combate compuesto por 6 fragatas y el porta-aeronaves de la Armada. Estos buques con 20 años en la actualidad, están siendo sometidos a importantes trabajos de modernización de sistemas y equipos.

Además, somos un grupo de astilleros que repara todo tipo de buques, y así se aprecia en los 165 buques mercantes reparados en 2006. Petroleros, gaseros, ferries y pasaje, *bulkkarriers*, dragas, yates, etc. Yo destacaría la especialización que estamos consiguiendo en el mantenimiento de LNGs en los que Navantia es un referente hoy en día.

**¿Qué tipos de trabajo realizan con más asiduidad?**

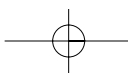
En general siguen siendo los trabajos ligados a las varadas reglamentarias de los buques y los relacionados con los necesarios para mantener las certificaciones de Clase.

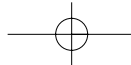
Cabe señalar que en los últimos años están teniendo mucha importancia los proyectos ligados a mantener o prorrogar el Ciclo de Vida de los buques de la Armada Española.

**¿Qué trabajo les ha supuesto un mayor reto en los últimos años?**

A nivel puro de producción se pueden señalar:

- La reparación de una cuba de carga del gasero *Mostefa Ben Boulaid* de la compañía argelina Hyproc, que realizó Ferrol en el 2.005





• La terminación del *Polar Enterprise*, de la compañía Conoco, también realizado por Ferrol el pasado 2.006.

A nivel de gestión total por tratarse de programas de largo plazo los ya mencionados anteriormente de la Modernización del Grupo de Combate de la Armada Española que se realiza en Cádiz desde finales del 2.005 y se prolongará hasta el 2.010, y el programa CAVIMAR para mejora de la Calidad de Vida a bordo de buques de la Armada, con actuaciones sobre diferentes buques en los astilleros de Cartagena, San Fernando y Cádiz. De especial

relevancia fueron los trabajos realizados en el buque escuela *J.S. de Elcano*, efectuadas en San Fernando entre finales del 2.005 y principios del 2.006.

**Los nuevos ingenieros navales que se incorporan a los astilleros de reparación ¿tienen una formación adecuada? ¿Cuáles son sus características principales?**

La preparación académica sigue siendo excelente. Se carece de orientación a una determinada especialidad del mercado laboral.

Por otra parte, en general, cuando se piensa en un astillero se le suele identificar con las nuevas construcciones. Los nuevos ingenieros suelen sorprenderse cuando conocen el mundo dinámico de la reparación naval. Así que la característica que más se agradece es la apertura de mente y la disposición de involucrarse a un sector naval poco conocido para ellos.

Para finalizar, me gustaría transmitir confianza en este nuestro sector de la reparación naval y animar a todos los que estamos implicados en el mismo a seguir apostando por él.

*XVII Fira estatal  
Nàutico Pesquera  
V de CultiusMarins*

**EXPO  
RÀPITA**

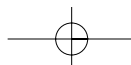
**expo  
ràpita**

**2007**

*28 de Abril al 1 de Mayo*  
**SANT CARLES DE LA RÀPITA**

Ajuntament de Sant Carles de la Ràpita
 Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
 Diputació de Tarragona
 Consell Comarcal
 FEFIC FEDERACIÓ DE FIBRES DE CATALUNYA

Direcció General de Pesca i Afers Marítims Generalitat de Catalunya
 IRTA Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries
 Ports de la Generalitat Generalitat de Catalunya
 Caixa Tarragona



## noticias

### Vicente Moreno nuevo presidente ejecutivo de Accenture España

Accenture España ha nombrado nuevo presidente ejecutivo a Vicente Moreno, quien sustituirá en el cargo a Carlos Vidal, que a partir de ahora se dedicará a labores internacionales y supervisará a los directores de los 48 países en los que opera la compañía.

La empresa informó de que Moreno, hasta ahora consejero delegado, asume la máxima responsabilidad de las operaciones de todas las filiales en España, donde cuenta con 11.000 profesionales y tiene una facturación de 725 millones de euros.

El nuevo presidente, que trabaja para Accenture desde 1985, es Ingeniero Naval por la Universidad Politécnica de Madrid.

Carlos Vidal, que presidía la compañía desde septiembre de 2000, se concentrará a partir de ahora en su responsabilidad internacional como socio director de Operaciones y Estrategia. EFECOM.

### Nueva directora financiera de Boluda

Grupo Boluda Corporación Marítima ha nombrado a Elena Duesto, licenciada en Ciencias Económicas y Empresariales por la Universidad Comercial de Deusto y MBA Executive por el IESE, nueva directora financiera. Quien, hasta ahora ocupaba el puesto de subdirectora del área financiera en el *holding* naviero.

### Choque de barcos en el Estrecho de Messina

El pasado 15 de enero, en el estrecho de Messina, que separa las regiones meridionales de Sicilia y Calabria, chocaron un ferry, el *Seggesta jet*, con 151 pasajeros a bordo, y un mercante, el *Susan Borchard*, con bandera de la isla caribeña de Antigua.

Lamentablemente cuatro personas murieron y otras muchas resultaron heridas, tres de ellas muy graves. Las personas fallecidas, formaban parte de la tripulación del transbordador de la compañía de transporte marítimo y ferrocarriles del Estado,



que se encarga diariamente de conectar el continente con la isla de Sicilia. La policía costera encontró tras varias horas de búsqueda en el mar, el cuerpo sin vida de un miembro de la tripulación que desapareció tras el choque. Las otras víctimas son el comandante del ferry y el director de la sala de máquinas y otro marinero, que fueron encontrados sin vida entre los hierros de la embarcación.

El choque se produjo a última hora de la tarde y según primeras versiones el mercante cortó el paso. La parte más dañada fue la cabina de mando del transbordador donde se encontraba la tripulación.

La guardia costera del puerto de Reggio Calabria se encargó de rescatar a los heridos que fueron trasladados a hospitales de Reggio Calabria y Messina.

El Ministerio italiano de Transportes y la fiscalía de Messina han anunciado la apertura de una investigación para esclarecer las causas del accidente además de realizarse otro por parte de la compañía estatal de Transporte.

### La IMO ofrece ayudas a Indonesia después de los accidentes de los ferrys

El general Efthimios E. Mitropoulos, de la secretaría de la IMO, expresó su tristeza después del conocimiento de las noticias de la pérdida de pasajeros de los ferrys, incluyendo el *Senopati Nusantara*, en las costas de Sumatra y de Java, en Indonesia.

Mitropoulos escribió a la ministra de transporte de Indonesia, Hatta Rajasa, y comunicó al embajador de Indonesia en Londres, sus condolencias y ofreció ayuda de la IMO para que accidentes como éstos no sucedan en un futuro. Mitropoulos también elogió los esfuerzos de búsqueda y rescate indonesios ya que se llevaron a cabo bajo condiciones meteorológicas adversas.

### La escasez de plataformas petrolíferas triplica los precios en la India

Reliance Industries y Oil & Natural Gas, los mayores exploradores de la India, están a la espera de pagar más por las plataformas en aguas profundas este año, debido al aumento de los precios en el segundo mercado más grande del mundo.

El auge de la explotación en la India, la cuarta mayor economía de Asia, ha triplicado, durante los pasados cuatro años, el uso de plataformas petrolíferas, además el almacenamiento global y ciertos retrasos en la derivación del gas natural hacia



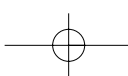
la costa este de la India han formado parte de las causas principales. Transocean, la mayor compañía de perforación *offshore* del mundo, puede además subir los precios de las plataformas después de que la India completase la mayor subasta de bloques *offshore*.

La India prevé ofertar 55 áreas de explotación este mes, y anuncia una nueva zona para marzo, según comentó V. K. Sibal, director general de hidrocarburos en la India. Las explotaciones están empleando menos de la mitad de los 218 pozos con licencias de explotación concedidas por el gobierno desde 2000, que se ampliarán ante la necesidad de más plataformas. El área que abarcan las plataformas con licencia posee un tamaño similar a Texas.

Las tarifas diarias se han triplicado desde 2005 debido a los nuevos contratos de plataformas, algo que se prolongará hasta 2012, mientras que aquellas empresas que buscan nuevas explotaciones intentan retrasarlo para obtener así más precio por el petróleo.

El coste de una plataforma *offshore* ronda los 137.509 dólares americanos al día en diciembre, comparado con un promedio mundial realizado en enero de 2006 de 99.382 dólares americanos, según la información de una plataforma de perforación *offshore*.

El número de plataformas que ganan en un día al menos 300.000 dólares, en 2006, alcanzaba los 29 en diciembre hasta cuatro en el pasado enero. Además, la contratación de personal de la plataformas *offshore* autoelevadoras aumenta el alquiler en unos 200.000 dólares, siendo este aumento en 2002-2003 de 40.000 dólares, según comenta Bose de Oil & Natural Gas, que posee 28 plataformas trabajando en la India. Como ejemplo, Reliance está pagando 320.000 dólares al día hasta agosto de 2008 en el alquiler de plataformas en aguas profundas situadas en la frontera, más del doble de lo que le cuesta al dueño de la plataformas. Los ingresos de la India se han duplicado desde 2003.



# SERVOSHIP

Tfno: +34 976 298259 [www.servoship.com](http://www.servoship.com) Fax: +34 976 292134



Equipos Marinos



Centrales Hidráulicas



## Calidad, Fiabilidad, Servicio ...



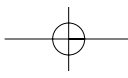
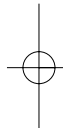
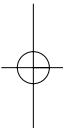
- Equipos de protección y manipulación de cargas.
- Ro-Ro, Escotillas, Grúas.
- Servicio 24 horas.
- Mantenimiento Preventivo e Inspecciones.
- Repuestos.
- Conversiones, Modernizaciones.

MacGREGOR (ESP) S.A.  
 Edificio Inbisa  
 Amaya 2, 1º D  
 48940 Leioa (Vizcaya) Spain  
 Tel. +34.94.4807339 / Fax. +34.94.4316945  
 24 Hours Service: +34.609.428066

Oficina Vigo: Tel/Fax. +34.986.296774  
 Oficina Cádiz: Tel/Fax. +34.956.205221

Visit us at [www.macgregor-group.com](http://www.macgregor-group.com)  
 E-mail: [Ramon.Iturre@macgregor-group.com](mailto:Ramon.Iturre@macgregor-group.com)

**MacGREGOR**





## La biodiversidad marina sufre una tasa de pérdida cinco veces superior a la terrestre

La biodiversidad marina, como los arrecifes de coral y las praderas submarinas, sufren una tasa de pérdida cinco veces superior a la de los bosques tropicales y, a pesar de ello, el área marina protegida es inferior al 0,1 % de su extensión, frente al 10 % de protección de la superficie terrestre, según recoge el libro "La exploración de la biodiversidad marina. Desafíos científicos y tecnológicos", publicado por la fundación BBVA.

En esta obra, 12 destacados investigadores internacionales presentan los resultados de las investigaciones oceanográficas más avanzadas y los trabajos que se están realizando para conseguir un inventario completo de las especies marinas de nuestro planeta. El libro ha sido coordinado por Carlos Duarte, profesor de investigación del CSIC en el Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados.

Actualmente, con la ayuda de nuevos estudios basados en medios tecnológicos como los vehículos de control remoto (ROV), o las cámaras incorporadas a remolcadores de grandes



profundidades, los científicos están ampliando el conocimiento sobre estos ecosistemas con el objetivo de adoptar medidas para favorecer su adecuada gestión y conservación.

No obstante, a pesar de haber contado con más tiempo para diversificarse, los organismos marinos suponen tan sólo el 2 % de las especies conocidas. Respecto a las estimaciones sobre el número de especies marinas todavía por descubrir, la profesora de la Escuela de Biología de la Universidad del Oeste de Australia, Diana Walker, considera que a la velocidad actual de descripción de especies, se necesitarían de 250 a 1.000 años para finalizar el inventario de biodiversidad marina, con el riesgo de que para entonces muchas de estas especies se habrán perdido definitivamente.

Según los últimos datos disponibles, cada año se describen 1.635 nuevas especies marinas, y en la actualidad, existen del orden de 230.000 a 250.000 especies de organismos marinos descritos; estas cifras indican que la biodiversidad marina representa el 15 % de la biodiversidad global descrita (aproximadamente, 1,6 millones de especies).

Dos de los científicos que colaboran en esta obra, Eva Ramirez, investigadora del Instituto de Ciencias del mar (CSIC), y David Billet, del Centro Oceanográfico Nacional del Reino Unido, centran su participación en el estudio de las montañas submarinas y las llanuras abisales. Consideran que existen cerca de 100.000 montañas submarinas que superan los 1.000 metros de altitud en el conjunto de océanos de la Tierra, y muchas más de menor altitud.



No obstante, únicamente se han muestreado cerca de 350 y sólo 100 se han estudiado con el detalle suficiente para saber que en las montañas submarinas se produce una elevada productividad, se concentran grandes reservas de peces con valor comercial y la fauna bentónica es muy diversa.

Igual que sucede con otras zonas de terreno difícil, se sabe poco de la biodiversidad, distribución y funcionamiento de las montañas submarinas. Lo que sí han podido constatar los científicos, según Ramirez y Billet, es que la pesca en las proximidades de las montañas submarinas ha sido muy intensa en las últimas décadas y que ello podría tener graves consecuencias a largo plazo sobre la biodiversidad de un ecosistema aún por clasificar. Actualmente, con la ayuda de nuevos estudios basados en medios tecnológicos como los vehículos de control remoto (ROV), o las cámaras incorporadas a remolcadores de grandes profundidades, los científicos están ampliando el conocimiento sobre estos ecosistemas con el objetivo de adoptar medidas para favorecer su adecuada gestión y conservación.

## Metalships amplía a tres unidades su contrato con la naviera North Ocean

El astillero vigués Metalships & Docks ha ampliado el contrato alcanzado con el consorcio noruego-holandés North Ocean, con la construcción de un tercer buque de apoyo a las plataformas petrolíferas, y que será entregado en el primer trimestre de 2009.

Con esta nueva ampliación, mientras la industria naval de la ría se consolida en el liderato nacional de este tipo de buques, Metalships logra una carga de trabajo que se prolongará durante el año más de dos años. El contrato, que se apro-

xima a los 180 millones de euros, podría aumentarse con dos unidades más, una opción que, de llevarse a cabo, debería ser confirmada por el armador en la primera mitad del año 2007. Esto aseguraría una carga de trabajo que se extendería hasta el último trimestre de 2010. En conjunto, el global de la operación supondrá una carga de trabajo cercana a los dos millones de horas (unos 350 hombres al año).

El buque *offshore*, de 135 metros de eslora y 27 metros de manga será, como los anteriores, de

propulsión diésel-eléctrica, con una potencia total instalada de 13.500 kW. La construcción del primero de los tres, quince metros más pequeño que los otros dos, se terminará en otoño de este año, según las previsiones del astillero. La nueva unidad comprometida estará provista, al igual que su gemelo, de dos hélices azimutales que irán a popa, de 3.500 kW cada una, de dos hélices de maniobra de 1.500 kW cada una y de una hélice azimutal retráctil a proa de 1.500 kW, lo que le dotará de gran maniobrabilidad, con posicionamiento dinámico.

## El *MSC Napoli* encallado en el canal de la Mancha

Unidades del servicio de guardacostas del Reino Unido intentaban remolcar hacia Lyme Bay, en la costa del sur de Inglaterra, el pasado 21 de enero, a un carguero británico, el *MSC Napoli*, que, cargado con 462 toneladas de líquidos inflamables, 143 productos tóxicos y 167 kilos de explosivos, se encontraba a la deriva desde hacía cuatro días en el canal de la Mancha a causa del fuerte temporal que azotaba la zona.

El *MSC Napoli*, un portacontenedores de 257 metros de eslora, y que pertenece a la Swiss Mediterranean Shipping Company, sufrió grietas en su casco, una de ellas de metro y medio debajo de la línea de flotación, por lo que se temía que se hundiera en el atlántico, debido al temporal producido por Kiryll. El suceso se produjo a unos cien kilómetros al norte de la isla francesa de Ouessant situada frente a las costas de Bretaña. El barco fue remolcado hasta las proximidades de Portland pa-

ra evitar que se hundiera en alta mar y causara daños mayores. Sin embargo, la nave está fuertemente escorada y puede volcar en cualquier momento.

En el momento del perforce, había 26 tripulantes a bordo, que pudieron ser evacuados del barco mediante helicópteros. El mercante había zarpado del puerto de Amberes (Bélgica) con destino a Portugal y llevaba una carga de 41.773 toneladas de diversos materiales, repartida en más de 2.000 contenedores.

Además transportaba 3.500 toneladas de petróleo. En un principio, 200 de esas toneladas forman una fina capa de unos ocho kilómetros de longitud que flota sobre el mar, debido a que se agujereado el depósito donde se almacenaban. Los equipos anticontaminación de la guardia costera británica han empezado a extraer el fuel para

evitar un desastre ecológico en la costa de Devon (sureste de Inglaterra), una zona protegida por la UNESCO.

Los fuertes vientos están obstaculizando las labores de limpieza de la zona; a pesar de que las autoridades han colocado barreras flotantes en las desembocaduras de los ríos, ya han aparecido algunas aves contaminadas.

De los 2.230 contenedores que llevaba a bordo, más de dos centenares ya han caído al mar; Hasta 158 de ellos llevan en su interior sustancias potencialmente peligrosas, como ácido de baterías; los equipos de salvamento ya han recuperado 60.

Este buque, ya sufrió un accidente en Vietnam, en cuyas aguas encalló en 2001, aunque entonces tenía otro nombre, el *CM-CGM Normandie*.

## ABS publica una guía con la nueva normativa IMO e IACS sobre la aplicación de pinturas

ABS ha publicado una extensa guía sobre la aplicación de las nuevas normas a cerca de la aplicación de pintura de la IMO para petroleros y graneleros conforme a las reglas estructurales comunes (CSR) de IACS. Esta guía se encuentra disponible gratuitamente en la página web de ABS. Se ha realizado este proyecto para promover el uso de capas protectoras en los buques clasificados por ABS.

Esta guía ilustra el uso de los criterios contenidos en las normas de aplicación de la resolución IMO MSC 215(82) para las capas de protección de los tanques de lastre en todo tipo de buques y los espacios de carga de los graneleros y petroleros bajo las CSR.

El gran número de petroleros y graneleros bajo las

CSR del IACS que se encargaron durante el periodo de la aplicación de las nuevas reglas, el 1 de abril de 2006, hasta su puesta en práctica, el 8 de diciembre de 2008, solicitaron estar clasificados bajo las CSR.

Las reglas estructurales que se recogen en la guía son comunes a las diez sociedades miembros del IACS.

## Barloworld Finanzauto expusieron sus motores marinos Cat y MaK en SINAVAL

Barloworld Finanzauto mostró los motores marinos de las marcas Cat y MaK, que distribuye la compañía en España.

Respecto al modelo Cat se expusieron:

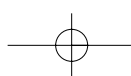
El 3516B de 2.000 BHP a 1.800 rpm, 78 litros

de cilindrada y 7.925 kg, diámetro del cilindro 170 mm y carrera de 190 mm, un motor de 16 cilindros en V de 4 tiempos.

Y el C18 de 601 kW a 1.800rpm, 18,1 litros de cilindrada y 1.625 kg, un motor de 6 cilindros en línea de 4 tiempos, con un diá-

metro de los cilindros de 145 mm y una carrera de 183 mm.

De la marca MaK mostraron el modelo 6M25, de 2.690 HP a 750 rpm, 122,4 litros de cilindrada y 21.000 kg, diámetro de los cilindros de 255 mm y una carrera de 400 mm.



Gestión del riesgo

Fiabilidad

Mantenimiento

Reputación

Rentabilidad

Tecnología

**La seguridad importa**

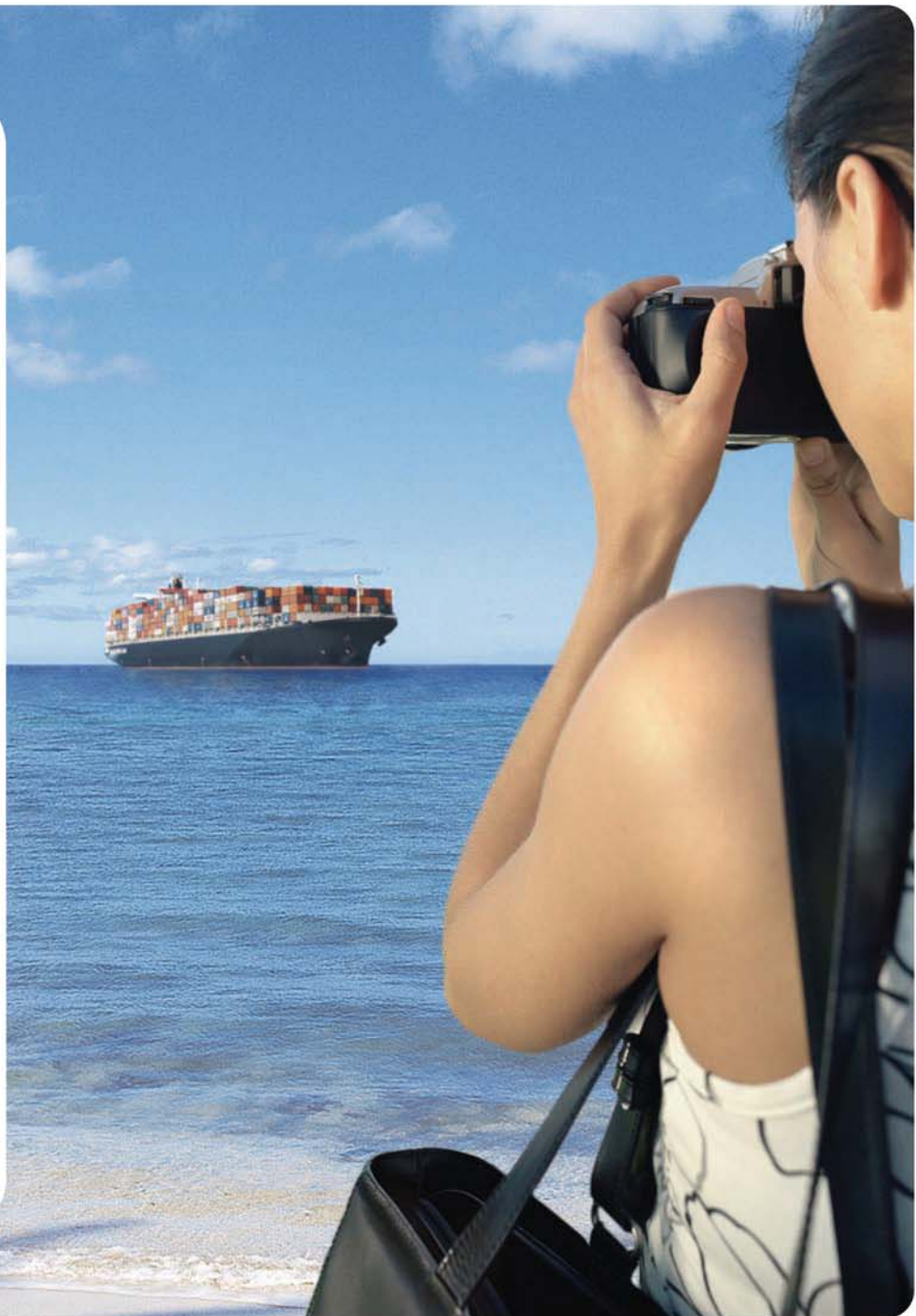
Normas de seguridad

Port State Control

Formación

Integridad del buque

Eficiencia

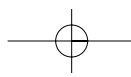


La vida necesita enfoque. Cuando el Port State Control está más focalizado que nunca en mantener el cumplimiento de las normas de seguridad, nuestro objetivo es garantizar los mayores estándares en nuestros buques. Cuando se trata de Clasificación, nuestro enfoque y nuestro compromiso es que la seguridad **importa**.

LIFE MATTERS

[www.lr.org](http://www.lr.org)

Lloyd's  
Register



## El Grupo Ingeteam suministrará los equipos eléctricos de la draga que se construirá en La Naval

La consejera de Transportes del Gobierno vasco, Nuria López de Gereñu, anunció que La Naval empezará el próximo mes de marzo a construir la draga de succión encargada por el armador luxemburgués Jan de Nul, considerada la mayor del mundo de este tipo.

El proyecto contará con un presupuesto de 7 millones de euros aproximadamente, y podría ampliarse a otra draga del mismo tamaño que Jan de Nul también tiene previsto construir.

El Banco Español de Crédito (BANESTO) ha concedido un crédito de 260 millones de euros a la

Naval de Sestao para dicha construcción, pudiéndose así la firma hacerse con su primer gran contrato de construcción desde que fue privatizada.

El grupo vasco Ingeteam, al que pertenece la guipuzcoana Indar, suministrará la parte eléctrica de esta futura draga de succión, la más grande del mundo, de 46.000 m<sup>3</sup> de capacidad de cántara.

El sistema eléctrico incluye el diseño, la fabricación y el suministro de la planta eléctrica, incluyendo los generadores, los cuadros de distribución de media tensión de 6,6 kV, y los accionamientos de dragados, que incluyen los

transformadores, los convertidores de frecuencia y los motores.

La Naval que ya tiene en construcción un buque metanero contratada por el armador Knutsen, con 285 m de eslora y capacidad de 138.000 m<sup>3</sup>. Además se está negociando para la construcción de dos dragas más en los astilleros de Gijón.

Izar no descarta la contratación de un nuevo buque metanero para la La Naval, acogándose a fondos europeos en el desarrollo del I+D+i con los que contrataría este buque que tendría por destino a Repsol.

## Optimex presenta su nueva gama de bombas para el trasvase de gases licuados

Para resolver los problemas que se presentan durante el trasvase de gases licuados, en la industria petroquímica se utiliza frecuentemente la técnica del colector de carga (o pozo húmedo), consistente en montar una bomba sobre un depósito que se entierra de manera, que haga descender la aspiración y aumentas la presión neta de entrada.

En las bombas tradicionales el motor se encuentra en el exterior del depósito y el eje de transmisión atraviesa el piso de sustentación. Además, necesitan tener instalado un sistema de estanqueidad mecánico, ya que el líquido bombeado puede escaparse por la juntas.

Para evitar dichos inconvenientes durante el montaje del árbol de transmisión, Optimex propone este tipo de montaje en depósito, aunque utiliza bombas de rotor cerrado sumergibles, y por lo tanto, sin sistema de estanqueidad. Normalmente, la parte hidráulica es de tipo multicelular, con una hélice (rueda) de cebado (inducer).

Este conjunto constituye un sistema de bombeo sin riesgo de fuga. En el caso de las aplicaciones GPL o de criogenia, el sistema sustituye eficaz-

mente a las bombas cuyos rodamientos están sumergidos en líquido, o con rotores en contacto con el producto bombeado.

### Descripción técnica:

El grupo motobomba está montado verticalmente, con aspiración hacia la base, en el fondo del depósito, cuya longitud se calcula cuando la aspiración desciende desde una altura compatible con el NPSH requerido de la bomba. El depósito se rellena de líquido por la entrada situada en la parte superior (a nivel del suelo).

El grupo motobomba, sumergido en el líquido, desemboca en una doble carcasa situada alrededor del motor, y que comunica con la tubería de descarga; dicha tubería está unida al piso de sustentación que se encuentra en la parte superior del depósito y que también sirve de soporte para el grupo.

El motor con rotor húmedo se refrigera mediante la circulación del líquido en la doble carcasa y por un circuito interno situado en la cámara del rotor. El *estator* está protegido, ya que está encamisado, con el fin de evitar cualquier penetración de líquido.

La cámara del *estator* está llena de aceite y se mantiene así gracias a un tanque de expansión situado en el piso de sustentación. Esto facilita la conducción de calor generado, el cual se evacua por el tubo de descarga. Este sistema permite limitar el calentamiento del motor y bombear líquidos con una fuerte tensión de vapor.

Los cojinetes (paliers) se lubrican gracias al fluido bombeado. Sólo se utiliza una cuña magnética en el momento del arranque o paro, ya que la nueva bomba de Optimex cuenta con un sistema de equilibrado hidrodinámico de fuerzas axiales que le permite funcionar sin contacto, evitando así la necesidad de mantenimiento o cambio de los cojinetes.

El cable de potencia asciende dentro un tubo hasta la caja de bornes, que está situada sobre el piso de sustentación.

El equipamiento necesario para una correcta operación en zona explosiva está colocado sobre la placa de sustentación (presencia líquida, estator manostato, bobinas de temperatura, presencia de aceite...).

## Entrega de los premios ANAVE de periodismo 2006

La Asociación de Navieros Españoles (ANAVE) entregó el 30 de enero sus Premios de Periodismo 2006 a Esmeralda Gayán, por su trabajo "La industria naviera navega rumbo a Asia" publicado en la revista Moneda Única, y a Pedro Machado, por "Mercantes rumbo al paraíso" publicado en el Diario de Avisos, quienes compartieron el primer premio, dotado con 6.000 euros.

Mario Crespo, por "El ferry Santander-Plymouth, una línea de capital importancia" en Alerta- Diario de Cantabria, y Jimena Hernando, por una entrevista televisada al Director General de ANAVE, sobre la Agencia Europea de Seguridad Marítima, emitida por Intereconomía Televisión, recibieron los dos Accésits (2.000 euros cada uno).

En ausencia del Presidente de ANAVE, Juan Riva presidió el acto el Vicepresidente, Alejandro Aznar.



Manuel Carlier, Director General de ANAVE, presentó un avance de datos sobre la evolución de la flota mercante española y el comercio marítimo en 2006. El tráfico total en los puertos de interés general ascendió a casi 460 millones de toneladas (+ 4,2 %), que resulta importante, pero sensiblemente inferior a los crecimientos de 2004 y 2005 (casi 7,5 % en ambos casos). Es importante resaltar que nuevamente el tráfico portuario español aumentó más que el PIB nacional (+ 3,8 % según datos provisionales). Como en años anteriores, las mercancías en contenedores fueron las que experimentaron el mayor crecimiento (+9,1 %), alcanzando 124 millones de toneladas y 12,0 millones de TEU.

La flota mercante de pabellón español ha aumentado el número de buques en 8 unidades y el tonelaje en un 6,9 %. En conjunto, a 1 de diciembre de 2006, las navieras españolas controlan un total de 289 buques, con 4.365 millones de toneladas de arqueo. Operan bajo pabellón español 175 de estos buques, con 2.311 millones de GT, habiendo aumentado en 6 unidades y un 3,6 % del arqueo. Por su parte, 114 buques, que totali-

zan 2.054 millones de GT, operan bajo banderas extranjeras. El tonelaje de esta parte de la flota, como ya ocurriese en 2005, aumentó en mayor medida, en este caso en un 10,9 %.

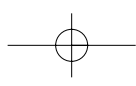
"El ligero descenso que se experimentó la flota de las navieras españolas en 2005 se ha compensado con creces en 2006", explicó Manuel Carlier. "Esto se debe a que las empresas navieras españolas han continuado su actividad inversora en el sector y a que se van resolviendo paulatinamente las dudas que los cambios laborales suscitaron sobre la futura competitividad del Registro de Canarias. No obstante, y dado que aún subsisten en alguna medida las dificultades para la contratación de tripulantes extranjeros en los buques de pabellón español y que otros registros comunitarios, como Malta, Chipre o Madeira, ofrecen una mayor flexibilidad laboral, las empresas españolas, por el momento, también en 2006 apostaron en mayor medida por el uso de registros extranjeros para la incorporación de sus nuevas unidades."

Manuel Carlier se refirió a los recientes accidentes marítimos del *MSC Napoli* y el *Sierra Nava*. Resaltó el excelente trabajo realizado en ambos casos por los servicios de salvamento marítimo y la importancia de disponer de medios humanos y físicos adecuados para responder a estas emergencias. Señaló, asimismo, la importancia de la ratificación de los Convenios Internacionales "Bunker" (sobre contaminación por combustible, que España sí ha ratificado, pero no ha entrado aún en vigor) y "HNS" (sobre contaminación por sustancias nocivas y peligrosas, que España aún no ha ratificado), para asegurar la debida compensación de los daños producidos.

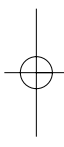
Insistió en la necesidad de llevar a cabo investigaciones exhaustivas de los accidentes, "no sólo para depurar las responsabilidades por las infracciones que se puedan haber producido, que también, por supuesto, sino sobre todo para conocer las causas que los originaron y poder así tomar las medidas preventivas necesarias, incluyendo el cambio de las normas si fuese preciso". Mencionó, a título de ejemplo, el caso del *Sierra Nava*, destacando la profesionalidad reconocida de la empresa armadora y apuntó la posible conveniencia de revisar las zonas en las que está permitido fondear en la Bahía de Algeciras o las condiciones de estado de la mar en las que se permite hacerlo.

Intervinieron a continuación el Director General de la Marina Mercante, D. Felipe Martínez, y el portavoz del Grupo Parlamentario socialista en la Comisión de Fomento del Congreso de los Diputados, D. Salvador de la Encina. Entregó los premios y cerró el acto el Vicepresidente de ANAVE, Alejandro Aznar, quien destacó "la creciente importancia del comercio marítimo para España y la necesidad de contar con un mayor apoyo institucional para que la flota y la actividad naviera en nuestro país se acompañen mejor con el crecimiento de nuestro comercio marítimo".





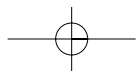
# Surcando los Siete Mares



Avda. Beiramar, 2 • 36208 Vigo. España  
Tel: +34 986 213 297 • Fax: +34 986 204 415  
astillero@hjbarreras.es • www.hjbarreras.es

 **Astillero  
BARRERAS**

V I G O



## Resumen de la Sinaval-Eurofishing 2007

Sinaval-Eurofishing 2007, celebrada en Bilbao Exhibition Centre del 24 al 27 de enero, ha sido visitada por un total de 6.215 personas destacando la alta calidad profesional de los visitantes. Fue inaugurada por la consejera de Transportes y Obras Públicas, Nuria López de Guereñu.

La cifra de visitantes profesionales acreditados ascendió hasta 5.775, de los cuales 5.235 procedían de las diversas comunidades autónomas y 540 de un conjunto de 31 países destacando Francia, Italia, Portugal, Reino Unido, Irlanda, Bélgica, Noruega y Estados Unidos.

Según los resultados de las encuestas realizadas durante el transcurso del certamen, los sectores de mayor interés para los profesionales han sido los de equipamiento de buques, ingeniería y diseño, artes de pesca, astilleros, construcción y reparación de buques e industria auxiliar.

De forma paralela a la exposición, se llevó a cabo un amplio programa de jornadas técnicas y reuniones de alto nivel, como confirma la asistencia de más de 500 profesionales a todas las citas que integraban la agenda así como la presencia de una relevante representación institucional.

En el programa de actividades destacó la reunión de los cuatro grupos de trabajo del Consejo



Consultivo Regional (RAC) por las Aguas Occidentales del Norte y la Jornada en torno a los "Fondos Estructurales de Pesca" y las "Orientaciones para la flota pesquera europea sobre los planes de acción y las últimas conclusiones de entidades estratégicas relacionadas con la industria y política de este ámbito.

También se celebró la Asamblea General de Europêche/COGECA (asociación de las Organizaciones Nacionales de Empresas Pesqueras de la Unión Europea), la Asamblea General de FEICOPESCA (Federación Española de Asociaciones de Industrias de Transformación y Comercializadores de Productos de la Pesca y la Acuicultura) y la pre-

sentación del libro "La Pesca Recreativa en Euskadi".

Para los sectores naval y portuario, los contenidos quedaron definidos por las Jornadas sobre "Buques Industriales y de Servicios e Industria Auxiliar", "Implementación de motores de GLP en una aplicación propulsora marina", "Nueva gama de motores de inyección a alta presión sin *common-rail*", "Las autopistas del Mar", "La energía marina", así como por las presentaciones del "Software Libre, Sistema de Proyectos I+D+i en el Sector Marítimo". Además, la Conferencia de Clusters Marítimos Europeos, organizada con motivo de la Presentación del Clúster Marítimo

Español y la reunión de AEDIMAR.

Hay que reseñar la presencia en la exposición del antiguo astillero Izar de Sestao, adjudicado a "Construcciones Navales del Norte", que ha iniciado su campaña de lanzamiento de marca, "La Naval", aprovechando la celebración de este evento.

Por otra parte, se llevó a cabo la tercera edición de los "encuentros Navales Internacionales", en los que una treintena de visitantes profesionales y representantes de 40 empresas expositoras conformaron un programa de reuniones destinado al desarrollo de acciones conjuntas, cooperación empresarial y transferencia tecnológica.

## Galicia construye tantos barcos civiles como el resto de España

En los últimos años y basándose en los datos recogidos en los informes de la Gerencia del Sector Naval (GernaVal) Galicia es la región líder de la construcción civil naval en España. Galicia en 2003 abarcaba un 19 % de cuota de mercado y la cuota del 2006 es de un 42 % del mercado.

Los astilleros privados gallegos tienen ya tantos pedidos como el resto de las factorías navales españolas juntas. En el último trimestre del año 2006 los astilleros gallegos están construyendo 40 buques, con una capacidad de carga de 375.097 toneladas. En estas cifras no se considera los buques de pequeño porte de forma que no se consideran los encargos de astilleros como Cardama, Nodosa, Vicalsa o Rodman.

La cartera de pedidos gallega posee una estructura similar a la cartera de pedidos europea: cons-

trucción de ferries, transportes especiales multimodales, embarcaciones de recreo, patrulleras, buques científicos, barcos antipolución, naves auxiliares de prospección o plataformas, remolcadores, etc. En resumen buques especializados, de tamaño medio y con un alto valor añadido.

Analizando el desglose de los encargos se puede comprobar cómo el sector goza de una cierta capacidad para capturar demanda exterior de Países Bajos, Reino Unido, Noruega o Portugal.

La UE en los documentos elaborados en los que analiza el futuro de la construcción naval en la UE propugna el desarrollo el uso del transporte naval para solucionar el problema del impacto ambiental y garantizar el abastecimiento de mercancías en toda Europa por medio del cabotaje europeo y el SSS; como alternativa al transporte por ca-

rrera. En esa línea los astilleros de la UE se han especializado en segmentos de gama alta, sofisticados y basados en el conocimiento. Los barcos de estos segmentos son los que más aumentan su peso; en valor no en su desplazamiento; en el mercado mundial.

Por medio de esta estrategia, la UE mantiene unas cifras estables en producción y contratos a nivel mundial, situándose en los primeros puestos mundiales Alemania, Italia, Dinamarca, Finlandia, o los Países Bajos. Concretamente Alemania, exportó en el 2005 más de la mitad de su producción pesar de la competencia en costes de los países asiáticos. La industria naval española ha perdido posiciones en Europa; siendo su cartera de pedidos sólo un 5 % de la cartera de la UE. Galicia es la excepción dentro de España, ya que crece, gana peso y captura pedidos en el exterior.

## IDESA invierte 23 millones de euros en el mayor parque solar de España

IDESA, líder en el sector fotovoltaico en Andalucía, ha invertido 23 millones de euros en el desarrollo del parque, ubicado en Aznalcóllar, el más grande de España, que ya está en funcionamiento, y tiene 4 MW de potencia pico y evitará la emisión de más de 3.000 toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Contribuye a la recuperación y aporta valor a los terrenos de la balsa de decantación de la explotación minera de Aznalcóllar, cuya rotura provocó la catástrofe medioambiental de 1998.

El parque con más de 28.000 módulos fotovoltaicos, y una potencia total de 3,55 MW reúne una capacidad de producción anual de 5.400 MWh de electricidad limpia, equivalente al consumo de energía necesario de 2.157 hogares. Evita la emisión a la atmósfera de 3.317 toneladas de CO<sub>2</sub> si se generara la misma cantidad de energía con una central térmica de carbón y 1.202 toneladas en caso de producirla una de ciclo combinado. Las instalaciones, divididas en plantas de diferente po-

tencia (5, 12, 45, 85 y 100 MW) permiten participar de esta tecnología energética renovable a 106 titulares, gran parte de ellos pequeños y medianos inversores.

Este proyecto se ha dividido en cuatro fases, que ya están en funcionamiento, y ha contado con una importante ayuda pública, que se obtuvo del programa PROSOL de la Junta de Andalucía, en las dos primeras fases, que ya se encuentran construidas por un total 71 instalaciones solares fotovoltaicas de pequeña potencia oscilantes entre 5 y 12,5 kW de potencia nominal. La potencia nominal total instalada en estas dos fases es de 445 kW y la potencia pico 521,1 kW. La tercera y cuarta fase, están constituidas por instalaciones de mayor potencia (45 y 100 kW), en total 25 instalaciones: 12 instalaciones de 100 kW de potencia nominal, 12 instalaciones de 45 kW de potencia nominal y una instalación de 90 kW de potencia nominal. La potencia nominal total instalada en

estas dos fases es de 1.830 kW y la potencia pico 2.065,2 kW.

Finalmente, la fase quinta, está promovida por Gamesa solar, y cuenta con 1 MW de potencia. Se espera poder seguir ampliando este parque hasta conseguir una potencia total de 13,5 MW.

Este parque solar comenzó en 2004 y se centrará en la promoción, instalación, ingeniería, gestión, explotación y mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas cuyo objetivo es transformar la energía solar en energía eléctrica para conectarla a la red y venderla a las compañías suministradoras de energía eléctricas.

Hasta la fecha Idesa ha gestionado más de 25 MW de potencia, ha montado y vendido más de 120 instalaciones de diferentes tamaños ya conectadas a la red eléctrica y en funcionamiento y actualmente cuenta con 14 parques solares en fase.

## Baleària incorpora un nuevo ferry a su flota

Baleària incorpora el ferry *Meloodia* para sustituir a los ferry que cubren las conexiones a Baleares durante sus varadas técnicas. La primera sustitución que realiza es la del ferry *Illa de Botafoc* a partir de la segunda quincena de enero durante dos o tres meses. El trayecto es la conexión entre Barcelona y Menorca; con dos salidas por semana de cada puerto. El *Meloodia* ha sido fletado por Baleària de acuerdo con el plan diseñado para atender sus servicios mientras recibe las unidades que tiene en construcción.

El nuevo buque de Baleària tiene una eslora de 138,9 metros, una manga de 24,2 metros, 11.700 tpm y una velocidad de 21 nudos. La bodega puede albergar en su interior 480 turistas o su equivalente en carga rodada. Destaca su espaciosidad en la zona de pasaje, gracias a sus 8 cubiertas. El número total de camarotes es de 385 distribuidos en varias cubiertas, y que permiten acoger a más de 800 pasajeros. Los camarotes pueden ser de distintas clases: de 2 a 4 personas, con literas y baño completo; de 2 personas con cama doble, baño completo, televisor y nevera; o los camarotes suites, que incluyen dos estancias, una con cama doble y otra con una tercera cama, una suite, baño completo, televisor y nevera



El *M/S Meloodia* es un ferry de pasajeros operado hasta ahora por la compañía Estonian Ferry de Tallin; usado para conectar Tallin (Estonia) con Helsinki (Finlandia). Fue construido en 1979 llamándose *M/S Diana II* para Rederi AB Slite para usarse en tráficos de Viking Line.

El *Diana II* fue construido en los astilleros Meyer Werft en Papenburg (Alemania); es básicamente una versión alargada de otros seis buques construidos en el mismo astillero para Viking Line a principios de los años 70 con acceso de vehículos por proa con *bow visor*. Inicialmente el *Diana II* estaba previsto que realizase la línea entre Turku (Finlandia); Mariehamn (Finlandia); Estocolmo

(Suecia); en junio de 1980 cuando fue entregado a Viking line realizó el tráfico Naantali (Finlandia); Mariehamn; Kappelskär (Suecia). El 5 de febrero de 1989 el *Diana II* se hundió parcialmente en el puerto de Kappelskär después de tocar el fondo y que sus sistemas de achique solo funcionasen a la mitad de su capacidad; fue reflotado y totalmente reparado.

En 1989 la nave fue vendida a PK Finans que la fletó a Slite hasta 1992 en que es fletado a TT Line para realizar la línea entre Trelleborg (Suecia) y Rostock (Alemania). El 13 de enero de 1993 en un temporal durante esta travesía el *bow visor* fue arrancado totalmente por las olas. En septiembre de 1994 el barco se vendió a Nordström & Thulin cambiando su nombre a *Vironia* usándose para cubrir el tráfico entre Tallin y Estocolmo que realizaba el junto con el *Estonia*, el *Estonia* se hundió ese mismo mes. Como resultado de este hundimiento el *Vironia* se renombra como *Mare Balticum* y se le rehace su *bow visor* incorporándose al servicio en noviembre de 1994. En junio de 1996 es reconstruido con una *bow gate* en arco y se renombra como *M/S Meloodia* realizando el servicio desde septiembre de 1996 entre Helsinki y Estocolmo para la compañía Tallink. Desde 2003 realiza el trayecto entre Helsinki (Finlandia) y Tallin (Estonia).





# Un nuevo antifouling respetuoso con el medio ambiente

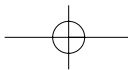
**GLOBIC SP-ECO es un novedoso antiincrustante sin estaño de altas prestaciones. Su exclusiva y revolucionaria composición mediante fibras ofrece unas excelentes propiedades mecánicas y una pulimentación controlada. Es decir, la mayor protección antiincrustante en las condiciones más severas.**

Este producto se ha ensayado en buques de todo tipo, mercantes, pesqueros, petroleros, graneleros, ferries, etc. Su tasa de pulimentación controlada facilita la actuación de los agentes antiincrustantes y proporciona superficies lisas sin defectos superficiales.

**GLOBIC SP-ECO El producto antiincrustante de su elección.**

*tecnología en acción*

# HEMPEL



## Visita del encargado de la Marina a Ferrol

Fernando Armada Vadillo, quien, desde septiembre del pasado año, es el nuevo almirante de la Flota, visitó Ferrol por primera vez desde que tomó posesión de su cargo al relevar al almirante Angel Tello Valero.

Durante su visita, estuvo conociendo en profundidad las unidades de la Flota presentes en Ferrol y las instalaciones militares de la Armada: las instalaciones del Arsenal, el polvorín de Mougá y las escuelas de especialidades Antonio de Escaño y la Estación Naval de A Graña. Se revisaron las unidades navales, fragatas, que conforma la 31 Escuadrilla de Escoltas y el buque de apoyo Patiño, destacado en el reciente despliegue en el Líbano.

Armada, destaca, de la misión del Líbano, la rápida capacidad de respuesta de las tropas puesto que considera que el gran adiestramiento y la alta disponibilidad debe ser una de las mejores características de nuestra Armada. Según él, la Armada se debe enfocar hacia el campo de la capacidad de proyección. Dicha capacidad la forman tres ramas: la anfibia, que depende de la Infantería de Marina, la aviación embarcada y los misiles Tomahawk, que se comprarán a EE.UU.

Armada comenta que existe un programa conjunto de renovación de la Infantería de Marina que también afecta a los tres ejércitos, a sus vehículos y sus misiles, pero dicha modernización deberá acomodarse a la modernización del sistema naval.

De esta modernización destacan las nuevas fragatas F-100, de las cuales se espera que la quinta entre en servicio en 2011. El jefe del Estado Mayor, el almirante general Sebastián Zaragoza Soto, ha optado por una sexta fragata F-106 aunque todavía no está aprobada, ya que depende de los recursos aunque con la F-106 habría dos series de seis fragatas entre Rota y Ferrol. Además recordar que se esperan el buque de proyección estratégica, el buque de aprovisionamiento de combate y el buque de acción marítima. Pero esta modernización también afecta a la rama submarina y la de aeronaves.

La llegada de los S-80, el primero estará en marcha en el 2012, supone un paso importante, ya que serán los mejores en el ámbito de los convencionales, sólo un paso por debajo de los de propulsión nuclear. Su propulsión independiente del aire (AIP) mejorará la discreción y autonomía. Además tendrán capacidad para determinadas armas de proyección sobre tierra (con misiles

Tomahawk), por lo que la fuerza submarina será mucho mejor que la actual. Dichos submarinos tendrán una eslora total de 71 m, un diámetro de 7,3 m y un desplazamiento en inmersión de 2.400 toneladas. Estos submarinos incluyen un sistema de combate totalmente integrado donde se operará desde consolas multifunción. Desde las que se podrá tener acceso al control de los sensores, así como a la información adquirida por ellos, a las funciones de Mando y Control de gestión de trazas y ayudas a la decisión y al control del Sistema de Lanzamiento de armas y a las propias armas, como es el caso de la filología de torpedos.

También se cambiarán los helicópteros, los nuevos NH-90, que se comprarán en un programa a medio plazo, sustituirán a los de la quinta y tercera escuadrilla, y hasta dentro de 10 o 15 años, no se podrán contar con ellos. Serán más sofisticados que los de otros ejércitos, ya que tendrán que aguantar condiciones de humedad y salinidad más duras.

Gracias a las F-100, comenta Armada, "estamos entre los mejores de mundo en lo referente a la preparación. En cantidad, por debajo del Reino Unido y Francia, podemos considerarnos los cuartos, casi empatados con Italia".

## El Sierra Nava encalla en la bahía de Algeciras

En los primeros momentos se desplazaron a la zona los remolcadores del puerto *Algeciras* y *Andalucía* para intentar reflotarlo; pero no pudo realizarse por el mal tiempo.

Como consecuencia de esta varada se ha producido un vertido del combustible del buque al dañarse uno de sus tanques de combustible.

Este vertido se concentra entre la punta San García y el contradique del puerto deportivo del Saladillo, dentro del Parque Natural del Estrecho, que se extiende a lo largo de 56 kilómetros entre el cabo de Gracia (límite occidental) y la punta de San García (extremo oriental).

El *Sierra Nava* es un buque frigorífico construido en

1991 por Hayashikane Dockyard Co. En Nagasaki (Japón); teniendo inicialmente el nombre de *Cottica*.

Actualmente es propiedad de Marítima del Norte y sus características principales son: Eslora total 108,81 m; eslora entre perpendiculares 99,8 m; manga 16,43 m; calado máximo de 6,5 m; 4.660 GT y 4.446 DWT

## El 70 % del gas consumido en España viene por mar

El 70 % del gas que se consume en España llega por vía marítima, la que dota de gran flexibilidad a nuestros abastecimientos energéticos y reduce riesgos, según se puso en relieve durante las jornadas del VII Curso de Transporte Marítimo y Gestión Portuaria celebrado en la Escuela Superior de Ingenieros Navales (ETSIN).

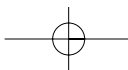
La diversificación del origen del gas se ha convertido en un factor estratégico, y en este caso, las cosas se han hecho bien en España en los últimos

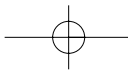
años, según la opinión del director del curso, Gerardo Polo, quien resaltó que hace tan sólo uno años la aportación del gas de Argelia que llega a España a través de gasoducto era del 60 % de nuestro consumo, mientras que en la actualidad éste porcentaje se ha reducido al 33 % a favor de los suministros que llegan por vía marítima.

Polo también afirmó que el desarrollo económico español depende del transporte, añadió que al

rededor del 50 % del coste del transporte marítimo se produce en puerto.

El papel de los buques y de los puertos en el desarrollo actual de la industria y del comercio y, en líneas generales, la interacción entre los distintos aspectos del transporte, son los principales temas a los que estaba dedicado este curso. La ETSIN ha vuelto a convocar este curso por séptimo año consecutivo debido al prestigio adquirido por sus contenidos a lo largo de sus anteriores ediciones.





## Pescanova no construirá en Galicia la piscifactoría de rodaballo

El rodaballo se ha convertido en el último gran interés de la acuicultura en España, segunda en importancia tras la dorada. En 2005 se sacaron de las granjas de nuestras costas 5.310 toneladas, lo que supone más del 75 % de la producción mundial en cautividad. De éstas, 4.700 salieron de Galicia principalmente a Francia, Italia o Alemania. La buena respuesta del mercado está haciendo que se multipliquen las granjas de todo el mundo y que países como China o Chile entren en el negocio.

El pasado mes de mayo, la Xunta de Galicia denegó la autorización a la empresa de Chapela (Pontevedra) para instalar una piscifactoría en el Cabo Touriñán, en Muxía (La Coruña). El espacio elegido por Pescanova estaba incluido en la Red Natura 2000, una red ecológica en la que la UE pretende conservar las especies y los hábitats más amenazados y ése fue el argumento empleado por la administración para rechazar la propuesta. Aunque, la Red Natura 2000 considera viable el comercio acuicultor siempre que se cumplan una serie de requisitos. Finalmente, esta piscifactoría

tendrá su emplazamiento en Mira, distrito de Coimbra, Portugal. La versatilidad del proyecto permitirá además hacer frente a la producción de otras especies en las que está trabajando desde hace tiempo, como por ejemplo, el lenguado.

Así se han rechazado 140 millones de euros de inversión en la comunidad gallega y 200 nuevos puestos de trabajo para los gallegos y que produciría más de 7.000 toneladas al año. También se preveían otras piscifactorías pero que tampoco se construirán.

Los proyectos que Pescanova suspende ahora son, primero, la ampliación de la granja marina de peces planos de Praia de Lago (Xove). La inversión prevista era de 17 millones de euros y se estimaba que la producción pasaría de 475 a 3.000 toneladas. El proyecto abarca una superficie de 35.967 m<sup>2</sup>.

El segundo proyecto, también en Xove, se trataba de una planta en Muras, que ocuparía una ex-

tensión de 76.000 m<sup>2</sup> con una capacidad de producción de 1.200 toneladas al año.

Finalmente, el tercer plan de Pescanova para la costa lucense se ubicaría en Penedo do Corvo, en Piñeira (Ribadeo). Consistiría en la creación de una granja marina de peces planos con una inversión prevista de 42.521.879 de euros. Abarcaría una superficie de 270.706 m<sup>2</sup>.

El proyecto que se llevará a cabo en Portugal, ocupará una superficie aproximada de 82 hectáreas y será también referente mundial en la aplicación de sistemas tecnológicos no utilizados hasta el momento en la producción de rodaballo.

Esta granja destacará por su moderna capacidad operativa, permitiendo la manufacturación de piensos y embalajes para abastecimiento de la planta, entre otros. Destaca también por una potente sala de procesado asociada para diversificar la línea de producto final derivada de la cría y engorde de rodaballo.

## El Sun 21 ya ha cruzado el Atlántico

WWF/Adena ha felicitado a los "helionautas" del *Sun 21*, por su llegada a la Martinica tras 5.000 km de travesía desde las islas Canarias.

Dicho barco, fue bautizado en octubre del 2006 en Basilea. A continuación navegó a lo largo del Rin hasta Amberes. Posteriormente se dirigió hacia el sur de España y finalmente partió desde Sevilla, en noviembre de 2006, donde llegó hasta las islas Canarias y dirigiéndose a Cabo Verde, y desde allí puso rumbo al Caribe, consiguiéndose así el reto que se propuso, el de cruzar el Atlántico. A continuación seguirá su travesía haciendo escala en Miami para después llegar a su destino, Nueva York. Allí tendrá lugar un Acto de Celebración del Poder de la Energía Solar y se entregarán los premios de Energía Limpia Sun 21. Con ello se pretende ser un escaparate mundial de buenos ejemplos en categorías como la cons-

trucción y la restauración, la movilidad, la agricultura, las políticas, la cooperación científica, el comercio, las actividades de las ONG.

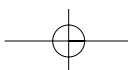
En su camino a Nueva York, Transatlantic21, asociación que financia el proyecto, busca la cooperación activa de organizaciones colaboradoras para la organización de eventos mediáticos y de difusión. Allí donde recale el *Sun21* el mayor número de gente posible debería recibirlo y visitarlo para aprender sobre energía solar. La llegada del barco puede ayudar a las organizaciones locales que trabajan en favor de la ecología y la sostenibilidad a promocionar sus propios proyectos.

La llegada del *Sun 21* coincidió con la publicación del cuarto informe del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) que ha hecho hincapié en la necesidad de actuar de forma enérgica en

los próximos diez años para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Por ello, iniciativas como la de este catamarán solar son fundamentales, ya que constituyen un símbolo para nuestra civilización sobre la necesidad de apostar por las energías renovables, dado que pueden dar respuesta a todas nuestras necesidades energéticas. En palabras de uno de los miembros de la tripulación, Martin Vosseler, "gracias a este viaje, estamos lanzando un claro mensaje sobre la llegada de la era solar".

Los paneles fotovoltaicos instalados en la cubierta del barco han permitido que durante los 6.400 km. recorridos desde Chipiona (Cádiz) hasta la Martinica, con escala en las islas Canarias, no se haya consumido petróleo, por lo que no ha habido ni emisiones a la atmósfera ni vertidos contaminantes al agua.





# GRANDES EN SUS PRESTACIONES

## LOS "PEQUEÑOS" DIESEL DE VETUS

Los deportistas entienden como ningún otro el arte de aprovechar óptimamente su tiempo libre. Todo se puede hacer sin obligaciones.

En un ambiente relajado y con calma descubriendo las mejores zonas de navegación y pesca. Con un motor marino diesel VETUS digno de su confianza, esto no es una ficción sino una realidad.

Y para el mantenimiento económico lo tiene usted asegurado por medio de una amplia red de servicios sobre todo el globo terrestre. Además, los VETUS diesel son tan ahorradores, que al principio le harán dudar sobre el indicador de nivel de carburante, pues parece que esté averiado por su bajo consumo.

Modelo	P.V.P. (Sin IVA)	Modelo	P.V.P. (Sin IVA)
M2.C5 (11 cv)	4.548,- €	M3.09 (25 cv)	6.337,- €
M2.D5 (13 cv)	4.729,- €	M4.15 (33 cv)	6.757,- €
M2.06 (16 cv)	5.600,- €	M4.17 (42 cv)	7.892,- €
VH4-65 (65,3 cv)	11.189,- €	VH4-80 (80,3 cv)	12.686,- € ... hasta 286 cv

(Los precios son con inversor base)



# vetus®

BOATING INSPIRATION

VETUS DEN OUDEN S.A. TEL. 93 711 64 61 FAX 93 711 92 04  
M. CRUSAFONT PAIRO, 14 - 08192 SANT QUIRZE DEL VALLES (BARCELONA)



[www.vetus.com](http://www.vetus.com)  
E-mail [vetus@vetus.es](mailto:vetus@vetus.es)



**IF IT CAN BE DONE...  
WE DO IT!**

**MetalSHIPS**  
& DOCKS  
RODMAN GROUP

Shipbuilding & Shiprepair

Ríos - Teis, s/n 36216 Vigo - España (Spain) - Telf./Phone: +34 986 811 800 / +34 986 811 827 - Fax: +34 986 452 961  
E-mail: [metalships@metalships.com](mailto:metalships@metalships.com) - Web: [www.metalships.com](http://www.metalships.com)

## Incat entega el catamarán ferry *Iyanough*

Gladding Hearn Shipbuilding de EE.UU. bajo licencia de Incat fabricante y diseñador australiano de catamaranes destinados al servicio de pasajeros ha presentado el *Iyanough* diseñado por Ben Hercus; esta embarcación será operada por *Martha's Vineyard and Nantucket Steamship Authority*. Los trayectos que realizará serán entre la isla de Hyannis y la isla de Nantucket en Massachusetts (EE.UU.); la periodicidad será de un trayecto cada hora de sol durante 9 meses al año. Esta línea está operada desde 1818 realizado el servicio de transporte en el día a día para los residentes ampliándose en verano para los turistas.

### Características de la embarcación

El *Iyanough* es un catamarán ferry construido en aluminio de calidad naval con 46,54 m. de eslora total; 41,07 m. de eslora de flotación; 11,90 m. de manga máxima y 1,6 m. de calado. Con 51 tpm puede navegar hasta 38 nudos siendo su velocidad de servicio de 32 nudos. Esta velocidad la desarrolla gracias a 4 Waterjets Hamilton



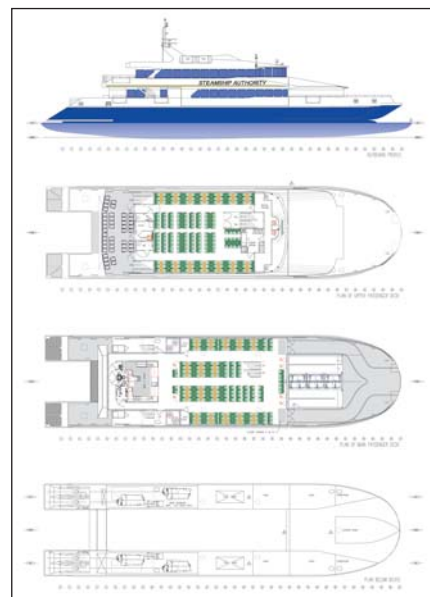
HM721 movidos por 4 motores MTU 12V 4000 M70 capaces de desarrollar 1.688 kW a 2.000 rpm cada uno. La máquina auxiliar consiste en dos electro-generadores diesel de 175 kW de Alaska diesel. Los sistemas de control han sido suministrados por Maritime Dynamics Inc. Su capacidad en tanques es de 16.820 litros de combustible y 1.367 litros de agua potable.

Existe una cámara de máquinas en cada casco a la que se accede por medio de escotillas; en cada cámara se sitúa 2 motores propulsores y un generador eléctrico. A proa de estas cámaras están los depósitos de fuel, dos tanques de lastre y el pique de proa. El sistema propulsor está diseñado de tal forma que en caso de fallo de uno de los motores, con los otros tres puede realizar una travesía completa a 31,5 nudos con total seguridad.

Puede transportar 389 pasajeros distribuidos en tres cubiertas; 166 en la cubierta principal interna con 6 asientos para minusválidos; 177 en la cubierta superior interior y en esa misma cubierta a popa en el exterior 46 pasajeros.

La cubierta principal actúa como cubierta de embarque que se realiza por la proa; a popa existe una tienda-cafetería; dos aseos y un aseo para minusválidos; en esta cubierta se encuentra el acceso a cuatro escaleras a la cubierta superior. En la proa antes del salón de butacas existe un espacio con sujeciones para 30 bicicletas y 20 carros de equipaje o 30 carros de equipaje.

En la cubierta superior a proa se sitúa el puente de navegación que ocupa toda la manga; junto al puente existe un cuarto de derrota con taquillas para la tripulación. La sala de butacas, dos aseos, los cuartos del aire acondicionado (uno en cada



costado), el almacén y el cuarto de baterías. A popa se sitúa una cubierta de paseo con mamparos móviles para proteger al pasaje de las inclemencias del tiempo.

Las salas de butacas y el puente de gobierno tienen cristalerías en todos sus lados; estas cristalerías son dobles y las ventanas del puente de gobierno son calefactadas al ser una embarcación destinada a navegar en zonas muy frías gran parte del año. El casco está reforzado para navegar en aguas con pequeñas capas de hielo y la cubierta de castillo está calefactada para evitar puentes de calor con la cubierta superior. Para hacer las travesías más agradables a los pasajeros se reducen las vibraciones de los motores por medio del uso de acoplamientos de caucho entre casco y superestructura.

## Plan de detección de grietas propuesto por DNV

La sociedad de clasificación Det Norske Veritas, advirtió que las grietas provocadas por la fatiga durante el pasado año se trata de un problema del que necesitan estar informados los armadores de los portacontenedores.

Los buques largos y estrechos, tales como los portacontenedores, se flexan más que muchos otros tipos de buques durante las travesías, y necesitan mayores cuidados a la hora de la distribución de pesos en las bodegas y tanques para reducir al mínimo las tensiones. También se encuentran sometidos a tensiones torsionales si se encuentran con situaciones adversas en la mar y con ello, el oleaje en proa puede contribuir a esfuerzos de fatiga e incluso fallos estructurales. Las grietas en los longitudinales se pueden propagar a las estructuras y placas vecinas del cas-

co, algo que puede suceder tanto en buques jóvenes como viejos.

La DNV alerta a los armadores de tales problemas, y tal y como señalaron el pasado mes de octubre, la fatiga en los costados del casco resulta un problema muy importante ya que en algunos casos la vida media de los buques llega a ser de menos de 10 años.

Durante la inspección de buques, DNV, sugiere que se realicen inspecciones regulares oculares, llevadas a cabo por el personal del buque, en áreas donde sea más probable que aparezcan grietas ya que sería un medio de prevención importante.

La sociedad ha desarrollado un esquema, el *Planned Inspection and Maintenance System*, en el

que se encuentra un manual específico de la inspección del casco de un portacontenedores para ayudar así a detectar las primeras muestras de grietas por fatiga.

Con este sistema, se puede conseguir descubrir una grieta en un buque de cinco años. Se precisa que tal régimen de inspección puede ser decisivo, ya que en el momento de que una grieta se manifieste visiblemente significa que cerca del 90 % de la vida de la estructura ya ha transcurrido.

Se espera que la investigación de las causas del incidente del *MSC Napoli* también se tenga en cuenta cuando el buque encalló en un arrecife de coral en el 2001 cuando CMA CGM era su dueño y si tiene que ver con los problemas en la estructura del buque.

## Novedades de Wärtsilä Ibérica presentadas en SINAVAL 2007

Wärtsilä Ibérica estuvo presente en la edición de SINAVAL 2007 donde mostró los siguientes equipos:

- Wärtsilä AUXPAC 654W4L20: Los Wärtsilä Auxpac son sistemas que cubren una corriente eléctrica de salida de 500 a 2.800 kW para 50 ó 60 Hz. Se presentaron un amplio rango de grupos generadores que destacan por su alta fiabilidad, facilidad de instalación (*plug and play*), un elevado rendimiento y economía de funcionamiento muy buenos quemando HFO en buques portacontenedores, petroleros y buques de carga general.

- Efficiency Rudder: este dispositivo está en operación en numerosas instalaciones consiguiendo una gran maniobrabilidad y un mínimo consumo de combustible.

Los efectos que tiene son:

- Gracias a la reducción de la velocidad de entrada a la hélice, especialmente cerca del cubo, la hélice puede trabajar con mayor eficacia.
- Una mejor uniformidad y menor estela reducen las pérdidas en energía cinética.
- La resistencia del cubo se reduce evitando la separación del flujo comparada con la existente en una convencional.

- Un perfil más afinado del timón y una reducción en el tamaño del tronco reducen la resistencia del timón.

Todos estos efectos contribuyen a reducir la energía necesaria para mantener el mismo empuje del propulsor. El resultado es una reducción del orden del 3 al 7 % del consumo de combustible. Además se reducen las vibraciones y el ruido abordo.

- Pala LIPS para hélice CPP: SE trata de una pala *very high skew* para hélice de paso controlable producida en las instalaciones de Wärtsilä Propulsion Spain en Maliaño (Cantabria).

## Amplia gama de servicios del grupo Orero

El grupo Orero es una empresa de carácter familiar fundada por D. Salvador Orero Monzonis a finales de los años 30. En los años 40 fundaron una empresa de efectos navales y en los 70 la empresa diseñó y construyó una embarcación con equipos de pesca, propulsión y maniobra revolucionarios para la época, los cual le valió una mención de la FAO.

Hoy en día construyen buques de hasta 27,5 metros de eslora para lo que se realizó un estudio de optimización de formas hidrodinámicas en colaboración con el Canal de Ensayos Hidrodinámicos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales de Madrid.

En el año 2002 la empresa recibió el premio "Mejores iniciativas empresariales 2002" en el apartado de calidad.

El grupo Orero está formado por un grupo de empresas que operan en distintos sectores económicos. La división naval, cuenta con las empresas:

- Oremar: taller mecánico de reparación y montaje de barcos de pesca y recreo.
- Asfibe: astillero de construcción y reparación de embarcaciones de poliéster reforzado con fibra de vidrio.

- Patror: Sociedad Naviera propietaria de 5 barcos pesqueros con puerto base en Benicarló.

- Nautica Oremar: cuenta con tienda especializada, taller y varadero.

Se encuentran ubicados en la localidad de Benicarló, provincia de Castellón.

Las instalaciones principales se encuentran situadas en el Puerto de Benicarló. Cuentan con 12.000 m<sup>2</sup> de explanadas de trabajo, 4.000 m<sup>2</sup> de naves pertenecientes a Asfibe y Oremar y dos *travel-lift* de hasta 220 t.

Las instalaciones fuera de puerto cuentan con 8.000 m<sup>2</sup> de naves y 10.000 m<sup>2</sup> de explanada de trabajo.

Oremar y Asfibe ofrecen múltiples servicios en el campo profesional y de recreo.

Además, el grupo cuenta con servicios jurídicos y financieros, además de la confección y tramitación de proyectos técnicos y administrativos. En el ámbito naval destacan:

Servicio de Varadero:

- *Travel-lift* de 220 t.

- Pintado de obra viva y muerta
- Limpieza de fondos

Remotorizaciones y reformas

- Reformas y reparaciones de cascos y superestructuras en acero, madera y PRFV.
- Mejoras hidrodinámicas en carenas
- Cambio de motores propulsores y auxiliares
- Cambio de reductores-inversores y reductores para palas orientables
- Instalaciones eléctricas y electrónica de control
- Instalaciones hidráulicas y neumáticas
- Trabajos de calderería y mecanizado en acero inoxidable y aluminio.

Suministro y montaje

- Maquinillas de pesca (fabricación propia)
- Grúas
- Palos de maniobra
- Hélice de atraque
- Chigres y molinetes

Reparación:

- Motores diesel (agentes oficiales de Caterpillar y Scania)
- Reductores (agente oficial Reintjes)
- Maquinillas de cubierta

## Plásticos biodegradables más ecológicos, para construir los coches y barcos del futuro

El ministerio de Comercio e Industria británico (DTI) va a aportar 278.000 libras (más de 400.000 €) al fondo de 777.000 libras (1.150.000 €) del plan Combine (iniciales de *Commingled Biomaterials from Nature*), para desarrollar nuevos plásticos ligeros y resistentes. Este plan está coordinado por NetComposites, una empresa británica dedicada a la fabricación de nuevos bioplásticos futuristas.

Al anunciar este proyecto, el viceministro británico de Ciencia e Innovación, Malcolm Wicks, declaró: "Los plásticos normales tienen una vida media de miles de años. Los plásticos que salgan de este proyecto serán ligeros y resistentes, pero estarán hechos de plantas, lo que quiere decir que, en su momento, se degradarán formando productos inocuos. Se ha trabajado mucho para fabricar motores de coches más ecológicos, pero éste es un paso más para crear plásticos ecológicos para los coches e incluso cápsulas para niños, que son las que emplean los servicios médicos en caso de emergencia".

"Debemos hacer mención además a las ventajas competitivas que esta tecnología puede tener para la economía británica. A través del programa Technology que dirige el DTI, estamos colaborando con las empresas para desarrollar los productos y servicios que vamos a necesitar en el futuro".

Gordon Bishop, director general de NetComposites, dijo: "El proyecto Combine trata de desarrollar plásticos de altas prestaciones a partir de las plantas, para componentes estructurales como las puertas de los coches, mediante innovadoras combinaciones de fibras naturales y bioplásticos.

Vamos a hacer además que esos plásticos sean biodegradables, y por primera vez tendremos materiales y productos estructurales a partir de recursos renovables".

El resultado de este proyecto será una nueva generación de plásticos de fibras naturales, que en sí mismas no son tan fuertes como para poderlas

utilizar en elementos estructurales. El proyecto va a durar dos años y medio y va a desarrollar un prototipo de techo del puente de un barco y una incubadora para bebés.

Pero además, NetComposites dirige otro consorcio llamado FuturePlas (iniciales de *Future Generation Polastics for Ultimate Sustainability*), que va a desarrollar una nueva generación de plásticos más fuertes y ligeros, reciclables, incorporando al plástico fibras de alta resistencia. En este otro proyecto, también de dos años y medio, se va a fabricar un prototipo de casco protector industrial y la parrilla de un coche, pensando en que los coches hechos de materiales más ligeros consumirán menos. Este proyecto está también financiado en parte con una subvención de 316.000 libras (más de 465.000 €) del DTI.

NetComposites ha fundado una compañía filial, Aptiform, que fabricará los componentes para este nuevo tipo de materiales.

**Gareplasa**  
Gallega de Recubrimientos Plásticos, S. A.

**PLASTIFICADO DE SUPERFICIES METALICAS**

Polígono de POCOMACO D-31  
Tel.: (981) 29 73 01  
Fax (981) 13 30 76  
15190 MESOIRO (La Coruña)

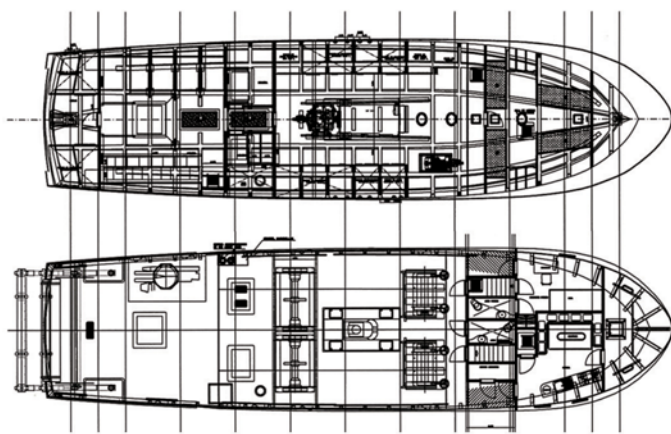
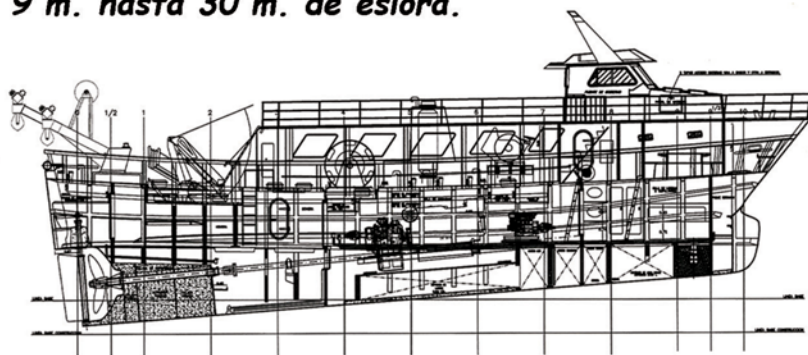
Empresa **UBICADA** en la Comunidad Autónoma Valenciana en la localidad de Benicarló provincia de Castellón.



Cuenta con 12.000 m<sup>2</sup> de explanadas de trabajo, dos Travel-lift de hasta 220 Tm, 4.000 m<sup>2</sup> pertenecientes a **OREMAR** y **ASFIBE**.

LATITUD: 40° 25' N  
LONGITUD: 0° 26' E

**CONSTRUIMOS** su embarcación desde 9 m. hasta 30 m. de eslora.



Avda. Marqués de Benicarló 39 . 12580 BENICARLÓ (Castellón)

Tel. 964 46 72 62 . Fax 964 47 44 17 . e-mail: [administracion@oremar.net](mailto:administracion@oremar.net) [www.oremar.net](http://www.oremar.net)





## Austal bota el *Hull 615* de Hawaii Superferry

Austal ha conseguido un nuevo reconocimiento gracias a la construcción del *Hull 615*, un *fast-ferry* de 107 metros de eslora para Hawaii Superferry.

La botadura tuvo lugar en Mobile, Alabama. Se partió de un dique seco flotante al que fue trasladado el buque desde la grada de construcción a pie de mar en la bahía de Mobile River. Una vez asegurada la alineación del dique seco se procedió a empujar dicho buque al mismo, bajo la supervisión de los operarios especialistas encargados de mantener una distribución de pesos uniforme en todo momento. Este dique seco fue después remolcado hacia mar adentro para la puesta a flote del ferry y después fue remolcado de nuevo al lado del astillero de Austal.

También el día de la botadura Hawaii Superferry mostró la nueva imagen de los buques de la compañía y está clasificado por Germanischer Lloyd.

El ferry ahora realizará las pruebas de mar y los últimos trámites y posteriormente se trasladará hasta Hawaii donde comenzará a dar servicio en la línea regular entre Honolulu, Maui y Kauai en tres horas y desde Honolulu a Big Island en aproximadamente 4 horas.

Está propulsado por cuatro motores MTU 20V 8000 M70 de 8,200 kW (10,996 hp), con cuatro Kamewa 125 S11, con lo que conseguirá una velocidad de servicio de 35 nudos al 90% MCR. El primer *superferry* de Hawaii es el mayor construido en aluminio en EE.UU. hasta la fecha. Algo que deja patente la importancia de Austal desde que se asentará en EE.UU. en el 2000 ya que cuenta con 19 años de experiencia en Australia.



### Características principales

Eslora total:	106,5 m
Eslora en la flotación	92,4 m
Manga de trazado	23,8 m
Calado de trazado	9,4 m
Peso muerto	800 t
Pasajeros	866
Tripulación	Según lo establecido por USCG
Vehículos	282 coches ó 28 camiones de 12 metros y 65 coches
Cargas axiales en el carril central	16,5 t (1 eje) / 13,2 t (2 ejes)
Cargas axiales en los carriles exteriores	9,9 t (1 eje) / 13,2 t (2 ejes)
Altura de la cubierta de carga	4,6 - 4,7 m
Gálibo con entrecubiertas alzadas	4,6 - 4,7 m
Capacidad de combustible	215.000 l

Este *superferry* será superado por los dos trimaranes de 127 metros para Littoral Combat Ships que se encuentran actualmente en construcción para la marina estadounidense también en Austal USA.

La construcción de este *superferry* comenzó en junio de 2004. La confirmación de la construcción de dos buques de este tipo se formalizó en octubre de 2005 y que se ha completado rápidamente. La construcción del segundo buque se espera estar finalizada para principios de 2009, después de la botadura del primer buque de Littoral Combat Ship.

El buque posee cuatro cubiertas, en las que se encuentran dos de carga rodada, otra para los pasajeros y la cubierta del puente reservada para la tripulación de abordaje. La segunda cubierta o la cubierta del entresuelo es izable para facilitar la entrada de carga rodada más ligera y dejar un espacio máximo de estacionamiento para la carga rodada más grande. La cubierta superior o la de pasajeros incluye un par de bares, máquinas expendedoras de alimentos, tiendas de regalos, zona de videojuegos, áreas de juego para niños pequeños, zonas de descanso, el comedor de la tripulación, la oficina del sobrecargo y una enfermería de primeros auxilios.

El buque se encuentra propulsado por cuatro motores principales MTU 20V 8000 M70 acoplados a cuatro reductoras ZF53000. La maniobrabilidad está asegurada por medio de cuatro *waterjets* independientes Kamewa 125 S11.



## El desafío *Hipatia* ciencia y tecnología al servicio del medioambiente

El desafío *Hipatia* es un proyecto español que busca dar a conocer internacionalmente la capacidad científica y tecnológica, dando la vuelta al mundo en el sentido norte-sur y viceversa, circunnavegando la Antártida y los hielos Árticos, por primera vez en la historia. Para ello construirá un velero con un novedoso sistema de construcción naval; este velero realizará el viaje con medios de propulsión naturales con la fuerza del viento para mover las velas y para producir H<sub>2</sub> que se almacenará en pilas de combustible. Este hidrógeno también se producirá por biocombustible y energía solar.

Como complemento a estos objetivos se busca sensibilizar a los Medios de Comunicación y al público que las regiones polares son parte integrante del sistema terráqueo y guardan relación con el sistema climático mundial, el nivel del mar, los ciclos biogeoquímicos y los ecosistemas marinos. Todo ello en el marco de la declaración de la UNESCO, de los años 2007 y 2008 como años Polares Internacionales. De forma que se realizarán diferentes experimentos científicos en el círculo polar Ártico y en el Antártico.

El presupuesto del proyecto está en torno a los 6 millones de Euros, estando implicados más de 200 personas. La iniciativa tiene el apoyo de la Comisión Española de Cooperación con la UNESCO sino también el soporte de empresas como Acciona, Arcelor, Air Liquide, Composysten, Danfoss, Esab, Fagor/Edesa, Furuno, Telefónica, Incorr, Repsol, Volvo o Xantres. A su vez el proyecto está respaldado por organismos públicos como el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, el Instituto Nacional de Tecnología Aeroespacial, el Instituto Nacional de Meteorología, CIEMAT, la Armada Española, FO-MAR; y diferentes facultades de la Universidad Politécnica y de la Complutense.

A la hora de plantear su diseño el barco ha tenido estas exigencias: visión de 360° desde su interior, capacidad para 15 personas, gobierno con tripulación reducida, mínimo calado para poder navegar en ensenadas, apto para la navegación polar, que el mantenimiento y las reparaciones pueda realizarse a bordo, espacio para experimentación y observación, con climatización para soportar temperaturas extremas, respetuoso con el medio ambiente y totalmente autónomo.

Características técnicas	
Eslora total	32 m
Eslora en flotación	30 m
Manga máxima	8 m
Manga en flotación	7,4 m
Calado	2,8 m
Desplazamiento	68,5 t
Superficie vélica	450 m
Lastre	22 t



Como consecuencia de estos requisitos el barco es un velero monocasco, diseñado para ser construido en acero (ENSACOR), con dos orzas (permite vararle sin perder la verticalidad), con un sistema neumático de elevación de la línea de flotación, amplio hangar en popa y de sala de máquinas, sistema de climatización por suelo y paredes radiantes, taller de mantenimiento, hélices retráctiles y maniobra servo asistida.

El proyecto del velero es el resultado de la investigación de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales de la Universidad Politécnica de Madrid. A la cabeza del equipo están el catedrático de Construcción Naval, Francisco Fernández González, y Francisco Molleda Sánchez, catedrático de Materiales, junto con sus respectivos colaboradores. Los planos finales son responsabilidad del equipo de investigación de Jesús Valle Cabezas, Francisco L. Pérez Arribas e Ignacio Trejo Vargas. Actualmente, según los responsables del proyecto, se están realizando las pertinentes pruebas en el Canal de Experiencias Hidrodinámico de El Pardo (Madrid), con un modelo de la embarcación. Al finalizar estas pruebas se construirá la embarcación en el plazo récord de un mes.

Se espera que en octubre de 2007 zarpará desde el Museo Náutico Ría de Bilbao, para recorrer el litoral del Mediterráneo y posteriormente navegará por el Atlántico. El velero saldrá de las Islas Canarias y se dirigirá a Brasil y Argentina antes de cruzar la Antártida, desde donde irá a Nueva Zelanda y cruzará el pacífico hasta adentrarse por el Ártico a través del Estrecho de Bering. De esta forma, se convertirá en el primer barco que dará la vuelta al mundo de sur a norte cruzando los pa-

rales terrestres; el que se pueda realizar este trayecto es porque los casquetes polares han llegado a su nivel más bajo en décadas debido al calentamiento global.

El periplo de este barco incluye la participación en el proyecto científico GLACKMA, cuyo fin es la medición *in situ* de la descarga líquida de los glaciares, y la participación en el proyecto CAZIC, junto con otros 25 países. Colaborará en el estudio de circonitas polares que no han sufrido alteraciones y que constituyen depósitos de información excepcionales relativos a estados anteriores de la Tierra. Se tomarán muestras de hielo para un proyecto de investigación sobre cuevas polares y se realizará la búsqueda de restos del naufragio de tres barcos españoles de guerra en la zona de Cabo de Hornos en el siglo XVIII.

La nave llevará el nombre de la sabia Hipatia; que se considera la primera mujer matemática, nacida cerca del año 370 d.C. Hija de un filósofo matemático quien quería crear un ser humano perfecto y por ello adiestró a su hija tanto física como mentalmente. En la escuela de Atenas se convirtió en maestra y se hizo muy popular como matemática. Escribió varios ensayos destacando: *Sobre el Conon Astronomico* de Diafanto donde trata de ecuaciones de primero y segundo grado. Creó el astrolabio y la esfera plana. Inventó un aparato para lograr agua destilada, uno para medir el nivel del agua y uno para determinar el peso específico de los líquidos. Nunca se casó, siendo mal vista por la jerarquía eclesiástica; Cyril patriarca de Alejandría la mandó a matar en el año 415 d.C.

## las empresas informan

# Ajustador axial para rueda de timón de Vetus

Vetus Den Ouden N.V. de Schiedam, Holanda, ha introducido recientemente el ajustador para extensión de bomba que puede ser usado con sus sistemas hidráulicos. Con esta mejora del equipo permite los movimientos longitudinales de la bomba de la dirección hidráulica.

Esta nueva unidad, cuya referencia es HS1000, permite que la rueda del timón se ajuste en una longitud total de 90 mm (tres posiciones de 30



mm de distancia de cada una). De esta manera, la posición ideal de la rueda del timón se consigue fácilmente, tanto en la posición de gobierno sentado como de pie.

Este ajustador de la dirección hidráulica ha sido desarrollado para uso con bombas Vetus tipo HTP. Las partes visibles están fabricadas en acero inoxidable (AISI 316) y los componentes deslizantes están fabricados en fibras especiales.

# Alava Ingenieros presenta las nuevas cámaras de termografía de Flir Systems

Alava Ingenieros, presenta las nuevas cámaras de termografía de bajo coste de su representada Flir Systems. Los sistemas de termografía se han convertido en una herramienta de trabajo indispensable en el mantenimiento predictivo y peritaje de barcos tanto comerciales como recreativos. Estos sistemas ayudan a prevenir problemas y a sustituir el mantenimiento correctivo, así como a mejorar la seguridad de las instalaciones.

El fin de la termografía en esta aplicación es la de prevenir fallos inesperados que supongan pérdidas de tiempo y dinero. Estos modelos, incorporan los últimos avances tecnológicos para la automatización de las inspecciones por infrarrojos, desde la captura de imágenes en campo hasta la generación automática de los informes.

Gracias a sus prestaciones de medida, facilidad de

manejo y a su calidad de imagen se puede realizar mantenimiento eléctrico (cuadros eléctricos, sistemas de corriente alterna y continua), mantenimiento mecánico (motores, rodamientos, cojinetes, refrigeración), verificación del estado del casco (acumulación de agua en la estructura, delaminación de la fibra de vidrio, fracturas en la madera...), control y verificación de los sistemas de propulsión,...

# Nuevos elementos de suspensión de Trelleborg Industrial AVS

Trelleborg Industrial AVS ha lanzado al mercado un nuevo modelo, con grandes prestaciones, dentro de su gama Cushymount™, diseñado especialmente para proporcionar un gran amortiguamiento de las vibraciones en motores y generadores marinos.

Llamado Metalastik® Cushymount™ XK, este ensamblaje es un mecanismo de seguridad diseñado para una excelente amortiguación de las vibraciones con la alta capacidad de carga y desviación además de poseer una vida de servicio larga. Puede ser puesto a punto tanto a lo transversal como longitudinal tan sólo girando el montaje 90°, sin necesidad de taladrar de nuevo. Lleva integrado un amortiguador que se ajusta, limitando así los movimientos horizontal y vertical del equipo que sostiene sin necesidad de dispositivos externos. El montaje de este dis-



positivo consiste en cuatro gomas que rodean a unas arandelas de metal que soportan esfuerzos cortantes y presiones para proporcionar unas propiedades óptimas de las desviaciones de las cargas en dirección vertical y horizontal. El cierre estanco de goma que lleva dentro de los bastidores sirve también para protegerlo contra la contaminación y el daño físico.

Se ha cubierto una amplia gama de cargas y flexiones mediante unidades de tamaños pequeños que emplea tres tipos de resorte diferentes según la rigidez de los compuestos de goma empleados.

El margen de carga va desde los 35 a los 60 kN y el montaje resiste cargas de hasta 180 kN en todas direcciones sin deformarse. Existe también un modelo capaz de resistir golpes de hasta 300 kN.

## Compass lanza TDYN 5.0

Compass Ingeniería y Sistemas, ha lanzado la nueva versión 5.0 de TDYN, un programa capaz de reproducir de forma virtual y precisa los problemas de dinámica de fluidos y multifísica, para sectores desde la construcción naval, de la ingeniería civil e industrial o la aeronáutica. Esta versión sigue manteniendo la posibilidad de analizar fluidos con propiedades físicas variables, definir fuerzas externas que actúan sobre el fluido, resolver problemas de transporte de sustancias o analizar la transferencia de calor por convección natural o forzada en fluidos y su conducción en sólidos.

Entre sus novedades, incluye un nuevo módulo de cálculo de problemas con superficie libre, basado en la tecnología "Overlapping Domain Decomposition Level Set" (ODDLS), desarrollada por Compass, permite, resolver problemas con grandes deformaciones de la superficie libre con gran exactitud, incluso empleando mallas no estructuradas. Así mismo, integra un módulo, denominado ALEMESH, capaz de realizar la simulación de problemas con interacción fluido-sólido rígido, gracias a la incorporación de diversas estrategias de actualización y movimiento de mallas neces-

rias para el cambio de geometría, que se realizan de forma automática.

Cabe destacar además, el desarrollo de una nueva interfaz de programación Tcl, que permite la programación de tareas repetitivas o incorporar procesos propios del usuario, así como el acceso a características avanzadas como la posibilidad de realizar operaciones con las estructuras de datos internas del programa durante el proceso de cálculo y la comunicación con programas externos.

## Nueva línea V de iluminación interior de Vetus

Vetus Den Ouden N.V. de Shiedam, Holanda, ha introducido recientemente un nuevo diseño de la gama de iluminación interior para diferentes estancias: salón, cocina, camarotes y puesto de mando.

Los accesorios están fabricados en aluminio anodizado, pulido a mano. Los tres modelos de luces de techo están disponibles con reflectores fijos o giratorios. El hueco que requiere es de 45 ó 55 mm. Además hay de mamparo o empotrables, montados dando luz hacia abajo, y una luz de carta flexible.



Todos los modelos se han diseñado para un reflector de bombilla halógena. Las bombillas están disponibles para instalaciones de 12 y 24 voltios.

Aunque no hay estándares de la CE para la iluminación en el interior de una embarcación de recreo, todas las luces halógenas Vetus cumplen con la normativa existente para el uso doméstico (CE/ENEC). Todos los cables están provistos de una protección ignífuga y disponen de doble aislamiento.

# ZAMAKONA




ISO 9001



EMPRESA CERTIFICADA

ISO 14001



EMPRESA CERTIFICADA



## D

## Fasaia

# Reparación y Transformación de Buques



**BILBAO - SAN SEBASTIAN (PASAIA) - ISLAS CANARIAS**  
 Bordalaborda s/n - P.O.Box: 108 - 20110 PASAJES - Guipúzkoa (Spain) Tlf. (+34) 943 344 100 - Fax: (+34) 943 515 296 www.astilleroszamakona.com

medio ambiente

## Impacto Medioambiental del Sector Marítimo: Emisiones Atmosféricas

### España, pionera en armonizar la legislación con la estricta normativa europea sobre esta materia

La actividad del sector marítimo, al igual que la de la mayoría de sectores industriales y productivos, entraña un riesgo para el medioambiente. Es evidente que toda actividad económica que entrañe este tipo de riesgos necesita contar con una regulación en esas materias.

En los últimos años, la promulgación de normativas, europeas e internacionales, referidas a aspectos tan importantes como, entre otros, la limitación de emisiones a la atmósfera en grandes instalaciones de combustión y en el transporte o la calidad de los combustibles a utilizar, ha permitido mejorar notablemente, la calidad del aire de la Unión Europea.

Sin embargo, el transporte marítimo había quedado, hasta ahora, al margen de la legislación sobre emisiones contaminantes a la atmósfera. Ello ha venido propiciado por el hecho de que se trata de un modo de transporte más favorable para con el medio ambiente que el resto de alternativas existentes.

Así, aunque el sector del transporte es el responsable de aproximadamente un 28 % de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera en la UE, la carretera genera más del 80 % de estas emisiones, mientras que el transporte marítimo se mantiene en este campo como el modo menos contaminante: 0,479 gr/(t x km) de CO<sub>2</sub> por carretera, frente a 0,036 por buque, es decir, 13 veces menos.

Lo mismo puede decirse de las emisiones a la atmósfera de óxidos de nitrógeno (NOx). Del total de este tipo de emisiones en la Unión Europea, el 51 % procede de los vehículos por carretera y sólo un 12 % de los otros medios de transporte.

Sin embargo, el transporte marítimo es el modo que utiliza combustibles con mayores porcentajes de SO<sub>2</sub>, y solamente con una drástica reducción del contenido de azufre de los fuelóleos para buques o con la implantación en éstos de sistemas de depuración de gases de escape, sería posible equipararse con los modos de transporte terrestre.

Durante el año 2005 entraron en vigor dos importantes normas que pretenden reducir, de manera muy notable, las emisiones atmosféricas



procedentes de los buques: en mayo de 2005, el primer paquete de *normativa internacional específicamente relativa a la contaminación atmosférica ocasionada por los buques, el Anexo VI del Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación del Mar desde Buques (MARPOL)* y el 6 de Julio la UE promulgó la *Directiva 2005/33/CE sobre el contenido de azufre de los combustibles para uso marítimo*.

El Anexo VI se refiere a la prevención de la contaminación atmosférica por los gases de exhaustación de los motores y los vapores de las cargas líquidas. Entró en vigor el 19 de mayo de 2005 y a 31 de diciembre de 2006 había sido ratificado por 37 Estados con el 72,26 % del tonelaje de la flota mundial. Se aplica a todo buque de GT  $\geq$  400 que realice viajes internacionales, y fija una serie de medidas encaminadas a controlar las emisiones a la atmósfera producidas por los mismos, no sólo de azufre, sino de otras sustancias contaminantes.

El Grupo de Trabajo 12 del VIII Congreso Nacional de Medio Ambiente, del que forman parte miembros del Comité de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España, ha estudiado la situación actual de los buques en relación con los principales contaminantes atmosféricos, gases de efecto invernadero y sustancias que agotan la capa de

ozono, y las repercusiones técnicas y económicas que, para el sector marítimo, tiene la aplicación de la normativa medioambiental sobre la calidad del aire.


El resultado de este trabajo ha quedado recogido en el documento de trabajo "Impacto Medioambiental del Sector Marítimo" que ha sido recientemente editado el Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos bajo el título de "Aire Limpio y Sector Marítimo". En los próximos meses, tenemos previsto publicar, en la Revista de Ingeniería Naval, cada uno de los capítulos que componen dicho trabajo:

- **Emisiones de óxidos de carbono.** El CO<sub>2</sub> es el principal causante del llamado efecto invernadero. Sus emisiones están directamente ligadas al consumo de combustible, y aunque no existe mucho margen adicional de mejora para un modo que ya ha reducido, en los últimos 30 años, un 60 % sus emisiones de óxidos de carbono por tm x km transportada, el documento analiza las alternativas existentes mediante el uso de tecnologías convencionales, así como el posible aprovechamiento de otras fuentes de energía, como por ejemplo el viento.

- **Óxidos de azufre.** Es, sin lugar a dudas, el talón de Aquiles del transporte marítimo, en lo que a medio ambiente y sostenibilidad se refiere. Sus

# EXPOMAR

XII FERIA MONOGRÁFICA NÁUTICO PESQUERA




XORNADAS TÉCNICAS  
VIII ENCONTRO EMPRESARIAL

CÁMARA DE MÁQUINAS  
INDUSTRIA NAVAL

EQUIPAMIENTOS DE CUBIERTA, CASCO Y CARGA

ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA NAVAL

EQUIPAMIENTOS ESPECIALES PARA BUQUES




EQUIPAMIENTOS DE HABILITACIÓN





EQUIPAMIENTO DE PROCESOS Y CONSERVACIÓN EN BUQUES PESQUEROS




NÁUTICA




OTRAS ACTIVIDADES ANEXAS



**BURELA,**  
17-18-19 y 20  
MAYO 2007

Oficinas: Avda. Arcadio Pardiñas, 137  
 Domicilio Social: Rúa Pardo Bazán, 6 - 27880 BURELA (Lugo)  
 Tel: 982 58 62 32 - Fax: 982 57 50 61  
 e-mail: expomar@expomar.com http://www.expomar.com

emisiones no son, hoy por hoy, un problema de ámbito mundial, sino que afecta especialmente a aquellos ecosistemas que no tienen capacidad para neutralizar las deposiciones ácidas. Este es el caso de las costas del Mar del Norte y el Mar Báltico, regiones de geología granítica, donde la lluvia ácida se ha convertido en un problema medioambiental de primer orden en los últimos años. Por el contrario, en el sur de Europa, el suelo es esencialmente básico y capaz de neutralizar dichas lluvias. Por ello, el Anexo VI de MARPOL, que establece un límite máximo general (mundial) del contenido de azufre en los combustibles marinos del 4,5 %, contempla un límite más exigente, del 1,5 %, en aquellas zonas que hayan sido designadas formalmente por la OMI como Zonas de Control de Emisiones de SOx (*Sulphur Emission Control Areas - SECA*). Actualmente existen dos SECAs establecidas, precisamente en las zonas del mar Báltico y del Mar del Norte.

**- Óxidos de nitrógeno.** El transporte marítimo es responsable de menos de un 10 % de las emisiones de óxidos de nitrógeno a la atmósfera en la UE. El Código Técnico sobre este tipo de emisiones establece procedimientos obligatorios de prueba, reconocimiento y certificación de los motores marinos, fijando límites en las emisiones de óxidos de nitrógeno. Se aplica a motores diesel con potencia superior a 130 kW, que no sean los utilizados únicamente en situaciones de emergencia, instalados en buques construidos el 1 de enero de 2000 o posteriormente o hayan sido sometidos a una "transformación importante" en esa fecha o posteriormente. Ello ha permitido que en los últimos años se hayan reducido considerablemente las emisiones a la atmósfera de esta sustancia contaminante aunque, como se desprende del trabajo realizado, existe todavía margen de mejora.

**- Emisiones de Halones y de Compuestos Clorofluorcarbonados (CFCs).** Han sido unos de los principales causantes de la destrucción de la capa de ozono. El Anexo VI de MARPOL prohíbe las emisiones deliberadas de estas sustancias, así como las instalaciones en buques de nuevos equipos que las contengan, con la excepción de los CFC, que están permitidos hasta el 1 de enero de 2020.

**- Compuestos Orgánicos Volátiles (COV).** Liberados durante el almacenamiento y operaciones de carga y descarga de hidrocarburos, contribuyen al efecto invernadero y a agotar la capa de ozono. El Anexo VI de MARPOL exige que existan, en puertos y terminales, sistemas de control de este tipo de emisiones aprobados por las administraciones responsables y que funcionen en condiciones adecuadas de seguridad.

Por último, se ha dedicado una parte del estudio a los principales problemas de contaminación atmosférica de las factorías navales, las emisiones de partículas primarias en suspensión y las emisiones de compuestos orgánicos volátiles, debidas a los procesos de tratamientos de las superficies de acero de los buques, chorreado con aire presión por medio de granalla o áridos y el pintado con pinturas de gran rendimiento y alto contenido de disolventes. Se ha hecho un recorrido por la normativa ambiental reciente que intenta reducir las concentraciones de partículas en suspensión en la atmósfera y la disminución de los porcentajes de disolventes en las pinturas. Asimismo, se ha expuesto el estado actual de la búsqueda de nuevos procedimientos de chorreado de superficies de acero que, acercándose a la eficacia del chorreado con granalla, reduzcan drásticamente la emisión de partículas.

Como es sabido, la política de transportes de la Unión Europea apuesta por una mayor participación del modo marítimo, considerado el más sostenible, en los transportes entre sus Estados miembros (*Short Sea Shipping, SSS*). Ello ofrece, indudablemente, oportunidades de desarrollo del SSS que pueden resultar muy positivas para los sectores marítimos en la UE. No obstante, es evidente que, para mantener su credibilidad, el sector debe mantenerse a la vanguardia de las nuevas tecnologías, procedimientos y sistemas, que le permitan consolidar su situación privilegiada, al mismo tiempo que ganar terreno al competitivo modo terrestre. Éste es uno de los mayores retos que el sector debe abordar en los próximos años.

## copa américa

# Reglamento de la Copa América

por Pablo Ruiz de Aguiar Díaz-Obregón

La competición para la disputa de la Copa América está estructurada en dos regatas; la *Copa Louis Vuitton* que determina el barco; *Challenger*; que se enfrentará al *Defender* del título en la Copa América propiamente dicha.

## La Copa Louis Vuitton

La *Copa Louis Vuitton* en la edición nº 32 de la Copa América ha incorporado una serie de modificaciones. La primera de estas modificaciones es la introducción de los *Louis Vuitton Acts*, 13 regatas celebradas en cuatro escenarios distintos de Europa desde 2004 hasta principios de abril de 2007; estos *Acts* son previos a los *Rounds Robin* clasificatorios. Desde 2005 todos los *Challengers* y el *Defender* están obligados a participar en los *Acts* de la *Louis Vuitton*. La segunda modificación es la incorporación de la modalidad de regata en flota; 6 de los *Acts* están dedicados a las regatas en flota, 6 se realizan en *match racing*. El *Act 1* de la *Copa Louis Vuitton* se celebró en Marsella y fue una combinación de ambos formatos.

Al final de cada *Act*, el primer *Challenger* clasificado suma los mismos puntos que el número final de *Challenger* (11), el segundo *Challenger* clasificado suma un punto menos, etc. Estos puntos se multiplican por el factor ponderado del *Act* respectivo (*Acts* de 2005 x 1; *Acts* de 2006 x 2; *Acts* de 2007 x 3). Los *Challenger* se clasifican en base al número total de puntos que acumula cada uno al final del *Act 13*. Esta clasificación se utiliza para conceder puntos de bonificación que aportarán los *Challenger* a los *Louis Vuitton Cup Rounds Robin*. El primer clasificado tendrá 4 puntos de bonificación, del segundo al cuarto 3 puntos, del quinto al séptimo 2 puntos, y los cuatro últimos desafíos, un punto.

La fase final de la *Copa Louis Vuitton* consiste en dos *Rounds Robin* con todos los *Challenger* en un grupo, una semifinal de eliminación con cuatro equipos y una final de eliminación con dos equipos. Las victorias en cada regata *Rounds Robin* suma dos puntos. Cada *Challenger* compite dos veces con los demás *Challenger* de forma



que cada equipo disputa un total de 20 *Round Robin*. Los cuatro equipos con el mayor número de puntos pasan a las semifinales. La serie de semifinales y final son pruebas que las gana el primer equipo que logra cinco victorias.

## America's Cup Match

El vencedor de la *Copa Louis Vuitton* se enfrenta al *Defender*; en esta edición el *Alinghi*; en el *America's Cup Match*; que se trata de una serie al mejor de nueve enfrentamientos conocidos como *match race*. La disputa de la Copa América de 2007 ha despertado gran expectación ya que es la primera edición en Europa desde la regata en las aguas de la isla de Wight en 1851; el *Defender* no regatea en sus propias aguas y los equipos de EE.UU. llevan dos ediciones sin llegar a la final.

El que la Copa América se resuelva por medio de duelos entre dos barcos en un área de regata, puede parecer un sistema de competición muy simple; pero la historia de esta competición dice lo contrario. Para evitar controversias de ediciones precedentes existe una serie de reglamentos. Estos reglamentos suponen cerca de 20.000 documentos que se recogen en 4 documentos maestros que han surgido a lo largo de la historia de la Copa América.

## Deed of Gift

El primero de estos documentos; firmado el 14 de octubre de 1878; es el *Deed of Gift* siendo el documento de donde surge la Copa América. La goleta *America* logra su victoria en 1851, y como sindicato ganador; representado por George L. Schuyler; dona la copa al *New York Yacht Club* "bajo las condiciones que habrán de ser preservadas como una perpetua *Challenge Cup* para la competición amistosa entre diferentes países". Con esta frase nace la Copa América haciendo honor al nombre del barco ganador. Este documento continúa rigiendo la competición, junto con unas pocas enmiendas.

El *Deed of Gift* establece que "Cualquier club náutico constituido de un país extranjero, establecido, patentado y autorizado por la legisla-



ción, Almirantazgo u otro departamento ejecutivo [...], estará siempre autorizado con el derecho de navegar por esta Copa, con un barco o embarcación propulsada únicamente por velas y construida en el país al que pertenece el club desafiante, contra cualquier barco o embarcación construida en el país del club poseedor de la Copa”.

Determina el rango de la eslora en la flotación de los yates competidores en función del número de mástiles: “si son de un solo mástil, no tendrán menos de 44 pies ni de más de 99 en su línea de flotación; si poseen más de un mástil, no tendrán menos de 80 pies ni más de 115 en su línea de flotación”. El Club Desafiante ha de realizar un anuncio por escrito con diez meses de antelación, especificando los días para las pruebas propuestas. En este anuncio se detallaran las dimensiones del barco (eslora en línea de flotación, manga en línea de flotación y manga máxima; y calado), nombre del propietario de la embarcación y un certificado del constructor.

El *Deed of Gift* determina que el defensor y el desafiante de mutuo acuerdo pueden realizar un pacto en torno a las fechas, lugares, número de pruebas, reglamentos, regulaciones náuticas y cualquier otra condición del enfrentamiento. En el apartado octavo se recoge el punto más importante en que se determina que en caso de falta de acuerdo tendrán que celebrarse tres pruebas y el ganador de dos de ellas será el poseedor de la Copa. Estas tres pruebas se detallan: “la primera prueba, veinte millas náuticas a barlovento y vuelta; la segunda prueba, un triángulo equilátero de treinta y nueve millas náuticas, el primer lado del cual deberá ser una ceñida a barlovento; la tercera prueba veinte millas náuticas a barlovento y vuelta”.

### Protocolo

Cada regata de la Copa América está dirigida por un protocolo que establece las reglas y el formato de la prueba. El protocolo es redac-

tado por el Defensor y el llamado *Challenger of record* (Primer Sindicato que realiza un desafío al ganador de la copa precedente) siendo por tanto específico de cada edición. En la presente edición la *Société Nautique de Genève* del *Alinghi* actuando como *Defender* y el *Golden Gate Yacht Club* del *BMW Oracle Racing* en calidad de *Challenger of record*.

El Protocolo de esta edición refleja la creación de *AC Management* como única autoridad organizadora para la edición nº 32 de la Copa América (*Copa Louis Vuitton* y *America's Cup Match*). El evento se beneficia al tener una única entidad que seleccione y desarrolle los temas relacionados con patrocinadores evitando la existencia de incompatibilidades como en ediciones anteriores. A su vez es la empresa responsable de los derechos de prensa y distribución y actúa como autoridad organizadora de la competición; buscando una profesionalización en la gestión de esta competición.

El Protocolo de esta edición facilita la participación de los equipos, relajando las restricciones de adquisición y uso de tecnología y barcos de anteriores ediciones. Hace más flexible la regla de las nacionalidades en los miembros de los desafíos y permite que los equipos hagan sus propios fichajes y contraten al personal que necesiten con experiencia en anteriores ediciones.

### Terms of Challenge (TOC)

El documento *Terms of Challenge*, detalla los derechos y obligaciones de los participantes y organizadores de la edición nº 32 de la Copa América. Los *Terms of Challenge* son publicados por *AC Management* tal y como recoge el Protocolo, en colaboración con el *Defender* y el *Challenger of Record*.

El TOC de la edición nº 32 de la Copa América describe en detalle el modo en que *AC Management* actúa como autoridad organizadora de la Copa, refiriéndose a:

- Determina el proceso para convertirse en *Challenger* de la edición nº 32.
- Programa y sedes de las pre-regatas (*Acts*).
- Regatas de exhibición.
- Programa de 2007 de la *Copa Louis Vuitton* y el *America's Cup Match*.
- Designa a Valencia como Ciudad Sede.
- Bases de participantes en el *AC Village*.
- Marketing y merchandising.
- Derechos de prensa, imagen y televisión.
- Seguridad.
- Resolución de conflictos.
- Seguros y responsabilidad.

### Internacional America's Cup Class (IACC)

Después de las intervenciones judiciales en la edición de 1988 por las interpretaciones del *Deed of Gift*; se decidió en 1989 que un nuevo tipo específico de velero sería el único válido para competir, la *International America's Cup Class*.

$$\frac{L + 1,25\sqrt{S} - 9,8\sqrt{DSP}}{0,686} \leq 24\text{metros}$$

En 2005 entraron en vigor la versión 5 de las reglas de la IACC, que establece ciertas restricciones en las medidas generales de las embarcaciones, por medio de la aplicación de una fórmula que relaciona la eslora (L); la superficie vélica (S) y el desplazamiento (DSP): Esta regla permite cierto juego en el diseño del barco; pero como norma general respecto a la versión 4 de las IACC la superficie vélica aumenta, se reduce el desplazamiento (24 toneladas) y para garanti-





zar la estabilidad se hunde el bulbo 10 cm más concentrándose en el mismo cerca de 20 toneladas del desplazamiento.

El diseño de cada barco es un compromiso entre el barco, el tipo de mar y el viento en que navegará; cumpliendo las normas de la ICAA; de tal forma que en la fase de diseño entran en juego los conocimientos del equipo de regatas. Los barcos de la Copa América mejoran su rendimiento a lo largo del tiempo ya que los ajustes que realizan las tripulaciones navegando permiten que el barco alcance todo su potencial.

Cada sindicato puede construir un máximo de dos barcos nuevos; estos barcos se han de construir en el país de origen del club náutico al que representan. Se pueden usar 60 velas en el total de la competición. En la Copa *Louis Vuitton* pueden usarse un máximo de 45 velas, en la Copa América el máximo son de 30 velas cada equipo. Los *spina*ker tienen un 8 % más de superficie que en otras ediciones y en el género se permiten 5 sables.

Cada barco tiene 17 tripulantes; puede llevar otro tripulante invitado que: no puede tener conocimientos técnicos o habilidades tácticas reconocidas, no puede contribuir en la regata, tiene que ir vestido de otro color y se colocará en popa detrás del caña. Si no hubiera este tripulante en el barco, es necesario añadir 100 kg.

Además de estos cuatro documentos, la regata se rige por las Reglas de Regatas a Vela, con algunas modificaciones específicas propias de la competición en *Match Race*; y algunas reglas propias de la Copa América.

### Reglas de la competición

En el "Anuncio de Regata" se recoge información detallada sobre la competición: fechas y sedes de las pruebas, autoridad organizadora, reglas por las que se regirán, fechas y controles de medición e inspecciones, sistemas de puntuación, premios, penalizaciones, etc.

Durante esta edición habrá un "Anuncio de Regata" independiente; publicado por el Comité de Regatas; para cada uno de los Acts, para la Copa *Louis Vuitton* y para la *America's Cup Match*. En estos anuncios se detallan los días y horas en que se celebra cada manga y las reglas de navegación internacionales que se aplicarán y las que no; consensuado por el *Defender* del título y el *Challenge of Record*.

Los equipos compiten bajo las reglas *Match Race* de la ISAF. Existe un jurado, cuyos miembros son especialistas en leyes que median en los conflictos que surjan entre los equipos por cuestiones comerciales, técnicas, deportivas, de medición, etc. Los conflictos que se refieran a las Reglas de Regata (sobre todo derechos de paso) son dirimidos por los árbitros en el agua. Las violaciones de las reglas serán inmediatamente penalizadas en el agua.

La regla que más difiere de las anteriores ediciones de la regata, es que los sindicatos pueden cambiar de barco de una jornada a otra de la Copa *Louis Vuitton*. Este cambio no es gratuito, los sindicatos que se acogen a esta regla pagan una penalización equivalente a una victoria (restarse dos puntos). Sólo cinco equipos se benefician de esta norma ya que han construido dos barcos para el 2007 (*Desafío Español*, *Luna Rossa*, *BMW Oracle*, *Emirates New Zealand* y *Mascalzone Latino*). Otra de las novedades de esta edición es que los 12 sindicatos, incluido el *Defender*, han de mostrar sus secretos de diseño el 1 de abril; por medio de una jornada de puertas abiertas a público, organizadores y contrincantes.

Existe un Comité de Regatas que decide si se realiza o no una prueba. En buenas condiciones de mar el rango de viento para la Copa *Louis Vuitton* será entre 7 y 23 nudos; con mal arbolada el Comité de Regatas puede decidir no dar la salida. Durante la regata, si el viento es inestable en dirección, los equipos no pueden izar sus *spina*ker en el tramo de ceñida hasta que el Comité no les de permiso para realizarlo; si se diera este permiso los barcos izarán una bandera de señales específica.

### Penalizaciones

Uno de los aspectos más complejos en el desarrollo de las regatas de la Copa América son las penalizaciones. Para comunicarse barcos y árbitros durante la regata se usa un lenguaje con banderas de señales; cuando una embarcación quiere protestar por una maniobra de otra embarcación (interferencias en el derecho de paso) iza una bandera a rayas diagonales roja y amarilla. Los árbitros han de tomar una decisión en ese momento mostrando una bandera verde si consideran que no ha existido infracción y si consideran que ha existido infracción mostrarán una bandera con el color de la embarcación que la haya cometido.

Los árbitros pueden imponer una penalización a una embarcación imponiéndoles una trasluchada si están en un tramo de ceñida, o virada si están en un tramo de popa; normalmente esta vuelta de 270° supone una pérdida superior a 30 segundos. La embarcación que sufre una penalización puede cumplirla en cualquier momento de la regata, siempre que si se le impone una segunda infracción, de forma inmediata tiene que cumplir una de las penalizaciones. Si le hubieran penalizado antes de la salida no podrá cumplir la penalización hasta el inicio de la regata. Otra de las penalizaciones se produce en el caso de hombre al agua; si el equipo consigue subirle de nuevo al barco sin ayuda exterior, no penaliza; si es recogida por otra embarcación el equipo recibe una penalización; si hubieran sido varios tripulantes los que caen sólo se recibe una penalización; y si fuera el tripulante número 18 el que cae al agua, el equipo no recibe ninguna infracción, pero este tripulante no puede volver al barco.

El reglamento aplicable a la Copa 2007 se caracteriza por la búsqueda del espectáculo. Las condiciones de viento en Valencia y las reglas para el diseño de los barcos (*America's Cup Class Rule*) permiten que las regatas sean más emocionantes; de forma que se potencia la retransmisión televisiva y la cobertura desde Internet.



# Curso sobre Alineación Racional de Línea de Ejes

## 26, 27, 28 y 29 marzo de 2007

**Destinado a Ingenieros y Técnicos implicados en el campo de la alineación de ejes.**

**El curso pretende dar a conocer, como se realizan las distintas alineaciones de ejes en buques, tanto de forma práctica como teórica, dando unas pautas claras para el montaje de elementos de la línea de ejes, y destacando las peculiaridades y precauciones a tomar según el tipo de buque con el que nos encontremos.**

### Duración, lugar y fechas de realización

El Curso se celebrará, los días 26, 27, 28 y 29 de marzo de 2007, en las instalaciones del Colegio Oficial de Ingenieros Navales (C/Castelló 66 – 6ª Planta – Madrid), según el horario que figura en el programa.

### Derechos de inscripción

El precio del Curso, que incluye la asistencia a las sesiones y la documentación necesaria para la adecuada comprensión y seguimiento del mismo, será de 1200 € (16 % IVA no incluido) si se realiza la matrícula antes del 16 de marzo y de 1400 € (16 % IVA no incluido) si se realiza después de esa fecha. Los asistentes recibirán un certificado de la Fundación Ingeniero Jorge Juan acreditativo de su participación en la Jornada.

Estudiantes consultar programa de becas Fundación Ingeniero Jorge Juan en [www.ingenierojorgejuan.com](http://www.ingenierojorgejuan.com)

### Formalización de la matrícula

Formalización de matrícula enviando por correo electrónico ([jorgejuan@iies.es](mailto:jorgejuan@iies.es)) o fax (91-5771679), el boletín de inscripción publicado en la página Web [www.ingenierojorgejuan.com](http://www.ingenierojorgejuan.com), y el comprobante de la transferencia a la Caja de Ahorros del Mediterráneo (CCC: 2090-0294-39-0040542019)

### Cancelaciones

En caso de no poder asistir al curso una vez formalizada la matrícula, se devolverá el 90% del importe, siempre que se comunique con al menos dos semanas de antelación. La sustitución de la persona inscrita por otra de la misma empresa podrá efectuarse hasta el día anterior al inicio de la Jornada.

Más información en [www.ingenierojorgejuan.com](http://www.ingenierojorgejuan.com) o llamando al 91-5751024

### Programa del curso

El curso será impartido por D. Mariano Masó Castells, Director gerente de Selev Naval y socio importador de Maso & Muedra, en colaboración con distintos profesionales de su equipo Técnico.

#### 26 Marzo

- 09:45 - 10:00 Entrega documentación y presentación
- 10:00 - 13:00 Alineaciones. Estudio para su realización.
- 13:00 - 14:30 Comprobación y variaciones a bordo (1ª Parte).
- 14:30 - 15:45 Comida
- 15:45 - 18:45 Comprobación y variaciones a bordo (2ª Parte)

#### 27 Marzo

- 09:30 - 14:30 Mecanización y distribución de huelgos.
- 14:30 - 15:45 Comida
- 15:45 - 17:30 Montaje de elementos antes de la botadura
- 17:30 - 18:45 Montaje de elementos de la línea. Alineación racional física de los elementos

#### 28 Marzo

- 09:30 - 13:30 Suplementado. Resinas, suplementos regulables y fijos
- 13:30 - 14:30 Montaje definitivo de elementos y apretado de los mismos
- 14:30 - 15:45 Comida
- 15:45 - 17:45 Comprobación de cargas en línea
- 17:45 - 18:45 Alineación y montajes en buques medianos y pequeños. Propulsores voith montura a bordo

#### 29 Marzo

- 09:30 - 11:00 Alineación y montajes en buques medianos y pequeños. Alineaciones cardan
- 11:00 - 12:30 Alineación y montajes en buques medianos y pequeños. Propulsores shottel. Montaje a bordo
- 12:30 - 14:00 Alineación y montajes en buques medianos y pequeños. Propulsores acuamaster. Montaje a bordo

*En caso de no alcanzarse el número de alumnos necesario, la Fundación Ingeniero Jorge Juan se reserva el derecho de suspender o aplazar las conferencias previo reintegro de las cantidades abonadas*

C/Castelló 66 – 6ª Planta – 28001 – MADRID – Tel. 915751024 – FAX. 915771679 – [www.ingenierojorgejuan.com](http://www.ingenierojorgejuan.com)



## nuestras instituciones

# Firma del "Acuerdo de Colaboración para la Promoción y Puesta en Marcha del Cluster Marítimo Español"

En la sede de la Dirección General de Desarrollo Industrial, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, se ha firmado por parte de diversas instituciones de carácter privado representativas del Sector Marítimo español, el "Acuerdo de Colaboración para la Promoción y Puesta en Marcha del Cluster Marítimo Español". Las Entidades que han participado en la firma de dicho Acuerdo son: Aedimar, Anave, AINE, Anen, CC.OO., Foro Marítimo Vasco, Gerencia del Sector Naval, Fundación Innovamar, Pymar, Uninave y UGT.

El "Acuerdo de Colaboración para la Promoción y Puesta en Marcha del Cluster Marítimo Español" es un documento de intenciones que tiene como objeto establecer el marco de colaboración entre las instituciones firmantes para la creación en breve plazo de la Asociación Cluster Marítimo Español. A través del Cluster se pretende desarrollar una visión integrada del Sector Marítimo, en sintonía con las iniciativas avanzadas en el "*Libro Verde*" sobre la *Política Marítima Europea* que ha elaborado recientemente la Comisión Europea.

Para cumplir estos objetivos, el Cluster Marítimo Español abarcará a la totalidad de las actividades marítimas: Pesca y Acuicultura; Construcción Naval; Transporte Marítimo; Puertos y Servicios Portuarios; Náutica de Recreo; Actividades *Offshore*; Industria Auxiliar; Servicios Marítimos Asociados de carácter jurídico, financiero, asegurador, técnico; Actividades de I+D+i Marítimo, incluyendo la Investigación Oceanográfica; Operadores Logísticos y Multimodales; Asociaciones Profesionales; Universidades y Centros de Formación Marítima; Foros o Clusters Marítimos Regionales y Sindicatos.

La iniciativa cuenta con el apoyo explícito de las Administraciones Públicas con competencias en el Sector Marítimo. Este apoyo está recogido en el Acuerdo firmado, y asimismo se ha puesto de manifiesto con la presencia en el acto de la firma de los responsables de la Dirección General de Desarrollo Industrial, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio; la Dirección General de la Marina Mercante y el Organismo Público Puertos del Estado; y de la Dirección General de Estructuras y Mercados Pesqueros, del Ministerio de Agricultura y Pesca.

El acuerdo recoge la intención de las instituciones firmantes para consolidar como Asociación una



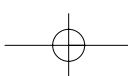
visión integrada del Sector Marítimo, reconociendo su representatividad sectorial, y la importante contribución al crecimiento económico y a la generación de empleo que el conjunto del Sector Marítimo realiza. A través de este Acuerdo, y con la finalidad de potenciar el Sector, los objetivos del mismo se dirigen fundamentalmente a:

- Mejorar la intercomunicación y el aprovechamiento de sinergias entre los subsectores marítimos.
- Promover la imagen externa e interna del Sector a través del reconocimiento de su importancia económica y de su aportación a la calidad de vida y al crecimiento sostenible.
- Promover la presencia internacional del Sector Marítimo español, apoyando la internacionalización de sus empresas y su presencia en los principales foros internacionales en los que se decide la política marítima.
- Mejorar la formación académica de los profesionales del sector, fomentar la atracción de nuevas vocaciones y facilitar el trasvase de profesionales entre los subsectores marítimos.
- Mejorar la coordinación y la eficiencia de la inversión en I+D+i en el Sector, actividad ya iniciada con la Plataforma Tecnológica Marítima que se constituye hace ahora un año y medio.

Por último, el Director General de Desarrollo Industrial, D. Jesús Candil, avanzó en su discurso algunos datos del Informe de Cuantificación e Impacto Económico del Sector Marítimo, dentro

del conjunto de la economía española, que está siendo realizado por la Fundación Innovamar. Según este análisis, se estima que el Sector Marítimo español, considerado de manera integrada, representa dentro del PIB nacional un 3,24 %, lo que en términos cuantitativos supone aproximadamente unos 26.700 millones de euros. A su vez, si se tiene en consideración los efectos directos e indirectos del Sector sobre el resto del conjunto de sectores que integran la economía española, tanto industriales como de servicios, la importancia del Sector Marítimo español ascendería al 7,2 % del PIB. Asimismo, en términos de empleo, el sector ocupa a un 2,4 % de la población activa española, lo que representa un número aproximado de 447.000 empleos.

El estudio mencionado recoge también un análisis sobre el efecto multiplicador que tienen las inversiones en el Sector Marítimo sobre el conjunto de la economía española. En particular, se estima que una inversión de 1 euro en el Sector tendría unos efectos de arrastre, en términos de actividad productiva, que elevarían a 2,2 euros el aumento generado en el PIB de la economía española. Asimismo, el incremento de 1 empleo en el Sector generaría un incremento de 2,13 ocupados en el conjunto del empleo de la economía española. Resultados éstos que ponen de manifiesto el papel relevante y de impulso al crecimiento económico y la generación de empleo que desempeña el Sector Marítimo español en el actual proceso de expansión económica.



## In memoriam

El pasado 23 de noviembre falleció en Madrid nuestro compañero **D. Luis Armada Comyn**, poco antes de cumplir 85 años.

Perteneció a la Promoción de 1949, la primera que salió de la actual Escuela de Ingenieros Navales, que se había inaugurado a finales del año anterior.

Poco después, contrajo matrimonio con Dña. Rosario Martínez de Campos, compañera entrañable, que estuvo siempre a su lado. Tuvieron ocho hijos, uno de ellos sacerdote y otro Ingeniero Naval, que les dieron veintitrés nietos y dos biznietos, recibiendo de esta familia, numerosa y ejemplar, sus mayores satisfacciones.

Comenzó a trabajar en Astilleros de Cádiz, en una época en que los medios eran muy deficientes, y las dificultades para conseguir materiales eran casi imposibles de superar. A pesar de ello, guardó siempre un recuerdo muy grato de aquellos primeros años en Cádiz, dentro y fuera del Astillero.

Más tarde, se introdujo en el sector pesquero, ocupándose de la captura del atún en almadras y de su posterior conserva y comercialización. Fue entonces cuando desarrolló una actividad empresarial, de ámbito internacional al máximo nivel.

Pero la posteridad recordará a D. Luis Armada, sobre todo, por su labor en el Servicio de Crédito Naval del Banco de Crédito a la Construcción. Él

fue el principal artífice, para que la Ley de 12 de mayo de 1956, de Protección y Renovación de la flota mercante, superase ampliamente sus objetivos iniciales. Durante su gestión, al frente del Crédito Naval, la Marina Mercante española alcanzó su máximo histórico de tonelaje y modernidad. Los Astilleros y las Navieras encontraron siempre en él, a un eficaz colaborador, dispuesto a ayudarles a superar todas sus dificultades.

Una de sus cualidades más destacada fue la de ser muy organizado, lo que le proporcionaba una gran capacidad de trabajo. Resolvía un solo problema de cada vez, ordenándolos de mayor a menor urgencia e importancia. Daba soluciones sencillas y de fácil aplicación. Percibía con admirable exactitud lo que interesaba a sus interlocutores, y atemperaba las respuestas para aclarar lo que se le preguntaba con la precisión, amplitud y profundidad estrictamente necesarias. Prefería pasar desapercibido, huyendo de las lecciones magistrales, a pesar de ser muy entendido en bastantes otros temas, aparte de la Ingeniería Naval.

Su trato era de una cortesía exquisita y cuando tenía que denegar algo, lo hacía dando alternativas que, con frecuencia, resultaban más favorables para el solicitante que la petición inicialmente planteada.

Cultivó la amistad sincera y desinteresada con verdadero entusiasmo. Fueron envidiables las estrechas relaciones que mantuvo siempre con sus compañeros de Promoción, en las que participa-

ban las familias al completo. Cualquier acontecimiento digno de celebrarse en una de ellas, era motivo suficiente para organizar una reunión, a la que acudían las demás.

Después de alcanzar la edad de jubilarse, continuó su incansable y fecunda actividad poniendo su natural disposición para el trabajo, conocimientos y experiencia al servicio de los demás, durante casi veinte años.

Sobrellevó con entereza y resignación admirables la única y última enfermedad de su vida. Durante esta etapa parecía como si su mayor preocupación fuese evitar, o reducir, los cuidados extraordinarios que estaba recibiendo de su esposa, hijos y demás familiares, que con el mayor cariño y entrega, le acompañaron hasta el final.

Los que hemos tenido la suerte de compartir un tramo de su vida, como colegas, amigos o subordinados, nos sentimos un poco huérfanos. De él aprendimos lo que no viene en los libros ni nos enseñaron en la Escuela. Ya no podremos contar con sus sabios consejos, pero su ejemplo permanecerá siempre en nuestro recuerdo.

Por haber sido una persona íntegra, profundamente religiosa, convencida de sus creencias, con unos sólidos principios éticos y morales, que aplicó siempre en sus relaciones con los demás, estamos seguros de que Dios le habrá acogido en su gloria y estará gozando de la felicidad eterna.

¡Descanse en paz!

## Vicente Figaredo Sela

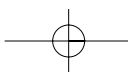
El pasado 27 de noviembre nos dejó Vicente Figaredo Sela a escasos días de cumplir 91 años.

Doctor Ingeniero Naval y premio a la Mejor Trayectoria Profesional del año 2002, pertenecía a la Promoción de 1942 y formaba parte, junto con sus siete hermanos, de la cuarta generación de una de las dinastías protagonistas, desde finales del siglo XIX, del desarrollo hullero, fabril y financiero de Asturias.

Su trabajo en la construcción naval lo llevó a cabo de 1942 a 1975, en permanente contacto con oficinas técnicas y talleres, accediendo en ese último año a la Vicepresidencia de la Sociedad Metalúrgica Duro Felguera. Fue Presidente de Remolcadores Gijoneses, S.A. y de la Sociedad de Remolques Sertosa así como consejero de varias empresas, entre ellas algunas navieras y el Banco Español de Crédito.

Pese a jubilarse a los 70 años, continuó asistiendo a su despacho profesional en Gijón hasta pocos años antes de su fallecimiento.

Destacó por su calidad humana. Entrañable, afable, cercano, buen amigo, aglutinador de voluntades y liderazgos, supo transformar los obstáculos en oportunidades gracias a su capacidad de trabajo.

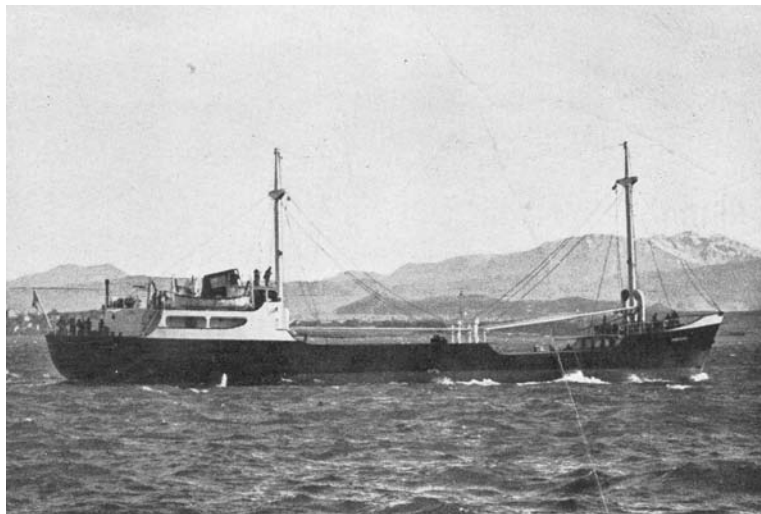


hace 50 años

## Febrero de 1957

### Artículos técnicos

- *Modernización de astilleros*, por Fernando San Martín, Ingeniero Naval. El autor ha realizado una versión resumen de la primera parte del trabajo publicado en una editorial norteamericana (J.J. Berliner & Sons, de Nueva York) titulado "Astilleros" en donde se tratan algunas cuestiones relativas de dicho tema, haciendo referentes a astilleros ingleses.
- *Sobre el desarrollo de la teoría de la propulsión*, por el profesor Dr. H. Lerbs. Se trata de un resumen de los resultados obtenidos, hasta el momento, en el campo de la hidrodinámica para tratar la cuestión de la propulsión del sistema "barco y hélice". El trabajo se divide en tres partes: un cuadro resumen de la Teoría General de la Hélice, un resumen de los principios de Efecto recíproco entre el buque y la hélice, y en la última parte se dan los fundamentos de la Teoría de la Hélice de estela.



clasificación del "Norske Veritas" y se ha reforzado para la navegación en hielo y para cargas especialmente pesadas como minerales y carbón. Posee 148,96 m de eslora total, 19,51 m de manga, 12,50 m de puntal de trazado. Calado como "shelter" cerrado de 8,99 m y el peso muerto correspondiente de 13.480 t. Como "shelter" abierto un calado de 8,07 m y peso muerto correspondiente de 11.400 t. El equipo propulsor está constituido por un motor diesel de ocho cilindros de uno 6.000 BHP a 112 rpm que le da como "shelter" cerrado a plena carga una velocidad de 15 nudos.

### Información legislativa

Orden Ministerial de 26 de diciembre de 1956 por el que se autoriza la carga directa de vehículo a buque de algunas mercancías en régimen de cabotaje.

Orden Ministerial de 15 de diciembre de 1956 por la que se conceden Primas a la Construcción Naval a la empresa nacional Elcano por la construcción de dos buques de carga de 7.500TPM y 17 nudos de velocidad para la Flota Mercante Gran Colombiana, S.A.

### Información profesional

Esta sección se abre con el listado de los ingenieros navales asociados. Y a continuación se encuentra el programa de las sesiones técnicas que tendrían lugar en Cádiz y Sevilla junto con la relación de trabajos que se presentan.

Además se encuentra el artículo *La propulsión Nuclear*, donde se trata, brevemente, características generales los buques construidos o por construir en diversos países tales como Estados Unidos, Inglaterra, Alemania y Rusia.

Y por último el artículo *Los salarios en la industria de la construcción naval* donde se hace un re-

sumen del informe nº 74 de Westinform que trata de la evolución de los costes de mano de obra empleados en la construcción naval en once de los principales países entre 1950 y 1955.

### Revista de Revistas

En la sección de buques mercantes se describe el *Burrard*, un buque a motor con mecanismo especial para el manejo de la carga. Construido por Akers. Mek Versted, de Oslo, cuya característica más notable es que dispone de escotillas con tapas de acero del tipo que se abre de un tirón y en el cual se instalaron tres grúas eléctricas sobre plataformas móviles que forman parte de la escotilla siempre que se encuentren en una determinada posición. Tiene 154,77 m de eslora total, 141,73 m de manga, 12,19 m de puntal de construcción a la cubierta superior, un registro bruto de 8.900 t y 11.150 t de peso muerto. La velocidad de servicio es de 17 nudos.

En la sección de calderas, se adjunta una nota sobre un trabajo presentado por R. E. Zoller en el Institute of Marine Engineers, "Caldera Babcock & Wilcox, recalentamiento regulable".

Por último, en la sección de Misceláneo, se encuentra el artículo "Nota sobre difusión nuclear".

### Información general

- Entrega del buque de carga seca *Vinni*, a Skibs A/S Eidsiva, de Oslo. Es el primero de un tipo nuevo de buque "shelter" proyectado por Götaverken, que puede usarse "cerrado" o "abierto". Se ha construido con arreglo a la más alta

Reparación del buque sueco *Stockholm*, en unos diques secos de Bethlehem 56th Street Yard, Nueva York, ya que sufrió una colisión con el *Andrea Doria* en donde el buque italiano terminó hundiéndose.

Entrega por parte de los astilleros Howaldts Werke, de Kiel, Alemania, del buque de carga noruego *Jarama*, de 151,4 m de eslora total, 18,9 m de manga, 12 m de puntal, potencia de 6.300 caballos y una velocidad en carga en pruebas de 15,1 nudos.

Entrega del costero de 900 tpm *Mirenchu*, construido en los astilleros de Corcho Hijos, S. A., Santander para Clemente Campos y Compañía de Bilbao. Con 60,75 m de eslora total, 9,80 m de manga, 4 m de puntal a la cubierta principal, un calado en carga de 3,80 m, un desplazamiento en carga de 1.500 t y una velocidad en servicio de 12 nudos.

Botadura de los buques pesqueros *Masso 32* y *Mar Galaico* por parte de los astilleros de Astano, números 1 y 2 de una serie de 10, para los Armadores de Vigo "Motopesqueros de Altura Reunidos". Tiene 32,10 m de eslora total, 6,50 m de manga, 3,85 m de puntal y 3,40 m de calado. El arqueado bruto aproximado es de 215 t y una velocidad de 11 nudos.

Venta por parte de la empresa trasatlántica dueña del trasatlántico español *Magallanes* a una entidad inglesa para su desguace. Botado en 1927 y realizaba cinco o seis viajes regulares al año.

Listado de las normas UNE, de interés para la construcción naval, aprobadas con carácter definitivo por el Consejo Técnico Administrativo del Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo.

## artículo técnico

# El control del *biofouling* en las instalaciones *offshore* de Acuicultura marina

José Fernando Núñez Basáñez. (1)  
Francisco Molleda Sánchez. (1)  
José de Lara Rey. (1)

(1) Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales.  
Universidad Politécnica de Madrid

Trabajo presentado en las XVI Sesiones Técnicas de Ingeniería Naval, celebradas en Madrid 4 y 5 de octubre de 2006

## Índice

### Resumen / Summary

1. Introducción. ¿Qué es el *biofouling* para la acuicultura marina?
2. Influencia del *biofouling* en la industria acuícola
3. Ensayos en laboratorio de elementos de las instalaciones acuícolas
4. Equipos utilizados
  - 4.1. Descripción de la máquina de tracción
  - 4.2. Descripción del microscopio electrónico
5. Preparación de las muestras para ensayar en el laboratorio
  - 5.1. Paños de red
  - 5.2. Cabos estándar
  - 5.3. Material para el cultivo de moluscos
6. Ensayos de tracción. Determinación de la carga de rotura de las mallas de red
7. Caracterización mediante microscopía electrónica de barrido de mallas nuevas y expuestas
  - 7.1. Recubrimiento de las mallas
  - 7.2. Selección de las muestras y preparación de las mismas para su observación
  - 7.3. Observación de las probetas
  - 7.4. Empleo de la microscopía electrónica de barrido para la comprobación de roturas inducidas en las mallas
8. Conclusiones
9. Bibliografía

## Resumen

Aunque muy diversos son los problemas a los que se enfrentan las instalaciones de acuicultura en mar abierto, uno de ellos, que tiene incidencia directa en la cuenta de resultados de las empresas y supone, además, un alto riesgo de pérdidas completas de la producción, es la degradación del sistema de confinamiento -las redes- y del sistema de fondeo, debido al *biofouling* marino.

Con el fin de profundizar en el conocimiento de los efectos del *biofouling* sobre los materiales empleados en acuicultura marina, la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales a través del Área de Ingeniería de los Recursos Oceánicos, y la Cátedra de Materiales, está desarrollando diversas investigaciones con diferentes Entidades y Organismos.

Estas investigaciones consisten en la realización de series de ensayos para determinar las características y propiedades mecánicas de los diferentes materiales -con y sin *biofouling*-, a los que acompañan observaciones microscópicas de estos materiales, fundamentalmente redes y cabos. Los ensayos se realizan con materiales nuevos y materiales envejecidos y expuestos al *fouling* en el medio marino, a fin de determinar la evolución en el tiempo de aquellos.

## Summary

*Although very diverse they belong the problems to those that face the offshore aquaculture facilities, one to them that it keeps direct incidence in the results account of the companies and it supposes, also, a high risk of complete losses of the production, is the degradation of the net and mooring system, due to the marine biofouling.*

*With the purpose of deepening in the knowledge of the effects of the biofouling on the materials employees in marine aquaculture, the High School of Naval Engineers through the Area of Engineering of the Oceanic Resources, and the Materials Laboratory, it is developing diverse investigations with different Entities and Organisms.*

*The researchers consist on the realization of series of test to determine the characteristics and mechanical properties of the different materials - with and without biofouling -, to those that accompany microscopic observations of these materials, fundamentally nets and ropes. The tests are carried out with new materials and aged and exposed materials to the fouling in the marine facilities, in order to determine the evolution in the time of those.*

## 1. Introducción. ¿Qué es el *biofouling* para la acuicultura marina?

El crecimiento de organismos sobre estructuras sumergidas de origen antrópico recibe el nombre de *fouling* (suciedad, en su traducción literal, aunque con un significado mucho más amplio en este contexto). Comprende cientos de especies incluyendo bacterias, protozoos, algas, moluscos, briozoos, cirrípedos, poliquetos tubícolas, ascidias e hidrozoos. Estos organismos se fijan eficazmente al substrato desarrollando un rápido crecimiento y vasto potencial reproductor. Como consecuencia, el *fouling* acelera los procesos de corrosión de los materiales y provoca pérdidas en la eficacia operativa de las estructuras. Estos daños se producen sobre estructuras móviles y estacionarias afectando a embarcaciones, plataformas petrolíferas o de gas, instrumentos de investigación oceanográfica, plantas de conversión de energía térmica y equipos de sondas subacuáticas.

Las redes de las jaulas flotantes son un medio ideal para el desarrollo del *fouling*, poseen una rugosidad que atrae a estos organismos dándoles protección contra las corrientes, la acumulación de comida y productos de excreción de los peces incrementan el desarrollo de algas. Sin embargo, la mayoría de estudios se basan en el *biofouling* que cubre los barcos, cuyas condiciones son muy diferentes de las redes, de forma que la cantidad de datos específicos relativos a los organismos que viven en las redes de las jaulas marinas, es escasa.

De este modo, el *fouling*, que es provocado fundamentalmente por algas, microalgas e invertebrados, es un problema importante en las instalaciones de jaulas destinadas a cultivos marinos fuera costa pues, cuando los vegetales y animales crecen en las mallas y paños que integran las redes, aumenta considerablemente el peso de la instalación, lo que puede provocar problemas estructurales en la instalación y un deficiente comportamiento en la mar de las jaulas. Por otra parte, quizás sea todavía más importante el efecto de disminución del diámetro de las mallas que integran las redes, debido a la acumulación de los organismos, ya que se reduce el flujo de agua que atraviesa la jaula y, consecuentemente, disminuye la cantidad de oxígeno disuelto que llega a las especies que se cultivan dentro de aquella, además de impedir la renovación satisfactoria del volumen de agua y la limpieza de residuos.

Algunos ejemplos sobre la incidencia del *fouling* en diferentes partes de una instalación de jaulas de engorde pueden dar una idea muy clara del problema.

En la figura 1 se puede apreciar la diferencia en dos muestras de redes, una de ellas sin tratar con *antifouling* (1.a.) y la otra tratada (1.b.). Ambas muestras fueron sumergidas en el mar durante un período de nueve meses.

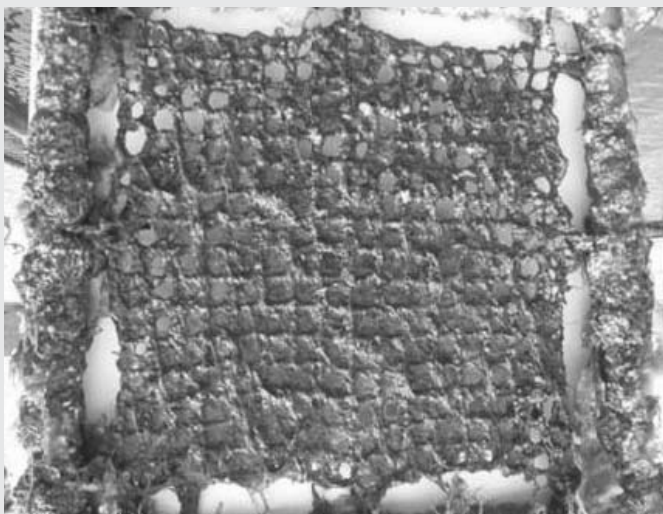


Figura 1.a. Paño de red con *fouling* sin tratar

El uso de métodos *antifouling* tradicionales (pinturas a base de metales pesados y compuestos triorganotin) se encuentra actualmente regulado por organizaciones, tales como las Naciones Unidas, Organización Marítima Internacional y el Comité de Protección del Ambiente Marino, por ser altamente tóxicos para el ecosistema marino.

Las comunidades biológicas que se desarrollaron en ambos tipos de red eran muy diferentes, en las redes con *antifouling* los organismos más típicos eran las algas mientras que las redes sin tratar estaban cubiertas con ampanulariales como *Obelia spp* principalmente. En términos faunísticos, las diferencias eran más evidentes, en las redes sin tratar predominaban las especies pertenecientes al "*hard fouling*" como el bálano *Balanus crenatus* en cantidades muy altas, estando

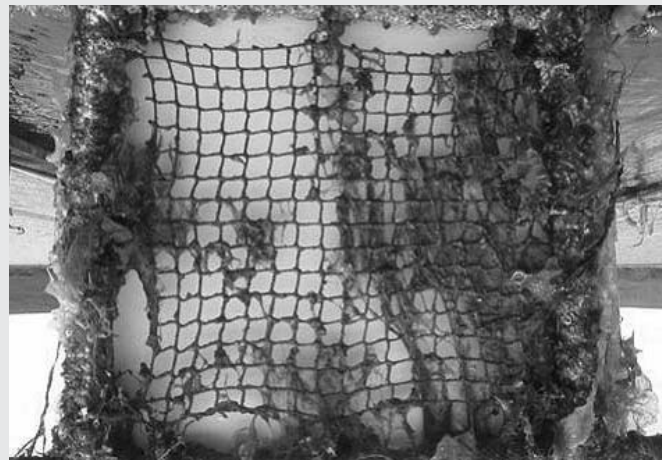


Figura 1.b. Paño de red con *fouling* tratada

ausente en las redes tratadas con *antifouling*. Ascídias y bivalvos, como por ejemplo mejillones *M. edulis*, se encontraron en los dos tipos de red.

También las otras partes de la instalación sufren la acción del *fouling*, en mayor o menor incidencia y dependiendo de las condiciones ambientales y de la calidad de las aguas. En las figuras 2 y 3 se puede apreciar el *fouling* en una cadena de fondeo y un plato de anclaje, respectivamente, de un campo de jaulas noruego del que no se había sacado del agua en dos años ninguno de los elementos citados.



Figura 2. Cadena de fondeo



Figura 3. Plato de unión

Como puede verse en las fotografías, los mejillones son mayoritarios en la composición del *fouling* en ambos elementos, aunque también se observa la presencia de varios tipos de algas y otros ejemplares faunísticos como los balanos. La acumulación de este tipo de *fouling* puede implicar, además de los efectos perjudiciales antes mencionados, la rotura de las líneas de fondeo con lo que se produciría el desequilibrio total del sistema.

## 2. Influencia del *biofouling* en la industria acuícola

La presencia de *biofouling* en los cultivos marinos supone un gran número de problemas cuya incidencia negativa en una producción puede llegar a ser muy importante. Por ello, las investigaciones que hoy en día se están realizando en esta área persiguen unos objetivos muy concretos:

- Caracterizar los problemas ocasionados por el *biofouling* en la industria acuícola.
- Identificar y definir las necesidades de la industria en cuanto a la protección *antifouling*.
- Proporcionar algunas guías y recomendaciones para el correcto tratamiento del *biofouling*.

que contribuirán a solucionar los problemas que se presentan en el cultivo en jaulas (figura 4), como los siguientes:



Figura 4. Jaula de cultivo

a) El *biofouling* en las redes hace disminuir el espacio libre de las mallas que componen los paños. Esta reducción del tamaño:

- Restringe el flujo de agua a través de las jaulas.
- Reduce el contenido de oxígeno disuelto en el agua y la depuración de los residuos metabólicos originados por los peces.
- Puede dar lugar a la aparición de stress en la biomasa de cultivo.

b) El aumento de resistencia de arrastre, provocado por el menor flujo de agua que atraviesa los paños, puede provocar:

- Deformación en el saco de red y, consecuentemente, disminución del volumen de la jaula.
- Imposición de cargas y esfuerzos adicionales sobre la estructura de la jaula y el fondeo.
- Riesgo en el equipamiento, que resulta más vulnerable a daños provocados por tormentas o mal tiempo.

c) El incremento de peso de las jaulas, provocado por el *biofouling*, puede:

- Inducir averías o roturas en las redes.
- Dificultar la manipulación y el cambio de las redes.

d) El proceso debido al *biofouling* (tamaño, diversidad de las comunidades, etc.) varía con el material empleado, debiendo destacar que:

- La implantación de *biofouling* en las mallas y paños de red es diferente y depende del material empleado.
- La implantación del *biofouling* sobre propileno o sobre aleaciones metálicas que integran las redes rígidas es mucho más lenta que en las redes convencionales.
- El grado de *biofouling* depende del tamaño de la malla.
- En las redes sin nudos se reduce el *biofouling*, amén de disminuir la resistencia al arrastre.

e) También el proceso debido al *biofouling* varía según las condiciones ambientales del emplazamiento, de esta forma:

- El crecimiento de *biofouling* se ve muy afectado por la temperatura y la productividad del ecosistema marino: en aguas cálidas y enriquecidas orgánicamente, el *biofouling* es alto.
- También el *biofouling* es alto en las jaulas situadas en las cercanías de efluentes térmicos.
- El crecimiento es más rápido en áreas de corrientes lentas.
- El rango de *biofouling* y su crecimiento decrece con la salinidad. En agua dulce, el *biofouling* no supone mayor problema.

f) Los aros de flotación de las jaulas, bien sean de plástico o de acero, acumula rápidamente *biofouling* y:

- Se reduce la capacidad de flotación.
- Aumentan los esfuerzos en el sistema de fondeo.
- Hace que los costes de mantenimiento pueden ser altos en términos de tiempo de sustitución y limpieza.

g) La acumulación de *biofouling* incide directamente en el mantenimiento de jaulas, redes y resto de los equipos, cuyos aspectos principales son:

- Los programas de chequeo, las sustituciones, la reparación y limpieza, etc. exigen mucho tiempo y considerables horas-hombre, además de altos costes de operación.
- Los procesos de cambio de red, que normalmente duran 30 minutos, pueden prolongarse hasta las dos y tres horas en redes con *biofouling*.
- La frecuencia de cambio de redes varía entre una vez al mes y una vez al año, dependiendo de la localización de las jaulas, del material utilizado, del grado de *biofouling* y del tipo de agua.
- Las líneas de fondeo son a veces olvidadas y no se mantienen ni se limpian con la debida frecuencia.

h) Los agentes químicos o biológicos *anti-biofouling* tienen también influencia en el funcionamiento normal de las instalaciones. Algunos aspectos a considerar son:

- La mayoría de los agentes químicos *antifouling* hoy en uso contienen bioácidos que, normalmente, son tóxicos. Por ello, la aplicación estricta de la normativa está obligando a los acuicultores a adoptar otras alternativas que, entre otras consecuencias, incrementan considerablemente los costes.
- Nuevos compuestos *antifouling* se están desarrollando, muchos de ellos a nivel experimental, pero los costes generados no siempre pueden ser soportados por las pequeñas industrias acuícolas.
- Otra alternativa para reducir el *biofouling* en las jaulas sería el control biológico de las especies que integran aquél. Algunas especies, como los mejillones, pueden dañar los componentes de la instalación e, incluso, a la propia producción.

i) El tipo de material, el tamaño de la malla y el grado de *biofouling* afecta la densidad de la biomasa cultivable. El problema es que, veces,



los altos niveles de *biofouling* afecta al desarrollo normal del cultivo, por lo que las densidades, en algunos casos, deben de revisarse a baja.

j) Normalmente, todas las operaciones de limpieza de *biofouling*, sustitución y limpieza de redes, reparaciones, etc., provocan en la biomasa cultivable un stress adicional, sumamente perjudicial para una productividad satisfactoria.

Con lo más arriba expuesto, se ha pretendido sintetizar algunos de los problemas que pueden presentarse en las instalaciones acuícolas *offshore* debidos, entre otras causas, a la existencia de una acumulación de *biofouling* en las diferentes partes de la instalación. Identificado en los medios científicos este serio problema, es por lo que las iniciativas europeas, integradas en el VI Programa Marco, han impulsado la investigación en este campo de la acuicultura marina.

### 3. Ensayos en laboratorio de elementos de las instalaciones acuícolas

Los ensayos de materiales en laboratorio son parte integral de las investigaciones que tienen por objeto el control del *biofouling* en instalaciones acuícolas, ya que las tecnologías *antifouling*, presentes y futura, deben ser sometidas a ensayos físicos y mecánicos, bajo condiciones controladas, para estudiar el comportamiento de los diferentes elementos de las instalaciones sometidos a tratamientos *antifouling*.

El objetivo de los trabajos de laboratorio es doble:

- El análisis del efecto del *biofouling* sobre el material de acuicultura, evaluando la presión del fenómeno sobre los materiales y si afecta las condiciones o el funcionamiento de éstos y definiendo los problemas principales que los equipos de acuicultura adquieren a consecuencias del *biofouling*.
- El análisis de las estrategias *antifouling* definidas sobre los materiales de acuicultura, determinando si las estrategias de control seleccionadas afectan a las propiedades o a la condición del material y evaluando así el rendimiento de las nuevas técnicas o estrategia sobre el material de acuicultura.

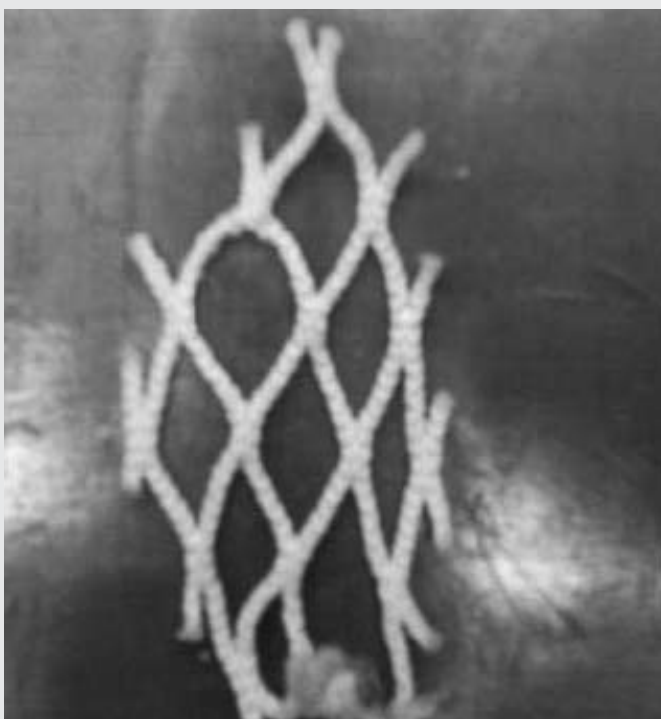


Figura 5. Paño de red

Se realizan ensayos de materiales envejecidos naturalmente y expuestos al *fouling* en el medio marino y también materiales nuevos. Los ensayos de materiales contemplan los materiales y estructuras de acuicultura que son importantes para el cultivo y son propensas al *fouling*. Estas incluyen redes, cabos y bolsas o bandejas para el cultivo de moluscos. En las figuras 5, 6 y 7 se muestran los tres elementos citados.



Figura 6. Cabos

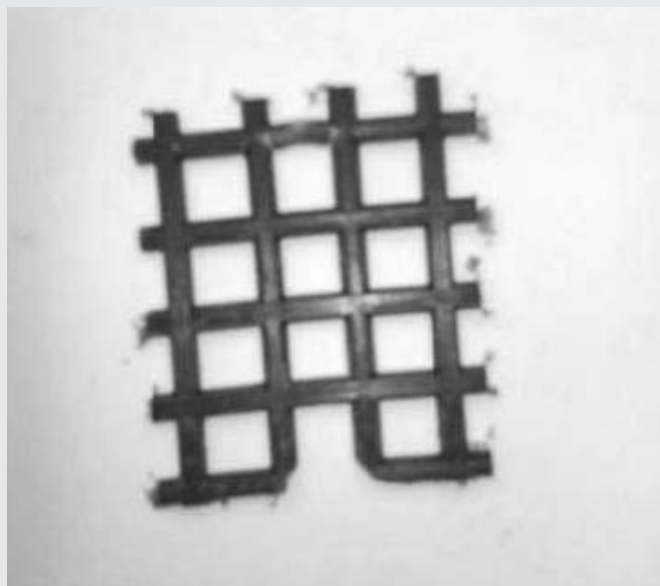


Figura 7. Bandejas

Con los ensayos mecánicos se identificarán los siguientes parámetros:

- Límite elástico
- Carga de rotura
- Alargamiento
- Transmisión o continuidad de la rotura

Las características principales de los materiales que componen las fibras utilizadas en la construcción de redes y de los otros elementos aparecen re-

flejadas en la Tabla I, que es debida a G. Klust, y se emplea frecuentemente en los Manuales que, tradicionalmente, utiliza la FAO (*Netting Material Characteristics. Food Agriculture Organization of United Nations*).

CARACTERÍSTICAS	MATERIAL			
	POLIETILENO (PE)	POLIESTER (PES)	POLIAMIDA (PA)	POLIPROPILENO (PP)
Densidad de la Fibra, g/cm <sup>3</sup>	0,96	1,38	1,14	0,91
Resistencia a la Rotura en seco	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Resistencia a la Rotura Humeda, % Rr. en seco	110	100	85 - 95	110
Encogimiento en Agua a 100 °C, en %	5 - 10	8	10	3
Tenacidad, gr/denier (en seco y en húmedo)	4,5 - 6,0 en seco 4,5 - 6,0 húmedo	6,0-7,0 en seco 6,0-7,0 húmedo	7,0-8,5 en seco 6,0-7,8 húmedo	8,0 - 8,5 en seco 8,0 - 8,5 húmedo
Alargamiento hasta Rotura, en %	3,6	16	25	-
Extensibilidad Humeda (cualitativo)	Entre PA y PES	Baja	Alta	Baja
Peso en el Agua, en % del Peso en Seco	No absorbe agua	+ 28%	+ 12%	No absorbe agua
Resistencia a la acción del tiempo, (sin tratamiento ni teñido)	Mediana	Alta	Mediana	Baja - Mediana

Tabla I

Las normas consideradas para la realización de los ensayos fueron las siguientes:

- **ISO 1968: 1973** Cuerdas y cordaje - Vocabulario
- **ISO 1140: 2004** Cuerdas - Poliamida - Especificación
- **ISO 2307:1990** Cuerdas - Determinación de ciertas características físicas y mecánicas
- **ISO 1107/ 2003** Redes de pesca - Red - Términos y definiciones básicas
- **ISO 1806:2002** Redes de pesca - Determinación de la fuerza de rotura de la malla de la red de pesca

La inspección visual con microscopio electrónico es realizada para estudiar la distorsión, agrietamiento y pelado del material y para averiguar el efecto de los organismos que causan el *fouling* sobre la degradación de las fibras y filamentos de la estructura. La microscopia de barrido exige que el material a observar sea conductor; dado que las fibras y los otros materiales estudiados no lo son, debe realizar un recubrimiento con oro de las muestras a estudiar.

En general se fijan cinco especies clave que componen mayoritariamente el *biofouling* y son generadoras de la mayoría de los problemas. Estas son:

- Mejillones, e.g. *Mytilus edulis*.
- Algas, e.g. *Ulva (syn. Enteromorpha) sp.*
- Tubeworms, e.g. *Hydroides elegans*.
- Ascidias, e.g. *Ciona intestinalis*.
- Balanos, e.g. *Balanus improvisus*.

Ya que no hay una norma ISO para realizar este tipo de pruebas, se seguirá un método estandarizado para todas las inspecciones.

## 4. Equipos utilizados

### 4.1. Descripción de la máquina de tracción

La norma ISO 1806:2002, permite el uso de tres tipos de máquinas de tracción:

- máquina de alargamiento constante;
- máquina de fuerza a velocidad constante;
- máquina de vaivén a velocidad constante.

En estas investigaciones se realizan los ensayos con una máquina de alargamiento a velocidad constante, que por otra parte es la recomendada a usar por la propia norma.

El error máximo de la fuerza indicada en cualquier punto en el intervalo de utilización de la máquina, no debía exceder del  $\pm 1$  %. Comprobando dinámicamente la exactitud de la escala graduada del aparato. Para lo que se procedió a realizar la calibración requerida. (Anexo II Certificados de calibración).

La máquina de ensayo, incluye medios para producir diferentes velocidades de la fuerza aplicada, con el fin de romper las muestras en el tiempo medio especificado, tal y como obliga la norma.

La máquina de ensayos de tracción estática (figura 8), reúne las siguientes características:

- Dispone de dos células de carga, una con capacidad hasta 500 kg y la otra con una capacidad hasta 5.000 kg. La célula de 500 kg hace a la máquina muy apta para ensayos de materiales de pequeño límite elástico y baja carga de rotura o para materiales de pequeños diámetros.
- El cabezal superior se mueve mediante un usillo (no es hidráulica).
- El gobierno de la máquina se realiza mediante un programa de ordenador que permite la elaboración de un informe de los ensayos realizados.

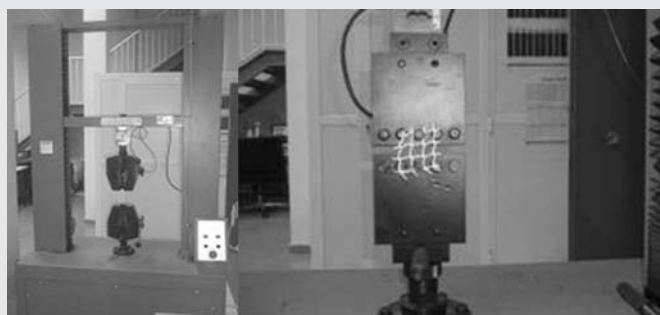


Figura 8. Máquina de tracción

La norma manda, reemplazar las mordazas de la máquina de ensayo a tracción por clavijas de material inoxidable que se sitúen en ángulos rectos con relación a la dirección de empuje. Estas son de resistencia suficiente y han de tener diámetro adecuado para el tamaño de la malla.

También se exige que se pueda regular la distancia entre las clavijas, de modo que redes de diferentes aberturas de malla hayan podido ser sometidas al ensayo.

Se adjunta una foto del tipo de útiles que se han utilizado a lo largo de estos ensayos (Figura 9).

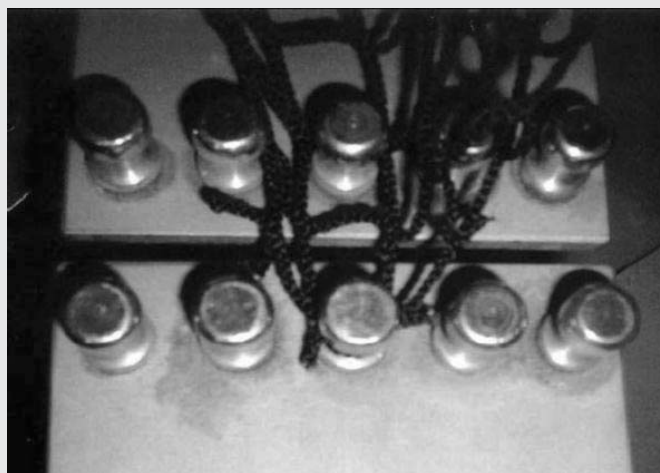


Figura 9. Útiles de la máquina de tracción

## 4.2. Descripción del microscopio electrónico

La microscopía electrónica de barrido es una herramienta muy potente de observación que reúne dos características que la hacen especialmente apropiada para:

Observar superficies topográficas, es decir, es una microscopía con mucha profundidad de foco. Es, por tanto, especialmente apta para la observación de superficies de fractura y poder determinar, con las imágenes, las causas que han propiciado dicha fractura. Su alta capacidad de resolución.

El Microscopio Electrónico de Barrido de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales de Madrid (figura 10), reúne las siguientes características:

- Cámara para las muestras a observar de gran capacidad.
- Trabaja con potencias de aceleración de entre 5 kV y 30 kV.
- Todo el sistema, columna del cañón de electrones y cámara de muestra a alto vacío.
- Dispone de cuatro velocidades de barrido.
- Dispone adicionalmente de un sistema de microanálisis por dispersión de energía cuantitativo, mapas de rayos X y espectros.



Figura 10. Microscopio electrónico de barrido; ETSIN

## 5. Preparación de las muestras para ensayar en el laboratorio

Normalmente, el sistema que se sigue para preparar las muestras de los diferentes elementos sometidos a ensayo debe normalizarse mediante un Protocolo para los Ensayos de Campo que defina, claramente, el posicionamiento de las muestras sometidas a envejecimiento en el mar, con objeto de obtener la máxima estandarización y uniformidad en la metodología. A las piscifactorías que participan en estas investigaciones se les suministra un *kit* que incluye todo lo necesario para realizar los experimentos adecuadamente.

### 5.1. Paños de red

Los paños de red forman las unidades experimentales que, después y una vez extraídas del agua, se van a ensayar. El envejecimiento natural y, por lo tanto, la acumulación de *biofouling*, se consigue manteniendo sumergidos dichos paños un determinado período de tiempo – de uno a doce meses –, en las proximidades de los campos de jaulas y en las mismas condiciones que las que se presentan en la producción real. La figura 11 muestra un paño de red colocado en un marco que le sirve de soporte y de guía.

En cada emplazamiento suelen colocarse varios bastidores, con cinco o seis mallas cada uno. La estructura ya lista puede verse en las Figuras 12.a y 12.b.

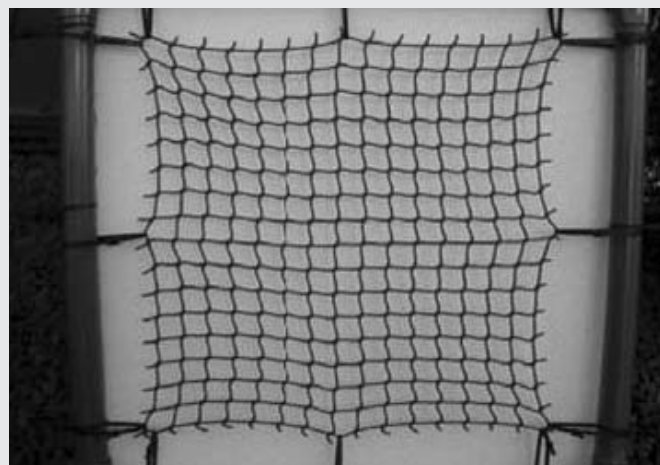


Figura 11. Paño de red montado en bastidor

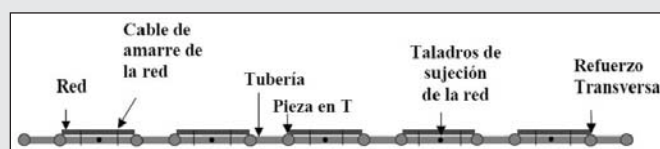


Figura 12.a. Estructura; vista lateral

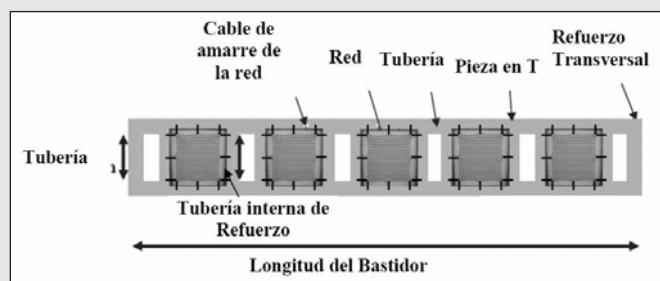


Figura 12.b. Estructura; vista frontal

Al colocar las muestras en el mar hay que respetar una serie de condiciones:

- Debe asegurarse que estén protegidas contra el vandalismo, tráfico de barcos, deportes acuáticos, etc.
- Los paneles deben estar a un metro de profundidad, verticales en la columna de agua y todas las superficies externas del paño de red orientada en la misma dirección y que tengan fácil acceso.
- La estructura debe colocarse, si es posible, en una zona donde la acción del *biofouling* sea máxima.
- No deben colocarse a la sombra todo el día, ya que los materiales que integran las jaulas tampoco lo están.
- Hay que asegurarse que las estructuras no sean perturbadas durante los meses que dura su exposición al *biofouling*.

Se necesitarán pesos o lastres para mantener la estructura vertical y evitar que se balancee a causa de las corrientes. Una disposición típica para tener en cuenta lo anterior es la que aparece en la figura 13.

### 5.2. Cabos estándar

Para la sistemática de estos experimentos, deben sumergirse al menos 5 cabos de dimensiones previamente especificadas, colocando un peso en su extremo inferior que hace la función de lastre y mantiene el cabo vertical. Los cabos se envían a los emplazamientos elegidos *in situ*, son armados y colocados.

### 5.3. Material para el cultivo de moluscos

La sistemática para la preparación de estas muestras es la misma que para los paños de red, sólo que se sustituyen los paños de red en el hueco de la

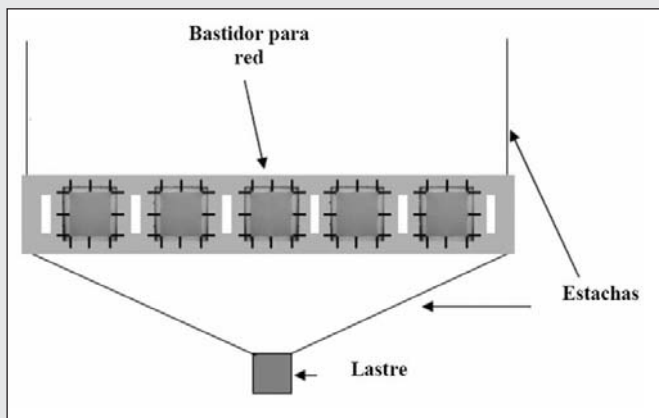


Figura 13. Disposición del lastre

estructura por el material específico para este tipo de cultivo. Los pasos principales para la colocación de estas estructuras son:

- De acuerdo a los conocimientos locales sobre el emplazamiento, se escoge el lugar adecuado y la mejor manera de colocar la estructura.
- Se ponen los paneles verticalmente.
- La estructura puede suspenderse verticalmente sobre las estructuras flotantes (sistema de *long-line*) incorporando un peso a la estructura, o atarse a las mesas que sostienen las bolsas de cultivo en el caso de que se cultive los moluscos a orillas de la costa.

## 6. Ensayos de tracción. Determinación de la carga de rotura de las mallas de red

La metodología viene recogida en la Norma ISO 1806.2002

- **Toma y preparación de las muestras.** Las muestras se seleccionan de forma aleatoria de la red, para que sean representativas del conjunto. Se cortara los extremos de la malla de muestra, tan lejos como sea posible de los nudos o uniones. Se utilizarán mallas de tres por tres (figura 14). La resistencia de la malla debe determinarse sobre la malla central.

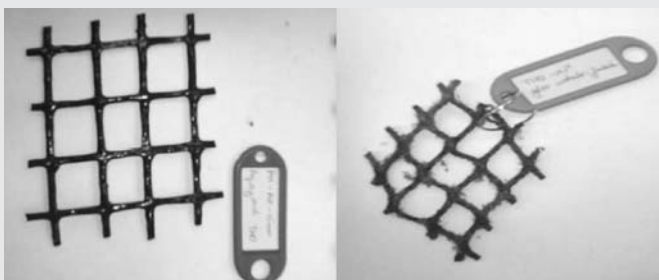


Figura 14. Muestras de mallas y bandejas de moluscos preparadas para ensayar

### Requisitos para la realización de los ensayos

- **Atmósfera de los ensayos:** Como dice la norma ISO139, las muestras deben ser expuestas a la atmósfera normalizada para ensayo del  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  y una humedad relativa del  $65\% \pm 2\%$ , hasta que haya alcanzado el equilibrio. Para las redes fabricadas con fibras químicas, generalmente es suficiente una exposición de 24 horas.
- **Ensayos en estado mojado:** La muestra tendrá que estar completamente mojada, para ello la norma da varias combinaciones y tiempos de exposición.
- **Tiempo de rotura:** deberá estar comprendido entre  $20\text{ s} \pm 3\text{ s}$ .
- **Número y procedimiento de los ensayos:** Deben efectuarse como mínimo 10 ensayos individuales sobre cada pieza de la red, a menos que se especifique otra cosa entre el comprador y el suministrador. Si el intervalo de

confianza es menor se realizaran pruebas suficientes para asegurar ese intervalo de confianza.

El procedimiento ha de cumplir con los siguientes pasos:

Debe comprobarse que las clavijas de la máquina de ensayo estén debidamente alineadas y paralelas.

- El montaje debe efectuarse de forma que los nudos no toquen las clavijas (Figura 15).

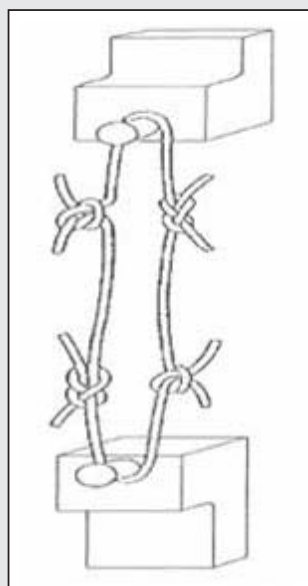


Figura 15

ensayos característicos.

El primero de ellos se ha realizado con una malla de red, preparada según lo descrito anteriormente, y envejecida mediante su inmersión en el mar por un período, en esta ocasión, de dos meses. El aspecto de los diagramas de tracción es el típico de los materiales acordonados elásticos. Efectivamente, los paños de red se construyen tejiendo cordones de fibras sintéticas – en este caso se trata de una poliamida del tipo nylon – sin nudos. A su vez, estos cordones se trenzan reuniendo una serie de fibras primarias monofilares, en número de seis a diez, dependiendo de las características de las mallas y del material.

Durante la realización del ensayo de tracción se produce el siguiente proceso: a medida que se va incrementando la carga, la curva fuerza-alargamiento toma una forma parabólica creciente, muy parecida a la de un ensayo convencional con un material metálico; así hasta que llega a un punto máximo de carga, donde se produce una primera rotura, que se considera carga máxima de rotura; en ese pico máximo se produce la rotura de algunas fibras primarias del cordón pero no se llega a la fractura total; esto ocurre en el segundo pico, afectado lógicamente por una carga menor, aunque el material ha seguido estirándose. Prácticamente el comportamiento de todas las muestras de mallas ensayadas es prácticamente idéntico al que se ha descrito.

En los segundos diagramas, que corresponden a muestras de bandejas para moluscos -*Trays*-, el aspecto de la curva fuerza-alargamiento es idéntico al de los ensayos con materiales metálicos. La razón es que, aunque se trata también de materiales sintéticos - PVC, Polietileno, etc -, son materiales enterizos o, como mucho, monofilamento, por lo que, aún tratándose de materiales generalmente elásticos su comportamiento es similar a los metálicos.

Igual comportamiento que las mallas de red deberán tener los cabos mensajeros y de fondeo, que también son acordonados, pero que todavía no se han podido ensayar por estar en fase de desarrollo, en estos momentos, el útil adecuado.

- Las muestras húmedas deben ensayarse inmediatamente después de haberse extraído.
- Debe aplicarse la fuerza hasta alcanzar el tiempo medio de rotura prescrito.
- Si una muestra no rompe en uno de los nudos o uniones, el ensayo debe rechazarse.
- Deben rechazarse todos los ensayos obtenidos sobre muestras en las que los extremos sueltos de la malla deslizan en los nudos o producen distorsiones en las uniones.
- Si en más la mitad de los ensayos los nudos deslizan, no debe utilizarse el método de ensayo de la malla descrito en la norma europea.

En las figuras 16 y 17 se han reflejado dos ejemplos gráficos de diagramas de tracción, que corresponden a dos ensayos característicos.

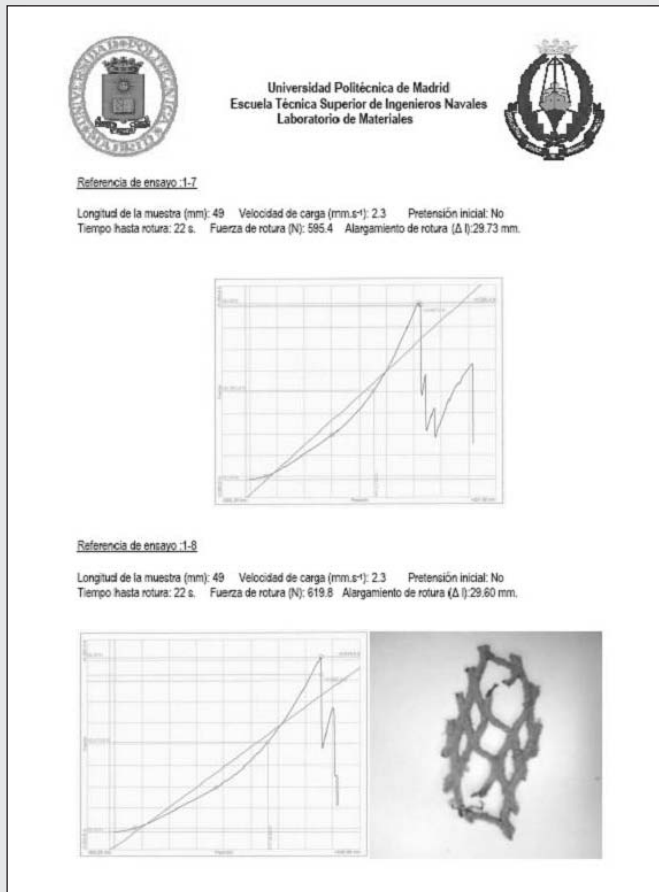


Figura 16. Diagramas de tracción mallas de red

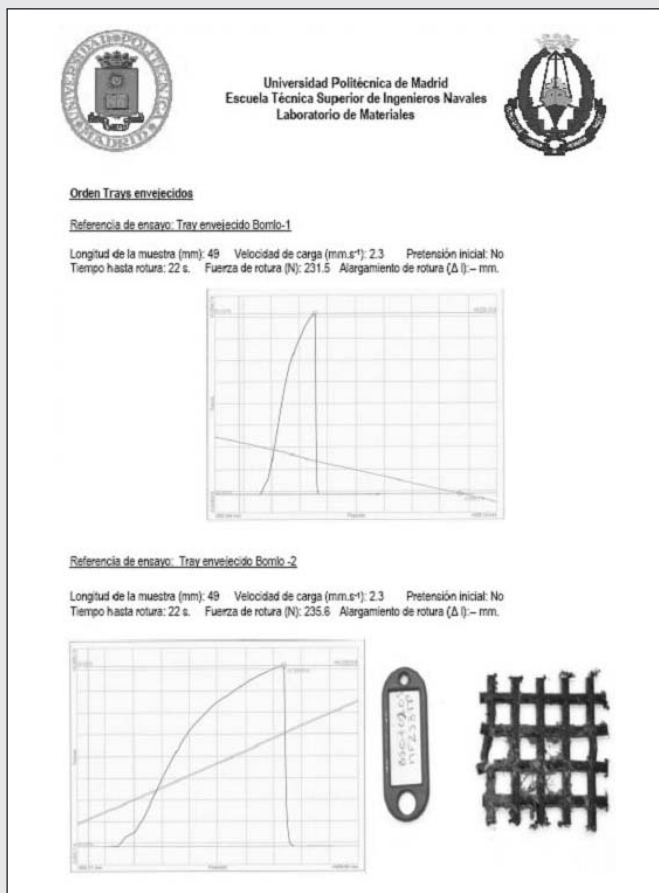


Figura 17. Diagramas de tracción de trays de moluscos

## 7. Caracterización mediante microscopía electrónica de barrido de mallas nuevas y expuestas

La última parte del presente trabajo está dedicado a la caracterización de los materiales utilizados, tanto en estado de recepción como expuestas durante un tiempo en el medio, utilizando para ello técnicas de observación de Microscopía Electrónica de Barrido y empleando una técnica complementaria que va asociada a la microscopía, que son las técnicas de microanálisis EDX. En ambos casos, las dos técnicas se revelan como herramientas indispensables para comprobar si las fibras que constituyen las mallas están deterioradas o no en el estado de recepción y, en el caso de las mallas expuestas, qué tipos de adherencias están presentes y cual es su naturaleza y, sobre todo, si se dan corrosiones en las fibras y cual sería su comportamiento en esta nueva situación.

Otra problemática que se puede presentar es la de roturas intencionadas de mallas. En este caso, la microscopía electrónica de barrido se convierte nuevamente en una herramienta importante para determinar si la rotura ha sido natural o intencionada.

Todos los materiales que se quieren observar, son materiales no conductores y, por tanto, la microscopía electrónica de barrido no podría ver estos materiales. Para ello, se utiliza una técnica que permite hacerlos conductores.

### 7.1. Recubrimiento de las mallas

En la figura 18 se muestra un esquema de un equipo "Sputtering" para recubrir las muestras con una finísima película de oro.

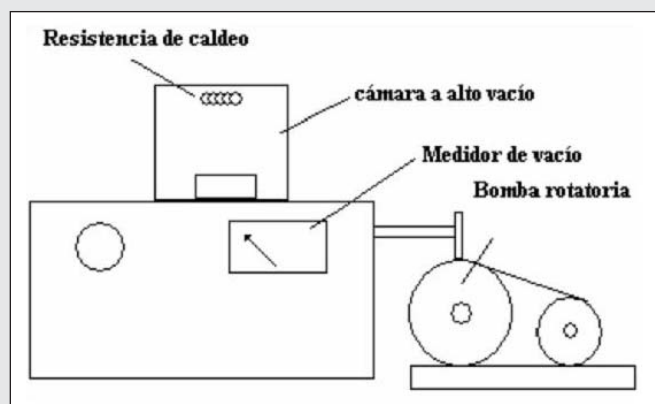


Figura 18. Sputtering para recubrimiento de muestras

Como se observa en la figura, un sistema de recubrimiento de muestras no conductoras, consta de:

- Bomba rotatoria para producir alto vacío en la cámara que contiene la muestra para recubrimiento (10<sup>-3</sup> a 10<sup>-5</sup> Torr).
- Resistencia de caldeo a modo de cestilla en la que se introduce un fino filamento de oro.
- Medidor de vacío.
- Regulador de paso de corriente por el filamento de caldeo.

### 7.2. Selección de las muestras y preparación de las mismas para su observación

Las muestras se seleccionan aleatoriamente pero con alturas en el agua diferentes. Las redes se dejan secar durante una semana y antes de proceder al recubrimiento de las probetas, es necesario, secar perfectamente las muestras. Para ello, se utilizó una estufa que proporcionó una temperatura constante de 60 °C, durante una hora. Una vez que las muestras están perfectamente secas, se las sitúa en el sputtering, se realiza el vacío y a continuación se hace pasar una corriente suficiente por el filamento (cestilla) de caldeo para sublimar el oro que contiene. El oro sublimado decanta so-

bre la muestra y la recubre uniformemente, reproduciendo toda la topografía que presente dicha muestra. No obstante, el espesor de la película de oro depositada, depende del tiempo de paso de corriente y, por tanto, del tiempo que está decantando oro sobre la muestra.

Para que los microanálisis EDX no falseen los resultados que se obtengan, es necesario controlar el espesor de la película de oro, de lo contrario, el análisis no daría mayoritariamente oro y los elementos minoritarios no los detectaría.

Las muestras recubiertas se disponen en un porta de un material buen conductor y se adhieren a él mediante una cinta adhesiva de carbono conductora. Esta precaución es necesaria para que las muestras no se muevan durante la observación con la microscopía electrónica de barrido.

### 7.3. Observación de las probetas

La observación de las probetas de mallas nuevas, nos permitió comprobar el estado superficial de los filamentos de dichas mallas. Con esta observación, lo que se pretendía era comprobar que en los filamentos no había entalladuras debidas al proceso de fabricación o alguna otra imperfección. En las siguientes figuras 19 y 20 se observa el estado superficial de los filamentos.

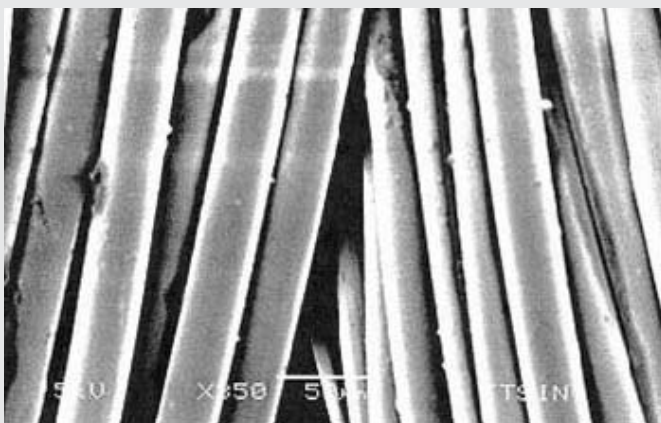


Figura 19. Mallas nueva (Puede observarse que no hay defectos superficiales)



Figura 20. Nudos en las mallas

Puede observarse, que el estado superficial de los filamentos es excelente y no presentan ninguna alteración superficial, además, los nudos están perfectamente realizados y no se han encontrado defectos en los mismos.

La observación de mallas expuestas, nos ha permitido, junto al microanálisis EDX, identificar las adherencias y constatar que el tipo de adherencia en las mallas depende de una serie de factores, como:

- a. Composición química de las aguas.
- b. Altura o profundidad de la muestra en el agua de mar.
- c. Temperatura de las aguas.

En las figuras 21 a 26, que a continuación se presentan, se observan los aspectos comentados anteriormente:



Figura 21. Las adherencias están formadas por algas filamentosas que tienen silicatos (barros) en la que aprecia un pequeño cristal de NaCl

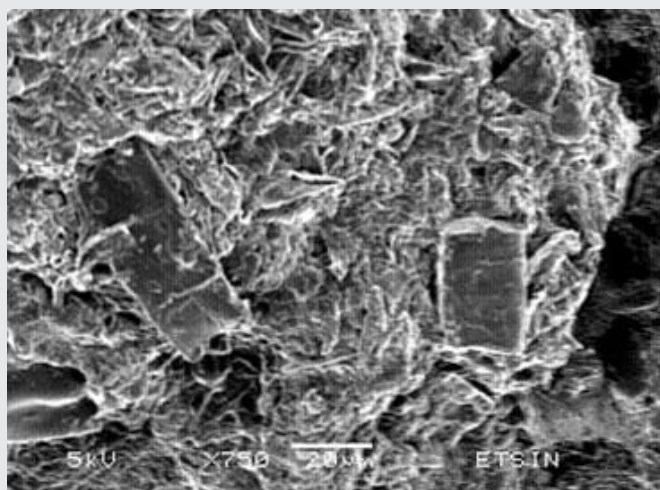


Figura 22. Imagen aumentada de la anterior. Si alguno de los pequeños cristales de NaCl se parte y está en contacto con algún filamento de malla podría deteriorarlo

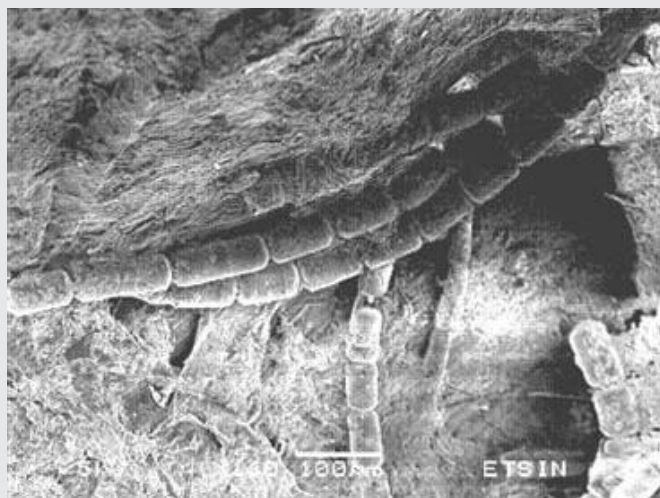


Figura 23. Las morfologías que se observan son pequeños cilindros alineados que podrían ser Tubeworms (*Hydroids elegans*)

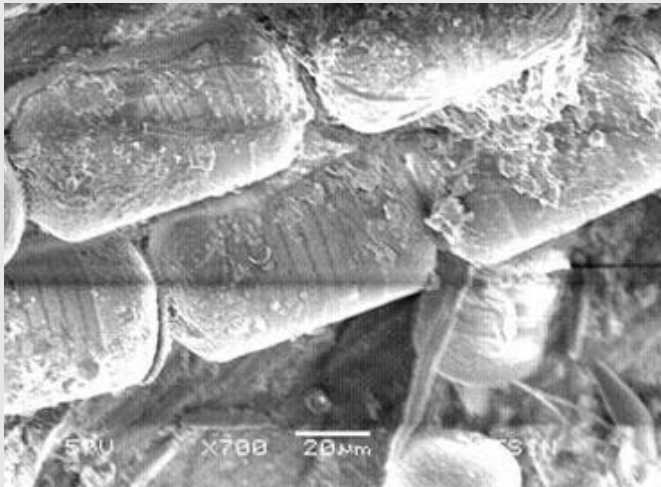


Figura 24. Detalle de la misma muestra a mayores aumentos

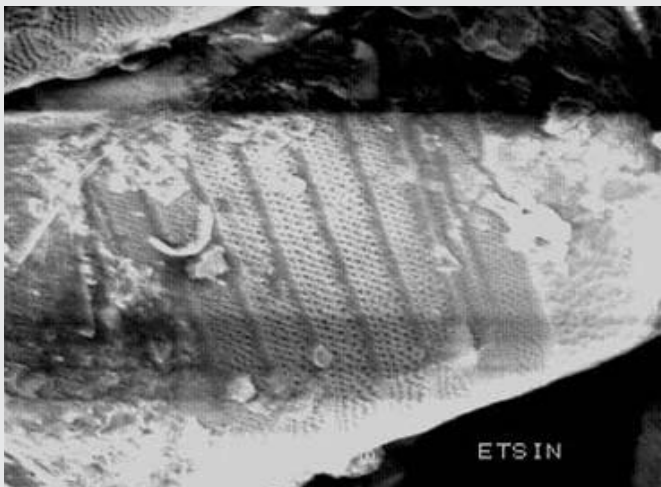


Figura 25. La observación a mayores aumentos ha permitido comprobar que la superficie lateral está perforada

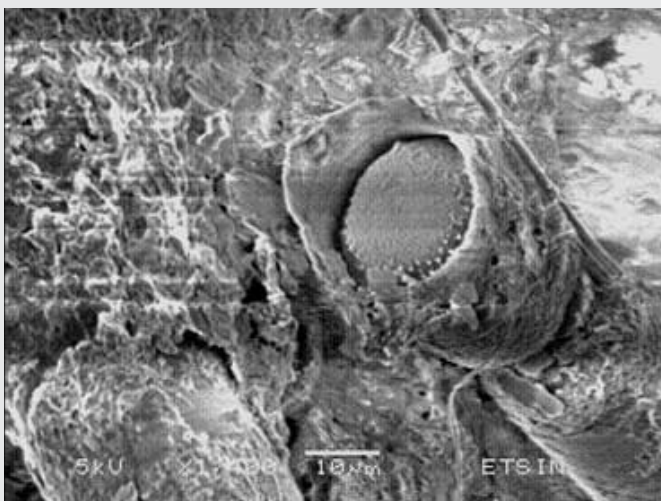


Figura 26. Uno de los cilindros rotos

La secuencia de figuras de la 23 a la 26, es una posibilidad que ofrece la microscopía electrónica de barrido y que, a continuación, comentaremos. Las morfologías cilíndricas que muestran la figura 23 que están alineadas, a los aumentos que muestra dicha figura, no permitían decir nada más de ellas. Sin embargo, dado el alto poder de resolución y la posibilidad de disponer de mayores aumentos del sistema de observación, permitió observar sobre la superficie lateral de esos pequeños cilindros, infinidad de pequeñas perforaciones. Esta observación nos condujo a pensar que dichas perforaciones

posiblemente eran el sistema de respiración de un ser vivo que ocupará el interior de dicho cilindro. Como la posibilidad de encontrar una de estas estructuras rotas estaba dentro de lo posible, la búsqueda condujo a la obtención de la figura 26, en la que se observa el inquilino de una de esas estructuras. Aunque disponemos de imágenes a mayores aumentos, creemos que es suficiente la muestra para no recargar el presente trabajo.

Se ha comentado en la introducción, que dependiendo de la altura en el agua, se pueden encontrar en las mallas morfologías diferentes. En la figura 27 y 28 se muestran estas nuevas morfologías.

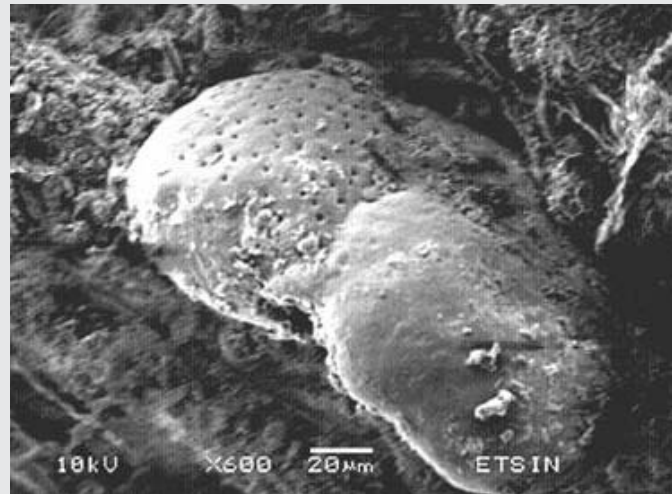


Figura 27. Estructuras con perforaciones superficiales, rodeada de adherencias



Figura 28. Son muy frecuentes en las adherencias encontrar pequeños crustáceos como el de la imagen

Las estructuras estrelladas que se observan en las figura 27 y 28, son masivas a una determinada profundidad. Como en el caso anterior, se buscó una de esas estructuras que tuviera una punta rota y que nos permitiera comprobar que contenía un ser vivo o que, simplemente, era un simple crecimiento cristalino (figura 28). Comprobado que no es una ser vivo, se utilizó el microanálisis EDX para comprobar su naturaleza. En la figura 29 se observa un mapa de rayos X, que nos permite afirmar, si lugar a error, que es un crecimiento cristalino de carbonatos. Se encontraron puntas de hasta 1,5 mm. Si las mallas que estamos observando estuvieron expuestas 1 mes, cabe pensar, que estos crecimientos cristalinos pueden dar lugar a estructuras de mayores puntas. Esto supone, que si estas estructuras crecen hacia el interior de la jaula, pueden dar lugar a daños en la piel de la especie que se cultiva en dicha jaula.

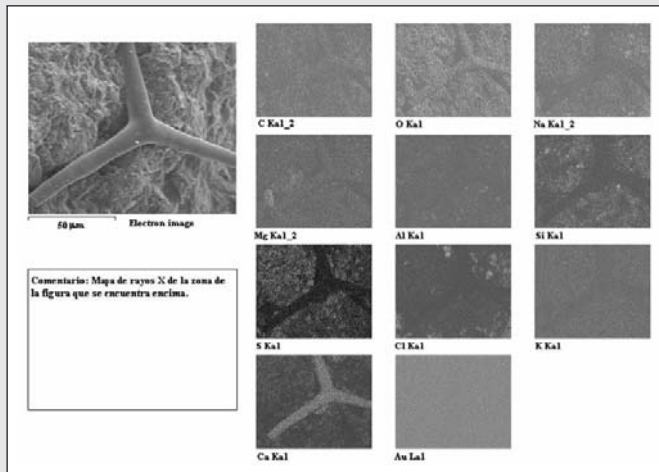


Figura 29. Mapas de rayos X de las morfologías en forma de estrella

Para confirmar que a determinadas profundidades se dan preferentemente especies o morfologías masivas, en las figuras 30 y 31 se muestran nuevas imágenes de distintos seres vivos o morfologías de crecimiento.

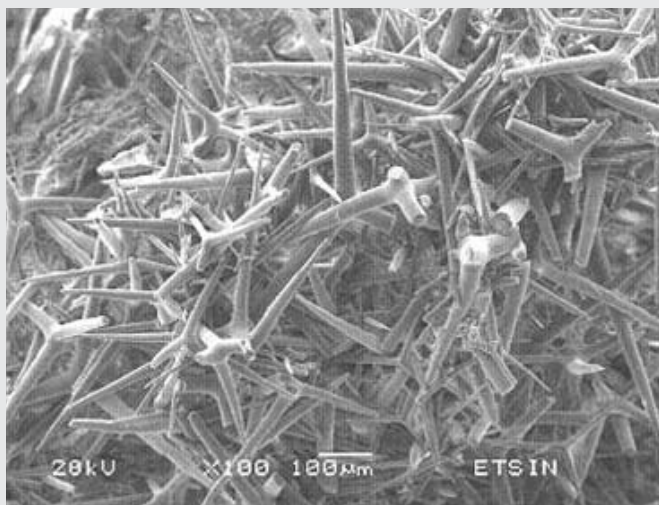


Figura 30. Crecimientos cristalinos masivos



Figura 31. Otras morfologías muy frecuentes

Nuevamente, podemos comprobar que naturaleza tienen los caparazones de los seres vivos que contienen o la naturaleza del crecimiento cristalino. En la figura 32 se muestra un mapa de rayos X de una de estas morfologías.

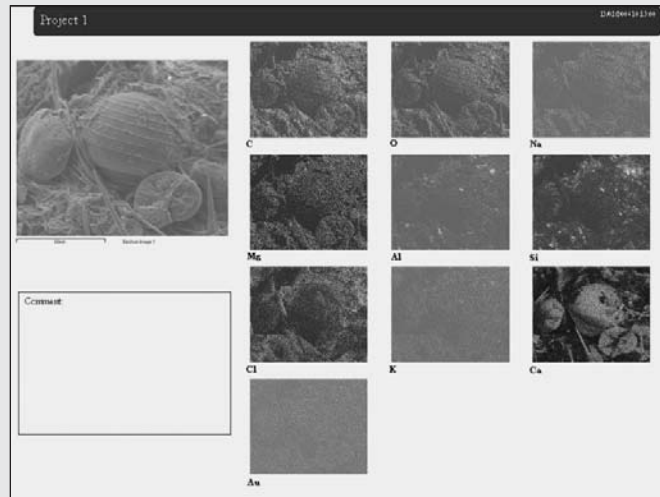


Figura 32. Mapa de rayos X de la imagen 31

Los lodos que se retienen en las mallas como consecuencia de las algas filamentosas, producen, a su vez, la retención de huevos o larvas de distintos seres vivos, que terminan creciendo en ese medio. Las figuras 33, 34, 35 y 36 muestran algunos de estos seres vivos.



Figura 33. Estructura de un ser vivo

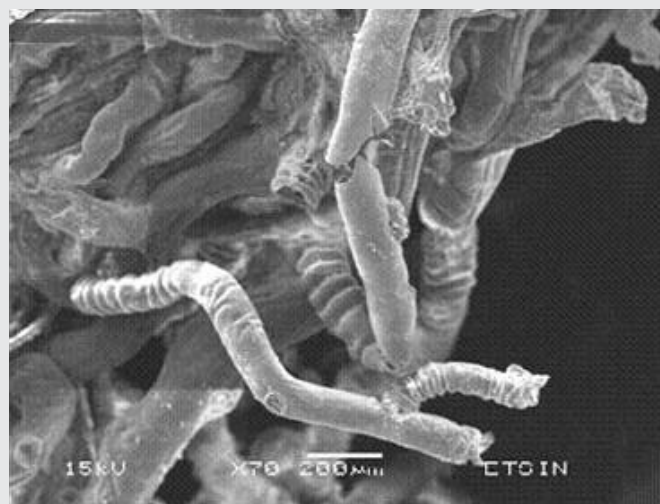


Figura 34. Gusanos tubulares (*Tubeworm*)



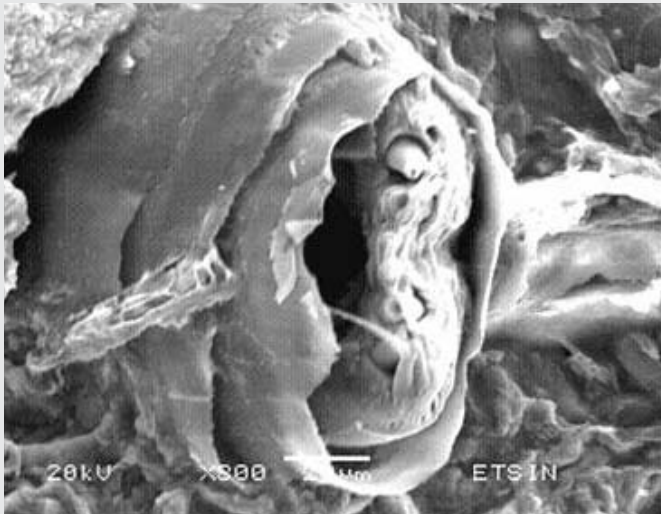


Figura 35. Larvas de Balanus (*Balanus improvisus*)

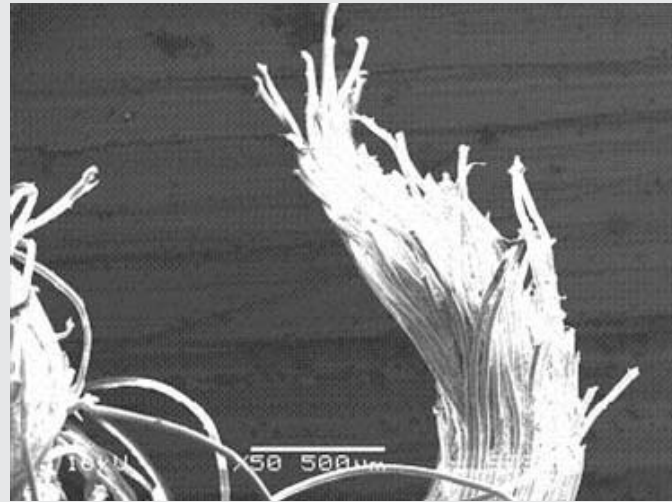


Figura 38. Red rota accidentalmente

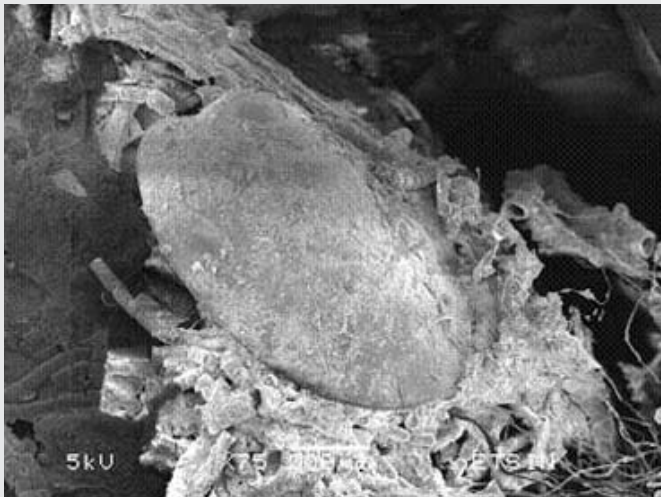


Figura 36. Mejillón (*Mytilus galloprovincialis*)

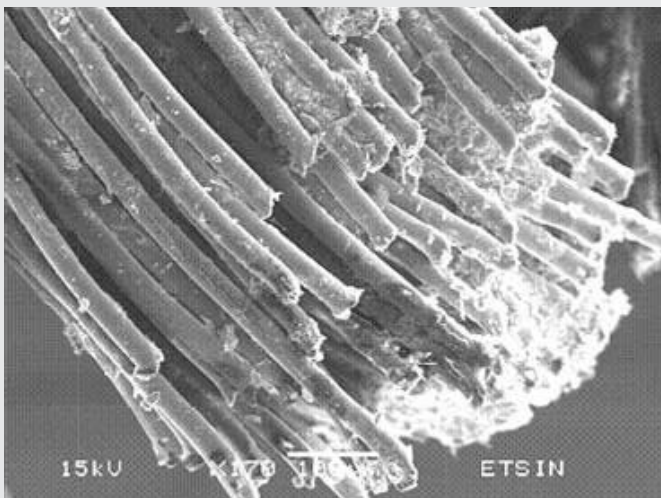


Figura 37. Red cortada intencionadamente

#### 7.4. Empleo de la microscopía electrónica de barrido para la comprobación de roturas inducidas en las mallas

Cuando una malla se corta median un elemento cortante, las fibras no presentan deformaciones en la proximidad de la superficie de corte. Sin embargo, si la rotura se ha producido de forma accidental, las fibras se alargan o se produce un deshilachado de los propios paquetes de fibras. En las figuras 37 y 38 se muestran dos ejemplos de lo dicho anteriormente. La figura 37 muestra un ejemplo de paquetes de fibras cortadas y en la figura 38 se muestra una rotura accidental.

#### 8. Conclusiones

- Los estudios modernos sobre el *biofouling* en las instalaciones de cultivos marinos tienen por objeto la caracterización de las comunidades vegetales y animales que integran aquél, en función de los materiales empleados y de las condiciones ambientales.
- Es prioritario, antes de establecer una estrategia *antifouling* en una granja marina, analizar las diferentes alternativas para combatir el *fouling* y, después, identificar cual es la más apropiada para un escenario o situación específica.
- La microscopía electrónica de barrido se muestra como una herramienta importante de observación para comprobar que tipos de *biofouling* se dan sobre las mallas. También el microanálisis EDX es una herramienta complementaria de la microscopía electrónica de barrido que permite comprobar la naturaleza de las adherencias.
- El análisis de las características mecánicas, unido a la caracterización visual por microscopía electrónica es, hoy en día, una de las técnicas más avanzadas para el estudio, no solo del *biofouling*, sino de cualquiera de los elementos que pueden resultar dañados por cualquier otro agente en una instalación de acuicultura fuera-costa.
- Se ha comprobado que el tipo de adherencia depende no solamente de la profundidad sino de la composición química de las aguas (lugar donde están instaladas las jaulas).
- Mediante estas técnicas, se puede analizar e identificar, con un alto grado de fiabilidad, si las roturas en las redes son accidentales o inducidas.
- La metodología creada mediante el trabajo conjunto del Área de Materiales y el Área de Ingeniería de los Recursos Marinos de la ETSIN-UPM ha supuesto un avance cualitativo en la Investigación Aplicada de los Cultivos Marinos fuera-costa. El procedimiento descrito en este trabajo se está aplicando actualmente en el Centro en varias Investigaciones, tanto nacionales como extranjeras.

## 9. Bibliografía

1. **Boulton, L., Powell, C., Hudson, B.** "Controlling biofouling on ferry hulls with copper-nickel sheathing. DSTO." Proceedings of 10th International Congress on Marine Corrosion and Fouling. The University of Melbourne, Australia 7-12 February 1999.
2. **Brisson, J.D. and Peterson, R.L.** "Scanning Electron Microscopy and X-ray Micro-Analysis". Inst. Of Chicago. USA. 1977.
3. **Dog Fouling (Scotland), Act 2003.** *The Stationery Office Limited.* U.K. 2003.
4. **IMO Publishing.** "Anti-fouling Convention". Edition 2005. London. U.K.
5. **IMO Publishing.** "Anti-fouling Systems". Edition 2002. London. U.K.
6. **Kerr, A., Hodgkiess, T., Cowling, M.J., Beveridge, C.M., Smith, M.J. and Parr, A.C.S.** "A novel technique to prevent bacterial fouling, using imposed surface potential". *Journal of Applied Microbiology*, 85, pp 1067-1072.
7. **Raikin, Alexander.** "Marine Biofouling: Colonization Processes and Defenses". CRC Press. U.K. 2003.
8. **Rittschof, D.** "The history, current status and future prospects of natural products as antifoulants. DSTO". Proceedings of 10th International Congress on Marine Corrosion and Fouling. The University of Melbourne, Australia 7-12 February 1999.
9. **Vial, J. and Porter K.R.** "Scanning Microscopy of Dissociated Tissue Cells". *The Journal of Cell Biology*, Vol. 67, 234-369. USA 1975.

artículo técnico

# El renacimiento de la energía nuclear

Amalio Saiz de Bustamante  
Catedrático Emérito  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales  
Universidad Politécnica de MADRID

Artículo presentado en las XLV Sesiones Técnicas  
de Ingeniería  
Naval, celebradas en Madrid los días 4 y 5  
de Octubre de 2006

## Resumen

En diciembre de 2003 la compañía eléctrica finlandesa TVO contrató un reactor EPR (Reactor Europeo de Agua a Presión), el primer reactor en construcción de la llamada tercera generación de sistemas nucleares. Se espera su puesta en servicio a mediados de 2009. La construcción del segundo EPR se iniciará en Francia como 3ª unidad de la CN Flamanville en 2007, previéndose su arranque en 2012. En los EEUU hay 15 CCNN en proceso de licenciamiento con reactores de 3ª generación. Japón, la Federación Rusa, y Corea del Sur tienen CCNN en construcción. China e India inician un gran programa de CCNN y el Reino Unido está planificando su nuevo programa de CCNN.

El artículo revisa las generaciones de reactores nucleares 1ª (prototipos), 2ª (grados reactores en operación), 3ª (nuevos diseños de reactores nucleares evolutivos en construcción o aprobados o en proceso de aprobación por las Autoridades Reguladoras) y 4ª (I+D+i conducentes a nuevos reactores innovadores).

El artículo trata de responder qué tipos de reactores se construirán en los próximos cien años y si habrá suficiente materia prima nuclear, teniendo en cuenta la posible futura escasez de los combustibles fósiles, las limitaciones de emisiones de CO<sub>2</sub> del Protocolo de Kyoto, el elevado coste de las energías renovables y la gran ventaja ambiental de la energía nuclear.

## Abstract

*In December 2003 the Finnish utility TVO contracted an EPR (European Pressure Water Reactor), the first III generation reactor being built. The plant commissioning will take place in 2009. The second EPR is the Flamanville NPP third unit, in France, to be operational by 2012. In USA there are announced 15 new third generation NPP. Japan, the Russian Federation and South Korea, have several II generation NPP under construction. China and India have initiated an important NPP programme. A new NPPs plan is being laid out in the United Kingdom.*

*This presentation revises the four NPPs generations: 1st (Prototypes), 2nd (Large competitive reactors actually in operation), 3rd (New evolutionary design reactors under construction or under Regulatory Bodies approval process), and 4th (New reactors R & D) and their associated nuclear fuel cycle.*

*This presentation tries to foresee the nuclear reactors to be build in the coming 100 years and their nuclear raw material needs, taking into account the future fossil fuel scarcity, the Kyoto Protocol CO<sub>2</sub> emission reduction, the renewable energies mayor costs and environmentally- friendly nuclear option.*

## 1.- Introducción

Los recientes fuertes incrementos de los precios de los combustibles fósiles –carbón, petróleo y gas natural– ponen de manifiesto la escasez de estos recursos energéticos; como ocurrió en las crisis del petróleo de 1973 y 1978. Precios a los que hay que añadir la posible inseguridad de los suministros, como recientemente ha ocurrido con los suministros rusos de gas natural a la Unión Europea (UE) y las nacionalizaciones de los hidrocarburos en algunos países como Bolivia.

Sin embargo a pesar de los problemas indicados en el párrafo anterior, la demanda de combustibles fósiles ha aumentado continuamente desde la Revolución Industrial, lo que han permitido de forma secuencial y/o combinada, el crecimiento económico de los países industrializados. Además la situación actual es más crítica, pues hay que añadir la nueva creciente demanda de algunos países en desarrollo, principalmente China e India.

## Índice

### Resumen / Abstract

- 1.- Introducción
- 2.- Primera generación
- 3.- Segunda generación
- 4.- Tercera generación
- 5.- Cuarta generación
- 6.- Reservas de uranio. Ciclos del combustible nuclear
- 7.- Conclusiones

La Agencia Internacional de la Energía (IEA) estima para 2030 un 60% el aumento de la demanda mundial de energía y por tanto un crecimiento importante de las importaciones de petróleo y gas natural de Oriente Medio y Norte de África, de la que un 75% provendría de países en desarrollo<sup>1</sup>. Así mismo la IEA advierte sobre el correspondiente aumento de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), que serán superiores en un 50% a las actuales, si no se modifican las políticas energéticas.

Otros autores estiman un crecimiento de la demanda de energía mayor al considerado en el párrafo anterior, pues ésta podría duplicarse antes del 2050, considerándose mayores incrementos para la electricidad<sup>2</sup>.

Finalmente hay que mencionar la limitación a las emisiones de GEI impuestas por el Protocolo de Kyoto, que solo afectan actualmente a los países industrializados, lo que supone para estos países un coste adicional de la energía, llamado coste del carbono o coste del CO<sub>2</sub>. El Protocolo entró en vigor el 17 de febrero de 2005, siendo su objetivo principal, evitar el calentamiento global, es decir proteger nuestro medio ambiente.

A finales de la década de los años 80 se produce un estancamiento en la construcción de nuevas centrales nucleares (CCNN), con excepción de Francia, Japón, Federación Rusa, Corea del Sur y Taiwan. Estancamiento conocido como *paradoja nuclear*, pues las CCNN no producen GEI en su operación<sup>3</sup>.

Una cesta de combustibles basada únicamente en el *ahorro energético y las energías renovables* no permite hacer frente a la demanda energética actual en el marco del el Protocolo de Kyoto, ni mucho menos en el futuro<sup>4</sup>.

La situación expuesta en los párrafos anteriores ha conducido a un nuevo debate a nivel mundial sobre *la necesidad ineludible de incluir la energía nuclear en los planes energéticos* de países desarrollados con independencia de sus propios recursos energéticos, dada la capacidad de las Centrales Nucleares (CCNN) de generar electricidad sin producir GEI<sup>5</sup>, en condiciones competitivas, seguras<sup>6</sup> y con un gran potencial de sostenibilidad. Debate que en este Artículo se ha titulado como *El Renacimiento de la energía nuclear*.

Al 15 de abril de 2006, hay en el Mundo, 443 reactores nucleares industriales en operación con una potencia total eléctrica instalada de 369,56 GW, que produce aproximadamente un 17% de la producción global de electricidad.

Es precisamente la *operación segura y rentable de los 443 reactores citados, situados* en 31 países con diferentes niveles de desarrollo y pertenecientes a cuatro continentes, lo que motiva confianza en la energía nuclear y en su futuro papel en las políticas energéticas, necesariamente respetuosas con el medio ambiente.

Al ser las CCNN intensivas en capital, su competitividad es sensible al factor de disponibilidad, que entre los años 1980 y 2005, ha alcanzado valores medios del 90% para reactores de agua ligera<sup>3</sup> (LWR). En cambio es poco sensible al precio del combustible nuclear y prácticamente insensible al coste de la materia prima<sup>8</sup> (uranio). Así en el supuesto de duplicación del coste del combustible nuclear la repercusión en el coste del kWh sería del 20%; y si la duplicación se refiere únicamente a la materia prima, la repercusión sería del 3,5%. La combinación de ambas economías tiende a estabilizar en el tiempo, el coste de la electricidad de origen nuclear.

La Fig. 1 muestra la evolución de los costes del kWh nuclear en España<sup>9</sup>, durante el periodo 2000-2004. Coste que incluye el coste del combustible gastado y de la clausura de las CCNN.

La introducción del coste del carbono en el coste del kWh aumenta de forma importante la competitividad de las CCNN, como muestra la Fig. 2, resultado de los estudios de EPRI (*Electric Power Research Institute*), Institución norteamericana sin ánimo de lucro, fundada en 1973 y dedicada a la Investigación Eléctrica<sup>10</sup>.

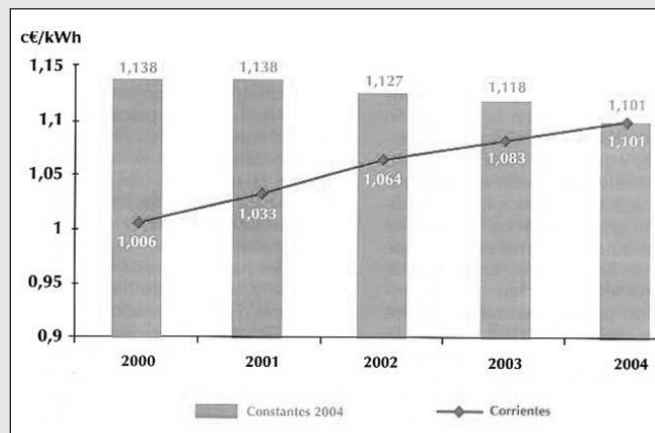


Fig. 1. Coste del kWh nuclear en España<sup>9</sup>

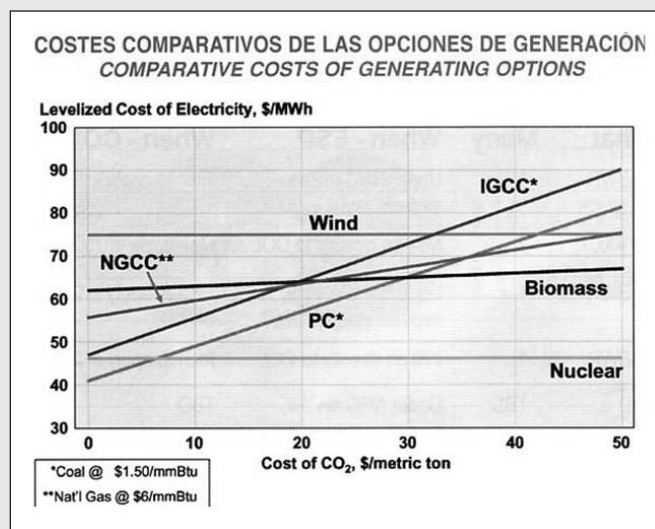


Fig. 2. Coste medio del MWh en EEUU en función de los costes de emisión de de una t. de CO<sub>2</sub><sup>10</sup>.

Las abscisas de la Fig. 2 indican el coste de la emisión de una tonelada métrica de CO<sub>2</sub> y las ordenadas el coste medio homogenizado del MWh en los EEUU, representando la figura los costes de generación de electricidad en función del coste del CO<sub>2</sub> para las diferentes energías primarias indicadas con diferentes colores: rojo, carbón pulverizado (PC\*); ocre, energía nuclear; azul oscuro, carbón gasificado, ciclo combinado (IGCC\*); verde, gas natural, ciclo combinado (NGCC\*\*); negro, biomasa; y azul claro, energía eólica.

La abscisa cero representa una situación prekioto, donde en USA, únicamente el carbón en USA (\$ 1,50/mmBtu) es competitivo con la energía nuclear (Reactores evolutivos, tercera generación). Para abscisas positivas, escenario postkioto, la energía nuclear se transforma en la energía más barata (Reactores evolutivos, vida útil de 60 años y factor de disponibilidad de 0,9).

El coste de la electricidad de origen nuclear es semejante en España (Fig. 1) y en USA<sup>10</sup>.

En ninguna de las dos situaciones, la generación de electricidad en CCTT de gas natural y ciclo combinado (\$ 6/mmBtu) es competitiva.

Las energías renovables biomasa y especialmente la eólica por su bajo factor de disponibilidad (0,29 en USA y 0,25 en España) son especialmente caras, y por tanto muy lejos de la competitividad.

El Artículo trata de responder a estas dos preguntas:

¿A qué tipo, familia o tecnología pertenecerán los nuevos reactores nucleares a construir entre 2010 y 2050; y entre 2050 y 2100?

¿Habrá suficiente materia prima (uranio) para el funcionamiento de los reactores previstos/estimados en el presente siglo?

La Ponencia ha adoptado la clasificación de los reactores nucleares en cuatro generaciones, siguiendo la iniciativa del Departamento de Energía de los EEUU (DOE): 1.ª Prototipos/ 2.ª Competitivos/ 3.ª Evolutivos/ 4.ª Innovadores.

## 2.- Primera generación

En 1951 el reactor experimental de espectro neutrónico rápido (FBE), denominado EBR-I, de 100 kW instalado en Laboratorio de Ensayos de Reactores Navales en Arco (Idaho), EEUU, produce por primera vez electricidad de origen nuclear.

Entre los años 1948 y 1965 se desarrollan los prototipos de reactores navales/industriales que dan lugar a las siguientes cinco tecnologías nucleares en las que se basan los 433 reactores industriales en funcionamiento en el año 2006<sup>11</sup>:

- PWR: Reactor de agua a presión, refrigerado y moderado por agua ligera, combustible muy enriquecido en U-235, desarrollado en los programas de propulsión naval de los EEUU (1948) y de la antigua URSS (1952). Primeras aplicaciones:
  - Programa EEUU Combustible enriquecido al 93% de U - 235: Primer submarino nuclear, *USS Nautilus*, desplazamientos en superficie e inmersión 32/41 MN, PT (Potencia térmica) 70MW, operación: 1955/1980. Primer portaaviones nuclear: *US Enterprise*, desplazamiento máximo 896 MN, PS (Potencia en los ejes) 209 MW, operación desde 1961 hasta 2013. Primera aplicación industrial, CN de Shippingport, 1957/1982, Potencia eléctrica bruta 60 MW.
  - Programa URSS: Primer submarino nuclear, K3 Leninsky Consomol, desplazamientos 31/44 MN, PT 140 MW, operación 1959/1989. Primer rompehielos nuclear, Lenin, desplazamiento 194,2 MN, PT 218 MW, PS 32,8 MW, operación: 1959/1989.

Los PWR industriales posteriores limitan el enriquecimiento del combustible al 5%.

- BWR: Reactor de agua en ebullición, refrigerado y moderado por agua ligera, combustible con el enriquecimiento limitado al 5%. Prototipo EEUU: *Argonne Nacional Laboratory*, 5 MWe, 1956. Aplicación: CN Dresden I, 200 MWe, ciclo indirecto, 1960, EEUU.
- LWGR: Reactor refrigerado por agua ligera y moderado por grafito, combustible enriquecido al 1,8%. Prototipo URSS: Instituto Nuclear de Obninsk, 5 MWe, Rusia, 1954. Aplicación: CN Beloyarsk, 100 MWe, 1964, Rusia.

El parque de CCNN de la Federación Rusa está formado por reactores PWR y GWR.

- HWPR: Reactor refrigerado y moderado por agua pesada, combustible uranio natural. Prototipo canadiense, CN Rolphton, 1962, Canadá, 25 MWe. Aplicación primer reactor CANDU, 200 MWe, 1967, Canadá.

Los programas de CCNN de Canadá, India, Argentina y Rumania se basan en este tipo de reactor; mientras que el parque nuclear de Corea del Sur tiene reactores de esta familia.

- GCR: Reactor refrigerados por gas (dióxido de carbono) y moderado por grafito, combustible uranio natural/poco enriquecido. Prototipo inglés: CN Calder Hall, 50 MWe, 1956, Reino Unido. Prototipo francés: CN Marcoule, 40 MWe, 1956, Francia. Programas finalizados, pues ambos países han sustituido el reactor GCR por la tecnología PWR, en fechas distintas, dando lugar a estructuras diferentes de sus respectivos parques nucleares.

El objetivo del programa de prototipos de reactores nucleares industriales y su aplicación posterior a las CCNN de demostración citadas – 1955/1970 – fue demostrar la factibilidad de la generación de electricidad a partir de la energía nuclear de fisión. Programa subvencionado total o parcialmente por los diferentes Estados.

Sin embargo a partir de mediados de los sesenta, las CCNN de gran tamaño y combustible uranio ligeramente enriquecido, alcanzan el umbral de la competitividad. General Electric vende en condiciones de mercado la CN Oyster Creek, 650 MWe, BWR de ciclo directo EEUU, 1964, EEUU.

Los reactores soviéticos industriales PWR se basan en el desarrollo de sus reactores navales, como en los EEUU, siendo designados con las siglas VVER. El primer reactor ruso de esta tecnología corresponde a la CN Novo Voronezh, 265 MWe, 1964, Rusia.

Los programas de propulsión naval han tenido éxito en cuanto al diseño, construcción y operación de submarinos (EEUU, Federación Rusa, Reino Unido, Francia y China); portaaviones (EEUU); y rompehielos (Federación Rusa), no así en los prototipos de Marina Civil de mediados de los años sesenta, no por razones técnicas, sino legales y económicas.

La propulsión nuclear ha permitido la construcción de submarinos, es decir buques que navegan normalmente en inmersión, y sólo ocasionalmente en superficie.

## 3.- Segunda generación

Generación definida por el parque actual de CCNN, donde se han clausurado los reactores nucleares prototipos y de demostración correspondientes a la primera generación. Se trata por tanto de grandes reactores ubicados en CCNN competitivas en el mercado eléctrico, cuya distribución según las cinco tecnologías definidas para la primera generación se indica en la tabla siguiente:

Tecnologías	Nº reactores	Producción TWh	% producción	Factor carga (%)
PWR	267	1.840	68,50	82,88
BWR	93	594	22,11	79,02
LWR	360	2.434	90,62	81,94
LWGR	16	81	3,02	63,36
PHWR	43	154	5,73	68,25
GCR	22	17	0,63	56,98
Totales:	441	2.686	100	80,43

Los reactores de agua ligera (LWR) constituyen la tecnología dominante en el parque mundial actual de CCNN, teniendo las tecnologías agua ligera grafito (LWGR), agua pesada a presión (PHWR) y refrigeración por CO<sub>2</sub> (GCR), carácter residual.

A continuación se analizan los principales parques nucleares de reactores LWR.

Los EEUU disponen de 104 reactores LWR, siendo la última fecha de conexión el 6 de febrero de 1996, correspondiente al reactor PWR de 1270 MWe de la CN Watts-1; no habiéndose producidos nuevos pedidos<sup>13</sup>. La causa de esta demora se encuentra en las incertidumbres del proceso de autorización de CCNN y en la terminación de los nuevos diseños de reactores PWR y BWR de tercera generación<sup>14</sup>.

A fin de superar los problemas del párrafo anterior, se ha constituido el consorcio NuStart formado por compañías eléctricas y fabricantes de reactores nucleares, consorcio que están preparando dos Licencias de Operación Combinadas (COL) de PWR y BWR respectivamente de tercera generación para presentar al ente regulador de EEUU, US Nuclear Regulatory

*Commission* (NRC), a instalar en dos emplazamientos elegidos por NuStart, como se indica en el siguiente apartado.

La Ley de Energía Atómica de los EEUU permite a la NRC la concesión de licencias de operación de reactores nucleares con una duración de 40 años, licencia que puede ser renovada según el Reglamento 10 CFR Parte 54, que indica los requisitos técnicos que debe cumplir el propietario de la CN. Pues los 40 años de vida operativa mencionados en la legislación no están basados criterios técnicos ni de seguridad, sino en razones económicas y antimonopolio. La tramitación de una renovación tiene un coste entre 10 y 20 millones de US \$ y una duración de unos cinco años<sup>15</sup>.

Actualmente la NRC ha renovado licencias de operación de 39 reactores nucleares y 12 adicionales están en proceso, estimándose que los 104 reactores dispondrán de la ampliación de vida operativa de 20 años, lo que pone de manifiesto el interés de los EEUU en sus CCNN, tanto por razones de seguridad como económicas.

Francia dispone de 58 reactores PWR, normalizados en tres series, la serie de 900 MWe compuesta por 34 unidades; la serie de 1.300 MWe compuesta por 20 unidades y la serie N4 compuesta por 4 unidades, de 1.450 MWe, o sea una potencia total instalada de 63.110 MWe y una producción en 2005 de 451,5 TWh, lo que representa el 78,45 % de la generación total.

*Electricité de France* (EdF) deberá decidir sobre la ampliación de la vida de sus CCNN de 2ª generación a 60 años, la sustitución por reactores de 3ª generación (EPR) y el desarrollo de reactores de 4ª generación. El reactor más antiguo del parque actual francés corresponde a la CN de Fessenheim-1, siendo conectado a la red en 1977, por lo cual las decisiones deberá ser tomadas antes del 2020<sup>16</sup>.

EdF es miembro del consorcio NuStart.

Actualmente el Reino Unido (UK) dispone de 23 reactores nucleares, 22 refrigerados por CO<sub>2</sub> (GCR), 8 del antiguo modelo Magnox y 14 del modelo avanzado AGR y un último reactor PWR, pues la administración británica decidió sustituir la tecnología GCR por la tecnología PWR. Sin embargo desde la entrada en servicio en 1995 de la CN Sizewell – B, a la que pertenece el único reactor PWR británico, no se ha contratado ninguna CN<sup>17</sup>.

La potencia nuclear instalada en el UK en 2006, es 11.298 MWe, habiendo producido 16,86 TWh en 2005, lo que representa un 19,43 % del total de la generación eléctrica del país.

La política energética británica está siendo revisada, para tener en cuenta adecuadamente tanto el calentamiento global, como la seguridad y el coste del suministro energético. Solo hace tres años la política energética del Reino Unido (UK) situaba en primer lugar el gas natural y en segundo lugar las energías renovables. Sin embargo UK se ha transformado de exportador a importador de gas natural. Por ello la Administración Blair apoya la construcción de nuevas CCNN, y considera que no reemplazar las actuales CCNN al fin de su vida útil por nuevas CCNN, pondría en peligro a la economía británica<sup>18</sup>.

El parque nuclear sueco actual dispone de 10 reactores LWR y tiene una potencia instalada de 9.275 MWe y una producción de 72,458 TWh en 2005, lo que representa un 46,7% del total de la generación eléctrica del país.

La Administración sueca decidió el cierre de la CN de Barsebäck equipada con dos reactores PWR y más recientemente aprobó el aumento de potencia de los reactores 1º, un BWR de 830 MWe operativo desde 1986 y 3º, un PWR de 915 MWe operativo desde 1981, de la CN de Ringhals y renovó la autorización de funcionamiento del reactor 2º de la misma CN, un PWR de 875 MWe operativo desde 1975<sup>19</sup>.

La Administración de los Países Bajos ha autorizado la prolongación de la vida útil a 60 años de su única CN, la CN de Borssele, un PWR de 481 MWe,

conectada desde julio de 1973. Autorización concedida a pesar de que se había considerado un cierre prematuro de la misma<sup>20</sup>.

La Federación Rusa dispone actualmente de 28 reactores nucleares, 15 de la tecnología grafito agua (LWGR) con una potencia de 15.000 MWe, y 13 PWR y una potencia de 9.594 MWe; parque nuclear que ha generado 146,8 TWh en 2005, lo que representa el 15,78% de la producción del país<sup>21</sup>.

La Federación Rusa tiene en construcción 3 reactores PWR de 1000 MWe y un reactor GWR de 1000MWe.

Japón dispone actualmente de 56 reactores nucleares LWR, una potencia instalada 50.498 MWe y país<sup>8</sup>. No se han producido una interrupción en la contratación de nuevas CCNN, teniendo en construcción un reactor BWR avanzado de 866 MWe, es decir con algunas características de los reactores de 3ª generación.

El parque de CCNN japonés se distribuye entre reactores BWR (32 reactores, 30220 MWe) y PWR (24 reactores, 20.278 MWe). El grupo de reactores BWR incluye tres avanzados (ABWR): CN Kashiwazaki, unidades 6 y 7 de 1.356 MWe, puestas en servicio en 1996; y CN de Shika 2ª unidad de 1.358 MWe, conectada a la red en 2005. Reactores que pueden considerarse por razones de diseño como de transición entre la generación segunda y tercera<sup>22</sup>.

Es objetivo de la política energética de la Administración japonesa que toda la electricidad de base sea de origen nuclear y limitar el empleo de las energías renovables al 12% por razones económicas.

Las razones de las políticas indicadas en el párrafo anterior están en el cumplimiento del Protocolo de Kioto y el propio coste de la energía<sup>23</sup>, pues Japón tiene una dependencia energética del 80%.

El parque de CCNN de Corea del Sur se distribuye en 2006 entre reactores PWR (16 reactores, 14937 MWe) y reactores de agua pesada a presión (16 reactores PHWR, 2779 MWe), que ha generado en 2005, 145,6 TWh, lo que representa el 37,9 de la producción eléctrica.

La última CN conectada a la red, fue la CN de Kyong Sang Buk-Do, un PWR de 1.000 MWe, año 2005<sup>24</sup>.

Finalmente el parque nuclear español a 31 de diciembre de 2005, consiste en 9 reactores LWR con una potencia total de 7.342 MWe (7 PWR, 6.170 MWe; 2 PWR, 1172 MWe); parque que ha producido en 2005 57,6 TWh, o sea el 19,7 % de la generación total. La última CN conectada a la red fue la CN de Trillo, un PWR de 1.066 MWe, mayo 1988<sup>25</sup>. En marzo de 2006 se ejecuta la decisión de la Administración española de cierre de la CN José Cabrera, un PWR de 150 MWe en explotación desde agosto de 1969.

#### 4.-Tercera generación

Generación que incluye los reactores nucleares llamados evolutivos, cuyo desarrollo se inicia en la década de los noventa y se espera su entrada en servicio a partir de 2009/2010.

Tabla 2. Reactores nucleares de tercera generación

Acrónimos/Fabricante del reactor	Detalles
Reactores evolutivos de agua a presión	
AP-1000 / Westinghouse	Reactor avanzado pasivo de agua a presión / 1000 MWe
AP-600 / Westinghouse	Reactor avanzado pasivo de agua a presión / 600 MWe
EPR / Areva NP	Reactor Europeo de agua a presión / 1600 MWe
Reactores evolutivos de agua en ebullición	
ESBWR / General Electric	Reactor económico simplificado de agua en ebullición / 1550 MWe
SWR / Areva NP	Reactor de agua en ebullición / 1200 MWe

La tabla anterior incluye los cinco reactores evolutivos con diseños terminados y aprobados o en curso de aprobación.

En diciembre de 2003 la compañía eléctrica finlandesa TVO firmó un contrato llave en mano con Areva NP y Siemens para el suministro de un reactor nuclear EPR de unos 1.600 MWe, reactor que será la tercera unidad de la CN de Olkiluoto. La administración finlandesa autorizó la construcción de Olkiluoto-3 en febrero de 2005. Según el contrato la puesta en servicio tendrá lugar en 2009.

Tabla 3. Propuestas de nuevas CCNN en los EEUU

Empresa	Emplazamiento	Número / tipo reactor	Permiso ESP	Licencia COL
Dominion	North Anna	1/ESBWR	En revisión	Solicitud 2007
NuStart (TVA)	Bellefonte	2/AP-1000	No	Solicitud 2007
NuStart (Entergy)	Grand Gulf	1/ESBWR	En revisión	Solicitud 2007
Entergy	River Bend	1/ESBWR	No	Solicitud 2008
Exelon	Clinton		En revisión	
S.C.&G / Santee				
Coosper	VC Summer	2/AP-1000	No	Solicitud 2007
Duke		2/AP-1000	No	Solicitud 2007
Progress Energy	Harris Florida	2/AP-1000	No No	Solicitud 2008
		2/AP-1000		Solicitud 2007
UniStar	Calvert Cliffs or Nime Mile Point	1 / EPR	No	Solicitud 2008
Southern Co	Vogtle	AP-1000	Solicitud 2006	Solicitud 2008

EdF ha aprobado la construcción de la tercera unidad de la CN de Flamanville, un EPR que será la cabeza de serie del futuro programa nuclear francés. Se prevé la iniciación de las obras civiles en 2007 y su puesta en servicio en 2012<sup>27</sup>.

En EEUU se han anunciado 15 nuevas CCNN, según muestra la tabla 3, equipadas con reactores evolutivos de tercera generación, correspondiendo diez al tipo AP-1000, tres al tipo ESBWR y uno al tipo EPR.

La industria es optimista, esperándose un primer pedido en firme hacia el 2008 e inicio de construcción para 2010<sup>3</sup>.

A continuación se incluyen los principios técnicos y de seguridad en que se basan los reactores evolutivos incluidos en la tabla 2.

- EPR: Producto de la experiencia del parque europeo de los reactores PWR y de innovaciones en la seguridad nuclear y en protección contra agresiones externas. El diseño del PWR ha sido aprobado por los entes reguladores francés, alemán y finlandés. Actualmente está en tramitación la aprobación por la NRC, ente regulador de EEUU<sup>2</sup>.
  - Doble contención sobre una losa. Contención externa de hormigón armado (accidentes externos); contención interna (accidentes internos) y losa, hormigón pretensado.
  - Simplificación de los sistemas de seguridad estructurados en cuatro trenes segregados, independientes y situados en edificios separados.
  - La integridad de la contención interna está asegurada incluso en una situación de muy baja probabilidad como es la fusión del núcleo a baja presión, mediante la retención, estabilización y refrigeración del corio, fuera de la vasija nuclear pero dentro de la contención. Así en el caso de accidente severo no habrá contaminación por radiación fuera del emplazamiento de la CN, no siendo por tanto necesario la evacuación de los residentes próximos a la central, ni daños a la ganadería ni a la agricultura.

<sup>a</sup> Permiso anticipado de emplazamiento (EEUU, Ley de Política Energética de 1992)

<sup>b</sup> Licencia combinada de operación (EEUU, Ley de Política Energética de 1992)

<sup>c</sup> La Aprobación del Diseño Final implica el cumplimiento de los requisitos técnicos aplicables contenidos en el reglamento norteamericano 10CFR52 y se basa en la evaluación de los documentos Informe de Seguridad y Análisis Probabilista de Riesgos. La Certificación del Diseño tiene un carácter legal y es específico de los EEUU. La Aprobación del Diseño Final permite solicitar la Licencia Conjunta de Operación y Construcción (COL). (EEUU, Ley de Política Energética de 1992)

- AP-1000 y AP-600: Producto de la experiencia del parque de los reactores PWR y de innovaciones en la seguridad nuclear mediante la utilización de sistemas pasivos y protección contra agresiones externas. Ambos reactores han obtenido la Aprobación del Diseño Final y Certificación<sup>c</sup> por la NRC, 2004/2005 y 1998/1999 respectivamente<sup>29</sup>.

- Doble contención sobre una losa. Contención externa de hormigón armado (accidentes externos); Contención interna metálica (accidentes internos) y losa de hormigón pretensado.
- Dos lazos de refrigeración, equipados cada uno con un generador de vapor, dos bombas encapsuladas, una rama caliente y dos ramas frías.
- Sistemas de seguridad pasivos que no requieren activación por parte del operador ni de un ordenador, ni energía eléctrica externa; y están basados en fenómenos naturales como la gravedad, la condensación, la evaporación y la convección natural.
- Sistema pasivo de refrigeración de emergencia del núcleo, proporciona las funciones de inyección de seguridad, despresurización y eliminación del calor residual, utilizando agua de los tanques de aportación, recarga y acumuladores y funciona independientemente sin consumo eléctrico. El intercambiador RHR está sumergido en el tanque de agua de recarga.
- Sistema pasivo de refrigeración de la contención interna, donde su superficie metálica refrigera el recinto de contención transfiriendo su calor a la atmósfera por convección natural en condiciones normales de funcionamiento. En situación de accidente la refrigeración por convección natural se complementa por evaporación de agua. El Sistema pasivo de refrigeración de la contención actúa como sumidero final tanto en situación de accidente como en situaciones normales de funcionamiento (parada caliente, parada fría).

- ESBWR: Producto de la experiencia del parque de los reactores avanzados de agua en ebullición (ABWR) de Japón y Taiwán, CCNN intermedias entre la 2ª y 3ª generación, innovaciones en las tecnologías y en la seguridad nuclear mediante la utilización de sistemas pasivos, y de protección contra agresiones externas. El reactor ABWR dispone de la Aprobación del Diseño Final y Certificación por la NRC.; mientras que el reactor ESBWR está en proceso de evaluación.

- El diseño ABWR utiliza barras de control de posicionamiento fino y bombas de recirculación internas, eliminando por tanto las tuberías externas de recirculación. Se han prescindido también de los rociadores de núcleo y de las válvulas de control de caudal<sup>31</sup>.
- EL diseño ESBWR utiliza únicamente la circulación natural del refrigerante, habiendo eliminado la combinación de circulación de forzada y natural del ABWR y las bombas internas de circulación.
- Se sustituyen los sistemas de refrigeración de emergencia de alta y baja presión, por un sistema pasivo único formado por cuatro trenes accionados por la gravedad que incluyen un condensador sumergido –condensador de emergencia– en una de piscina de cota superior a la cota del reactor. En el supuesto de un LOCA menor, único posible, ya que no hay conexiones de gran diámetro por debajo del núcleo, el suministro de agua al reactor se realiza por gravedad desde la piscina de inundación.

- SWR: Producto de la experiencia del parque alemán de reactores BWR y EdF. Incluye la innovación tecnológica que representan los sistemas de seguridad pasivos, desarrollados para este proyecto<sup>32</sup>. Sin embargo mantiene las bombas internas de circulación forzada.

- Los nuevos componentes de los sistemas pasivos han sido verificados mediante componentes de tamaño del diseño en el Instituto Paul Scherrer (Suiza) y en el Centro de Investigación de Jülich (Alemania).
- Los sistemas pasivos sustituyen en parte o complementan los sistemas activos, utilizando condensadores de emergencia para la refrigera-

ción del reactor en el supuesto de LOCA menor, y condensadores de tubos con aletas para la refrigeración de la contención.

## 5.- Cuarta generación

Para satisfacer la gran demanda de electricidad prevista a largo plazo, será necesario desarrollar los reactores nucleares llamados de cuarta generación, que permitan la plena utilización del uranio como materia prima energética. Para ello es necesario el empleo de reactores reproductores de espectro neutrónico rápido, donde el material fértil (Uranio 238 o torio 232) se transforma en material fisible (Plutonio 239 o uranio 233).

Los reactores rápidos no tienen moderador y requieren un enriquecimiento en uranio 235, entre el 15 y el 25 %, frente al 5% máximo de los reactores de agua ligera (LWR).

Como resultado de la iniciativa del Departamento de Energía de los EEUU sobre la cuarta generación de reactores nucleares, se crea el foro internacional GIF (Generation IV International Forum), al que actualmente son miembros los siguientes diez países: Argentina, Brasil, Canadá, Francia, Japón, Corea del Sur, Sudáfrica, Suiza, Reino Unido, EEUU y EURATOM. La presencia de la Comunidad Europea da entrada en el GIF a las instituciones de I+D e industrias europeas.

El objetivo principal del GIF es el desarrollo de un(os) reactor(es) nuclear(es) innovadores para el año 2030, reactores nucleares que deberán presentar ventajas en las siguientes cuatro áreas: *sostenibilidad, economía, seguridad y fiabilidad, y prevención de la proliferación y protección física*<sup>33</sup>.

En los años 2000/2002 el GIF seleccionó los seis sistemas nucleares incluidos en la siguiente tabla,

Tabla 4. Reactores nucleares de cuarta generación		
Acronimos	Detalles	Implantación
GFR	Reactor rápido refrigerado por gas	2025
LFR	Reactor rápido refrigerado por plomo	2025
MSR	Reactor rápido refrigerado por sales fundidas	2025
SFR	Reactor rápido refrigerado por sodio	2015
SCWR	Reactor refrigerado por agua supercrítica	2025
VHTR	Reactor rápido de muy alta temperatura	2020

A continuación se describen los sistemas nucleares citados <sup>34</sup>:

- GFR: *Reactor rápido refrigerado por helio*, con temperaturas hasta de 850 °C, alto rendimiento termodinámico (~ 50%) y combustible carburos mixtos de uranio-plutonio. Puede utilizarse para la generación de electricidad y/o como fuente de calor para determinados procesos industriales como la producción de hidrógeno. Ciclo de combustible cerrado (reproceso del combustible gastado) y planta de reelaboración del combustible anexa a la CN.

Experiencia: reactor HTTR (Japón) y proyectos en curso PBMR (Sudáfrica) y GT-MHR (Federación Rusa).

- LFR: *Reactor rápido refrigerado por plomo líquido o plomo-bismuto*, con temperaturas hasta de 800 °C, combustible nitruros y aleaciones metálicas de uranio. Sistema susceptible de modularización.

Experiencia: Reactor naval utilizado en los submarinos clase Alfa (Federación Rusa).

- MSR: *Reactor epidérmico homogéneo moderado por grafito*, donde el combustible y refrigerante es una mezcla de sales fundidas y el combustible.

Experiencia: Tecnologías desarrolladas para la propulsión aérea (1954).

- SFR: Reactor rápido refrigerado por sodio líquido, temperaturas hasta de 550 °C, circuito primario de piscina, secundario sodio-sodio a la presión atmosférica y terciario sodio-agua. Combustible óxidos mixtos o aleaciones metálicas. Ciclo de combustible cerrado.

Experiencia: Phenix, Super Phenix (Francia); DFR, PFR, CFR-1 (Reino Unido); Joyo, Monju (Japón); SNR 300 (Alemania); BN-350, BN-600 (Federación Rusa); Propulsión naval, EBR II, FFTF, CRBR (EEUU) y FBTR (India).

- SCWR: Reactor de agua ligera en la zona supercrítica, con temperaturas de entrada/salida 280/510 °C y 25 MPa de presión de trabajo.

Experiencia: Parque de LWR y de centrales térmicas supercríticas.

- VHTR: Reactor térmico moderado por grafito y refrigerado por helio; con temperaturas de entrada/salida de 640/1.000 °C. Rendimientos superiores al 50%. Puede aplicarse en procesos de calor como gasificación del carbón, producción de hidrógeno y también en cogeneración en refinerías, petroquímicas, y producción de acero y aluminio.

Experiencia: Reactores de alta temperatura citados.

La implantación de los reactores de IV generación exige un importante programa de I+D, valorado en 5770 millones de US \$, proporcionando la NEA/OCDE desde 2002, el secretariado técnico y el apoyo legal<sup>34</sup>.

El programa de I+D de las CCNN de IV generación incluye las etapas de viabilidad, desarrollo de grandes subsistemas (reactor, instalaciones de reproceso del combustible, tecnologías de conversión de energía) y demostración (diseño de detalle, licenciamiento, construcción y operación de la planta)

El coste del programa de I+D incluye un programa común y seis programas específicos para cada uno de los sistemas nucleares incluidos en la tabla 4.

Con independencia del GIF, Francia<sup>35</sup> y Japón<sup>36</sup> han decidido la construcción de un SFR de demostración para 2020 y 2025 respectivamente.

El Federación Rusa<sup>37</sup> ha aprobado la construcción del primer reactor rápido del modelo BN-800, de 800MWe, destinado a la CN Beloyarsk.

## 6.- Reservas de uranio. Ciclos del combustible nuclear

Las reservas estimadas de uranio para un precio de 130 \$/kg U, son 4,7 millones de toneladas; lo que asegura el suministro del combustible nuclear para los próximos 70 años para el parque electro-nuclear mundial de 2005, con un consumo de uranio 67.000 toneladas métricas/año y una producción eléctrica bruta de 2.690 TWh<sup>38</sup>.

La producción mundial de uranio en 2005 fue de 41250 t<sup>39</sup>, saldando el déficit, mediante las llamadas fuentes secundarias, o uranio procedente del reproceso del combustible gastado, de los excedentes de las necesidades militares y de las retenciones de inventarios, cuyo valor actual se estima en 110.000 t/a<sup>40</sup>.

El combustible gastado, es decir, el que se retira del núcleo de un reactor, en el supuesto sea de agua ligera (LWR) y después de una permanencia en el núcleo de 3 a 4 años, contiene como media 95,5 % de uranio ligeramente enriquecido, un 0,9 % de plutonio, un 0,1 % de actínidos minoritarios y un 3,5 de productos de fisión.

El combustible gastado no debe por tanto ser considerado como un *residuo*, sino como *materia prima energética* a utilizar en un futuro.

El empleo del reproceso parcial del combustible gastado (recuperación del plutonio y del uranio), la utilización de reactores de la III generación, y la aper-



tura de nuevas minas, permitiría aumentar al menos unas 10 veces el aseguramiento del suministro de uranio, es decir 700 años en vez de 70 años.

En esta primera fase del reproceso, el plutonio obtenido se utiliza en la fabricación del combustible MOX (mezcla de óxidos de uranio y plutonio) utilizado por primera vez en Alemania (1972) y en Francia en la serie de 900 MWe.

Actualmente la Federación Rusa, Francia, Japón, y Reino Unido, reprocesan el combustible gastado. EEUU ha decidido recientemente la construcción de una planta de reproceso del combustible gastado que deberá estar operativa en 2010, abandonando por tanto la política de la Administración Carter de no reprocesar.

Además el empleo de un 30% de combustibles MOX en reactores LWR asegura la destrucción del plutonio que genera, contribuyendo a la no proliferación de materiales nucleares.

El reproceso total del combustible gastado (recuperación del plutonio, del uranio y actínidos minoritarios), permitirá la utilización del plutonio y de los actínidos en la fabricación de los combustibles nucleares de los reactores de IV generación (FBR).

La fase última del reproceso total consiste en la transmutación de los radionucleidos más activos del residuo final.

El empleo de reactores de IV generación (FBR), evitará la compra de uranio, pues los combustibles se fabricarán a partir del uranio, subproducto de los procesos de enriquecimiento y del reproceso del combustible gastado; y del plutonio y actínidos minoritarios, producto del reproceso del combustible gastado. Por ejemplo Francia dispone actualmente de 220.000 toneladas métricas de uranio empobrecido, lo que equivale a la generación de electricidad que necesitaría Francia durante los próximos CINCO MIL AÑOS, al nivel del consumo actual, 430 TWh/a43.

## 7.- Conclusiones

La operación segura y rentable del parque nuclear a nivel mundial, unida a los importantes aumentos de precios de los combustibles fósiles y otras dificultades de suministro, y a los altos costes de generación eléctrica a partir de las energías renovables, ha hecho que algunos países mantengan sus importantes programas de CCNN (Francia, Japón, Federación Rusa y Corea del Sur) o bien los relancen (EEUU y Reino Unido).

La introducción del coste del carbono (CO<sub>2</sub>) en los costes de la electricidad debida a la firma y ratificación del Protocolo de Kioto, conduce a un coste del kWh nuclear muy inferior al kWh producido a partir de energías fósiles.

También el coste del kWh nuclear es muy inferior al kWh producido en las centrales eólicas o de biomasa.

La energía nuclear no produce gases de efecto invernadero, de ahí su respeto con el medio ambiente.

La utilización de combustibles MOX (óxidos mixtos de uranio y plutonio) en los reactores de segunda y tercera generación, asegura la sostenibilidad de la electricidad de origen nuclear y contribuye a la eliminación del plutonio y por tanto a la prevención de la proliferación nuclear.

Las administraciones británicas y japonesas consideran que las CCNN deben suministrar la energía eléctrica de base para asegurar la competitividad de sus sectores industriales.

La administración japonesa entiende que la participación de las energías renovables en la producción de electricidad no puede ser superior al 12%, pues en caso contrario su sector industrial se vería perjudicado seriamente.

En el periodo 2010/2060 parece que se construirán principalmente reactores de tercera generación, sin haber problemas de suministro de uranio.

Las fechas indicadas por el GIF para la implantación de las seis familias de reactores de IV generación no parecen ser realistas.

A finales del presente siglo los reactores de IV generación pueden encontrarse con la competencia de los reactores de fusión nuclear.

El protocolo de Kioto puede provocar análogamente un renacimiento de las aplicaciones de la propulsión nuclear a la Marina Civil, análogo al que ha ocurrido con las CCNN.

Sería por tanto interesante revisar los proyectos de buques nucleares de los años sesenta adaptados a la situación actual. Por otra parte nuevos diseños de submarinos nucleares podrán contribuir a la explotación de los recursos oceánicos.

<sup>1</sup> Agencia Internacional de la Energía, *Panorámica Mundial de la Energía*, 2005.

<sup>2</sup> Garderet, P., & Guesdon, B., *La visión de Areva sobre los sistemas nucleares del futuro*, pp.41- 43, Nuclear España N° 255, septiembre 2005.

<sup>3</sup> Saiz de Bustamante, A., *The nuclear paradox*, pp. 163-171. The European Network for Energy Economics Research, bulletin 21, 1998.

<sup>4</sup> Comisión Europea, *Hacia una estrategia europea de seguridad del abastecimiento energético*, Libro verde, 2002.

<sup>5</sup> Saiz de Bustamante, El mecanismo de desarrollo limpio, pp. 29-34, Nuclear España N° 260, febrero 2006.

<sup>6</sup> Specker, S., *Gestión de activos: Seguridad y competitividad*, p.45, Nuclear España N° 262, abril 2006.

<sup>7</sup> Foro Nuclear, *Energía 2006*, p.103. [www.foronuclear.org](http://www.foronuclear.org)

<sup>8</sup> Iranzo, J., *Visión económica*, p.38, Nuclear España N° 262, abril 2006.

<sup>9</sup> Rivero, P., *El sector eléctrico y perspectivas*, p.25, Nuclear España N° 262, abril 2006.

<sup>10</sup> Specker, S., *Gestión de activos: Seguridad y competitividad*, p.47, Nuclear España N° 262, abril 2006.

<sup>11</sup> Leclercq, J., *The nuclear Age*, pp. 30-38, Hachette, Paris, 1986.

<sup>12</sup> Foro Nuclear, *Energía 2006*, p.100. [www.foronuclear.org](http://www.foronuclear.org)

<sup>13</sup> Foro Nuclear, *Energía 2006*, pp. 109-114. [www.foronuclear.org](http://www.foronuclear.org)

<sup>14</sup> Kray, M.C., *Perspectivas para nuevas centrales nucleares en los EEUU*, p.49, Nuclear España N°, diciembre 2005.

<sup>15</sup> Young, G.G., *Renovación de licencias y gestión de activos nucleares*, pp. 39-41, Nuclear España N°, diciembre 2005.

<sup>16</sup> Benard, M., *La energía nuclear en EDF*, pp.44-46, Nuclear España N°, diciembre 2005.

<sup>17</sup> Foro Nuclear, *Energía 2006*, pp. 123-124. [www.foronuclear.org](http://www.foronuclear.org)

<sup>18</sup> NucNet 22 & 30 de mayo de 2006.

<sup>19</sup> Nuclear News Flashes, 20 de octubre de 2005.

<sup>20</sup> World Nuclear Association, weekly Digest, 9/09/2005

<sup>21</sup> Foro Nuclear, *Energía 2006*, pp. 115-116. [www.foronuclear.org](http://www.foronuclear.org)

<sup>22</sup> Foro Nuclear, *Energía 2006*, pp. 121-123. [www.foronuclear.org](http://www.foronuclear.org)

<sup>23</sup> Nuclear Engineering International, abril 2006.

<sup>24</sup> Foro Nuclear, *Energía 2006*, pp. 108-109. [www.foronuclear.org](http://www.foronuclear.org)

<sup>25</sup> Foro Nuclear, *Energía 2006*, p. 109. [www.foronuclear.org](http://www.foronuclear.org)

<sup>26</sup> Rastas, A., *Proyecto de central nuclear en Finlandia*, pp. 47-48, Nuclear España N°, diciembre 2005.

<sup>27</sup> Permiso anticipado de emplazamiento (EEUU, Ley de Política Energética de 1992).

<sup>28</sup> Licencia combinada de operación (EEUU, Ley de Política Energética de 1992)

<sup>29</sup> [www.edf.fr](http://www.edf.fr)

<sup>30</sup> EPR, Areva. [www.areva.com](http://www.areva.com)

- <sup>31</sup> La *Aprobación del Diseño Final* implica el cumplimiento de los requisitos técnicos aplicables contenidos en el reglamento norteamericano 10CFR52 y se basa en la evaluación de los documentos *Informe de Seguridad y Análisis Pro-babilista de Riesgos*. La *Certificación del Diseño* tiene un carácter legal y es específico de los EEUU. La *Aprobación del Diseño Final* permite solicitar la Licencia Conjunta de Operación y Construcción (COL). (EEUU, Ley de Política Energética de 1992).
- <sup>32</sup> Cobián, J., & Llovet, R., *El AP 1000 de Westinghouse*, pp.31-35, Nuclear España N° 255, septiembre 2005.
- <sup>33</sup> Segarra, J. & Maslak, C. *Evolución, no revolución*, pp. 36-39, Nuclear España N° 255, septiembre 2005.
- <sup>34</sup> Redding, J. & Segarra, J, LA central nuclear ABWR: Electricidad de origen nuclear segura y de coste previsible, pp. 22-24, Nuclear España N° 219, mayo 2002.
- <sup>35</sup> Kaffiné, H.W., *Reactores modernos de agua ligera: Situación actual, posibilidades de desarrollo y empleo del SWR 1000*, pp. 32-36, Nuclear España N° 219, mayo 2002.
- <sup>36</sup> Generation IV International Forum, *Technology roadmap for Generation IV nuclear energy systems*, GIF-002-00.
- <sup>37</sup> López, J. & Díaz, J...L., Visión general de los reactores de IV Generación, pp.17-25, Nuclear España N° 255, septiembre 2000.
- <sup>38</sup> Nucleonics Week, 12 de enero 2006.
- <sup>39</sup> NucNet, 5 de Junio 2006.
- <sup>40</sup> Nucleonics Week, 1 de diciembre 2005.
- <sup>41</sup> Asociación Nuclear Mundial, *La Nueva economía de la energía nuclear*, 2006. [www.worldnuclear.org](http://www.worldnuclear.org)
- <sup>42</sup> OCDE/OIEA/NEA, *Uranium 2005: Resources, Production and Demand*.
- <sup>43</sup> *World Nuclear Year Review*, 2005.
- <sup>44</sup> Neptunio, americio y curio.
- <sup>45</sup> Revue Générale Nucléaire, noviembre-diciembre 2005.
- <sup>46</sup> Science, 2 diciembre 2005.
- <sup>46</sup> NucNet, 5 enero 2006.

artículo técnico

# Reducción de la resistencia de fricción en buques: Un problema antiguo actualizado por la crisis del petróleo

Eloy J. Carrillo Hontoria (1) y otros  
Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo (CEHIPAR)

Presentado en las XLV Sesiones Técnicas de Ingeniería Naval,  
celebradas en Madrid el 4 y 5 de octubre de 2006

## Resumen

El alza de los precios de los combustibles, la problemática de emisión de gases y otros factores de no menor importancia están obligando a diseñadores, navieras, armadores, y empresas del sector a retomar una problemática que no por antigua ha dejado en ningún momento de estar en boga: la reducción de la resistencia al avance con objeto de optimizar la potencia y por tanto el consumo de sus barcos.

En este trabajo se analizarán las diferentes líneas de investigación que existen en la actualidad para reducir la resistencia de fricción, que es la componente más importante de la resistencia al avance en la mayoría de los buques mercantes que operan en la actualidad, haciendo hincapié en las ventajas que puede acarrear la selección de pinturas y acabados superficiales adecuados.

Para finalizar se hará una estimación del ahorro que puede conseguirse en los distintos sectores mediante la aplicación de dicha técnica.

## Abstract

*Ship skin friction resistance reduction to optimize the power and the fuel consumption is becoming important for shipyards, shipbuilders and naval companies. The recent increment of fuel prices, gas emissions and other important factors are the reason why the interest of this resistance reductions, traditional in the sector, is growing in the world.*

*In this paper the different methods used nowadays to investigate the reduction of the skin friction resistance are analyzed. Friction component is the highest component of the total resistance of most merchant ships, so the selection of paints and surface finish is important in the life cycle of a merchant ship.*

*A good paint and superficial finish selection bears to an important save of money in the operation of the ship that is discussed at the end of this paper.*

## 1.- Introducción

La resistencia de fricción es la componente más importante de la resistencia al avance en la mayoría de los buques que operan actualmente, sobre todo en los que se podrían denominar buques lentos ( $Fr < 0,5$ ).

Teniendo en cuenta el tamaño de la flota mercante mundial una pequeña reducción en la componente de fricción de la resistencia conllevaría un ahorro considerable de combustible, de forma puntual para cada armador, en conjunto para el negocio marítimo y desde un punto de vista mucho más global al mercado exterior de los países importadores de crudo.

Aunque el presente trabajo no va a discernir entre buques de guerra y mercantes es sabido que la diferencia de tonelaje de ambas flotas lo hace más interesante para la mercante, ya que el propio marco de operaciones de la flota militar, en caso de disminución de resistencia, priorizaría más un aumento de la velocidad que propiamente un ahorro de combustible.

A continuación se realizará un repaso a los distintos métodos que se pueden utilizar para reducir la resistencia de fricción en buques, diferenciando entre perspectivas a largo, medio y corto plazo, haciendo hincapié en el estudio hidrodinámico de pinturas con metodología y resultados obtenidos en ensayos de canal.

## Índice

### Resumen / Abstract

- 1.- Introducción
- 2.- Importancia de la reducción de resistencia
- 3.- Resistencia de fricción en buques
- 4.- Métodos de reducción de la resistencia de fricción
- 5.- Selección de la placa plana
- 6.- Metodología de ensayos
- 7.- Medida de la rugosidad
- 8.- Ensayos de pinturas y recubrimientos.  
Resultados obtenidos
- 9.- Ensayos de acabados superficiales. Resultados obtenidos
- 10.- Conclusiones
- 11.- Agradecimientos
- 12.- Referencias

## 2.- Importancia de la reducción de resistencia

Los barcos son el medio de transporte que comparativamente consumen menos energía en relación al tonelaje desplazado, de ahí su extendido uso.

Para entender la anterior afirmación basta con realizar una breve comparativa con el transporte terrestre. Consideremos, por ejemplo, un buque de los muchos que navegan en la actualidad y con las siguientes características:

Tipo VLCC (Very Large Crude-oil Carrier).

- Desplazamiento: 320.000 toneladas.
- Peso en rosca: 40.000 toneladas.
- Peso muerto: 280.000 toneladas.
- Velocidad de crucero: 15 nudos.
- Potencia requerida: 30.000 kW.

Quiere decir (dividiendo los datos de peso por 10.000) que para cada 280 toneladas de carga se requieren 4 toneladas de peso propio (ratio 70) y están serían transportadas a 27 km/h con un motor de 3 kW.

Si consideramos un transporte especial por carretera veremos que un camión a la misma velocidad pesa unas 15 toneladas, desplazaría unas 60 toneladas (ratio 4) y se requiere una cabeza tractora con un motor de unos 500 kW.

Por lo tanto se observa que el barco realmente consume muy poco, pese a lo cual un ahorro de fuel en el sector naval es de gran importancia dado que un porcentaje altísimo de los bienes de consumo son transportados en barcos. Además, un barco con una menor resistencia es preferible no sólo por el menor consumo de combustible sino por la reducción del CO<sub>2</sub> emitido.

## 3.- Resistencia de fricción en buques

De acuerdo con la ITTC (*International Towing Tank Conference*) la resistencia total al avance de un buque se puede dividir en dos componentes, una de ellas debida a la fricción y otra, denominada residual, debida principalmente a la formación de olas. Siguiendo la nomenclatura de la ITTC a partir de la resistencia al avance total del buque,  $R_T$ , se puede obtener el coeficiente adimensional de resistencia al avance total,  $C_T$ , conociendo la densidad del fluido,  $\rho$ , la superficie mojada del buque,  $S$ , y su velocidad,  $V$ , mediante la siguiente ecuación:

$$C_T = \frac{R_T}{\frac{1}{2} \rho S V^2} \quad [1]$$

A su vez el coeficiente de resistencia al avance total,  $C_T$ , se puede descomponer de la siguiente manera

$$C_T = C_R + (1+k)C_F \quad [2]$$

Donde  $C_R$  es el coeficiente adimensional de resistencia residual,  $C_F$  es el coeficiente adimensional de resistencia de fricción y  $k$  es el factor de forma obtenido habitualmente por el método de Prohaska.

La resistencia residual, debida fundamentalmente a la generación de olas, se ha reducido mucho en los buques modernos optimizando sus formas, añadiendo bulbos o recurriendo a conceptos de buques como los de colchón de aire, SES (*Surface Effect Ships*), *Jet Foils*, o SWATH (*Small Waterplane Area Twin Hulls*). Actualmente la mayor parte de la resistencia al avance de la mayoría de los buques, sobre todo aquellos con bajo número de Froude como los buques convencionales de transporte, se debe a la resistencia viscosa.

El coeficiente adimensional de resistencia de fricción se suele calcular a partir de la línea de fricción ITTC'57 cuya expresión es:

$$C_F = \frac{0,075}{(\log_{10} Re - 2)^2} \quad [3]$$

siendo  $Re$  el número de Reynolds que rige los fenómenos viscoso que se producen en el fluido.

$$Re = \frac{V \cdot L}{\nu} \quad [4]$$

La figura 1 muestra las componentes de resistencia de un buque VLCC a distintas velocidades realizada por Larsson y Baba en 1996 [1].

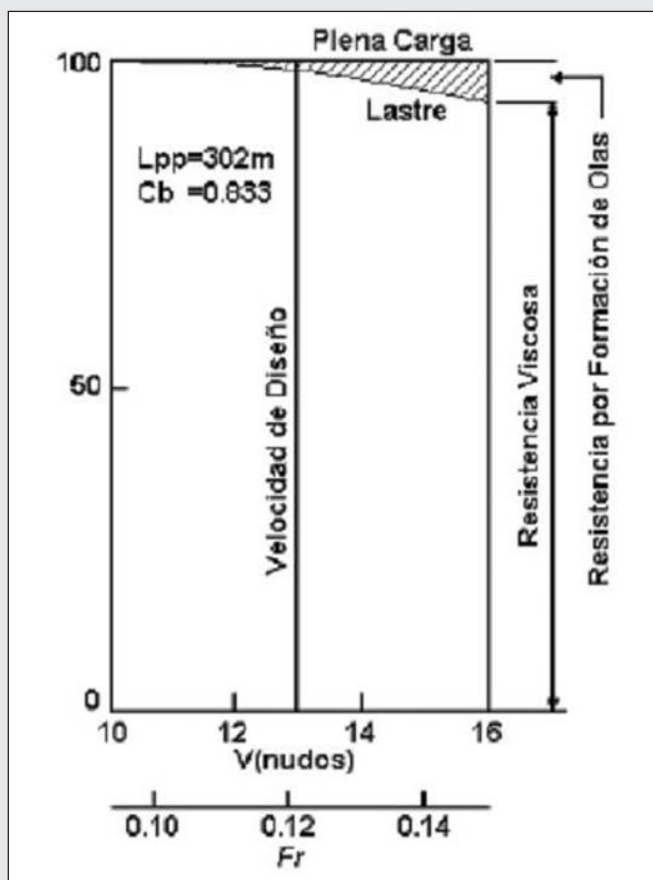


Figura 1: Ensayos de Larsson y Baba

La resistencia debida a la formación de olas es prácticamente nula en la condición de plena carga mientras que la mayor parte de la resistencia se debe a la fricción sobre la superficie de la carena.

La mayoría de los buques de transporte son barcos llenos o muy llenos para los cuales es muy evidente el predominio de la resistencia de fricción frente a la resistencia por formación de olas. Sin llegar a los extremos de un VLCC, como el anteriormente expuesto, para la mayoría de los buques mercantes, exceptuando los barcos rápidos y embarcaciones especiales, la resistencia de fricción es relativamente alta y, en consecuencia, su reducción se convierte en un campo interesante de estudio debido a la reducción de costes de explotación del buque que supondría.

A continuación se analizará la evolución que han tenido los métodos de reducción de resistencia de fricción en buques.

## 4.- Métodos de reducción de la resistencia de fricción

Entre los métodos desarrollados para la reducción de resistencia de fricción de buques destacan los siguientes:

- Inyección de polímeros en el agua.
- Empleo de sustancias surfactantes.
- Control electromagnético de la turbulencia (EMTC).
- Inyección de micro-burbujas.
- Recubrimientos superficiales.

El desarrollo de cada uno de ellos se encuentra en distinta fase, por lo que pueden ser también catalogados como de largo, medio y corto plazo de aplicación comercial.

Con el primero de ellos, la inyección de polímeros en el agua, es posible conseguir reducciones de la resistencia de fricción del orden de un 80% con tan sólo añadir al agua unas pocas partes por millón de polímeros. Presenta un grave inconveniente medioambiental por los vertidos al agua que se producen con su uso. A pesar de haberse estudiado bastante en los últimos años, y existir estudios en prototipos, no se prevé una aplicación inmediata a buques comerciales, por lo que podría engrosar el bloque de los métodos aplicables a medio-largo plazo.

Con el segundo de ellos, el empleo de sustancias surfactantes, tanto iónicas como no-iónicas, se pueden obtener reducciones de la resistencia de fricción similares a las conseguidas con polímeros pero necesitan una mayor concentración en el agua. Uno de los principales inconvenientes de su aplicación es conseguir la estabilidad superficial a lo largo de su vida de uso. Así mismo, al igual que el anterior, presenta un gran inconveniente medioambiental por las mismas razones ya expuesta de vertidos al mar. Por todo ello puede englobarse dentro del grupo de métodos a medio-largo plazo.

El control electromagnético de la turbulencia (EMTC) es un sistema aún en pruebas pero bastante prometedor que se basa en la fuerza electromagnética de Lorentz inducida por un campo electromagnético. La fuerza actúa a través del agua de mar, que es el fluido conductor, produciendo un efecto de reducción de resistencia.

Dado su estado actual de experimentación y a pesar de los avances que se están obteniendo también puede englobarse dentro del grupo de métodos a medio-largo plazo.

El cuarto método, la inyección de micro-burbujas de aire en el agua, es el menos agresivo para el medioambiente y el más barato. Hasta la actualidad este sistema no había sido muy utilizado debido a problemas técnicos como la presión de generación, el control del tamaño de las burbujas, el ángulo de incidencia, etc. Sin embargo, los recientes ensayos a escala real realizados con estos sistemas en Japón han confirmado la viabilidad de este procedimiento, que combinado con una buena optimización de formas y una correcta preparación superficial de la carena puede proporcionar reducciones de la resistencia por fricción lo suficientemente buenas como para compensar la inversión inicial de la instalación y su mantenimiento. Los buenos resultados obtenidos en los últimos ensayos experimentales a escala 1/1 y su relativa sencillez en cuanto a infraestructuras requeridas lo permite enmarcar dentro de los métodos a ser usados en un plazo medio-corto de tiempo.

El quinto y último procedimiento se basa en la aplicación de recubrimientos superficiales sobre la carena, pudiendo con ello llegar a obtenerse reducciones de la resistencia de fricción de hasta de un 50 % y siendo una de las tecnologías más estudiada en los últimos años. Dentro de estos procedimientos existen tres variantes muy diferentes:

- Uso de superficies hidráulicamente lisas, similares a la piel de un delfín.
- Uso de superficies rugosas, con escamas similares a las de la piel de un tiburón.
- Uso de recubrimientos superficiales convencionales optimizando la minimización de resistencias: pinturas y recubrimientos especiales.

A pesar de que los resultados de las dos primeras técnicas son satisfactorios los mecanismos para el desarrollo de las superficies son complicados y en ambos casos el diseño de la superficie, su fabricación y sobre todo su mantenimiento hacen que este sistema resulte muy caro y prohibitivo para la mayoría de las aplicaciones, pudiendo engrosar el conjunto de métodos a medio largo plazo, salvo aplicaciones puntuales.

Por el contrario, el tercer caso nombrado, el uso de pinturas y recubrimientos especiales, no es tan ambicioso en las cifras de ahorro esperadas, pero

tiene la virtud de su aplicación prácticamente inmediata, a muy corto plazo, con un precio similar a cualquier sistema actualmente empleado y con unas garantías de resultados económicos y medioambientales garantizados.

Este trabajo se centrará en estos últimos procedimientos.

## 5.- Selección de la placa plana

La posibilidad de experimentar los resultados de recubrimientos en Canales de Experiencias permite, desde un punto de vista hidrodinámico, evaluar de forma rápida y sencilla la bondad de dicho recubrimiento.

Los ensayos suelen llevarse a cabo haciendo uso de placas planas, de dimensiones lo más grande posibles con el fin de obtener superficies mojadas representativas y número de Reynolds altos.

Existen varios modelos de placas de fricción normalizadas y utilizadas habitualmente en este tipo de ensayos.

Las hay como las utilizadas en ensayos de burbujas por Kodama {2} que realizó ensayos en el "Center for Smart Control of Turbulence" del "National Maritime Research Institute, Japan" (NMRI), en un canal de 400 m de longitud con una placa de eslora 50 metros y un calado de 0,2 m y con una superficie mojada de alrededor de los 12 m<sup>2</sup> (figura 2).



Figura 2: Ensayos de placa plana en el NMRI

Otra placa normalmente usada en los ensayos de pinturas es la placa de fricción propuesta por el *Naval Ship Research and Development Center (NSRDC)* y denominada modelo 4125 {3}, con unas dimensiones mucho más pequeñas en eslora pero con un calado muy superior y una superficie mojada del mismo orden.

Cada una de ellas, como es normal, posee una serie de ventajas e inconvenientes. La placa japonesa es ensayada a un Reynolds mayor (del orden de 10 veces), lo cual supone una mejora, pero por el contrario su enorme eslora obliga a una estructura especial que permita rigidizar su montaje en los carros remolcadores de tal forma que evite su deformación durante la realización de las carreras. Asimismo la alineación para evitar fuerzas laterales es mucho más crítica, siendo susceptibles errores de mayor magnitud que con una placa más corta.

En el caso de los ensayos realizados en el Canal de Experiencias de El Pardo, y dado que no era necesario observar la evolución de productos a lo largo de grandes esloras (caso de las microburbujas o adiciones de polímeros), se optó por la placa americana, más adecuada a ensayos de pinturas y recubrimientos.

Las características de esta placa son (figura 3):

- Forma Husiforme
- Eslora (L) 6.300 mm

- Manga (B) 170 mm
- Puntal (H) 1.500 mm
- Calado (T)
  - Inferior o mínimo 1.000 mm
  - Superior o máximo 1.200 mm
- Desplazamiento 773,4 \* T kg
- Superficie mojada 12,604 \* T + 0,774 m<sup>2</sup>

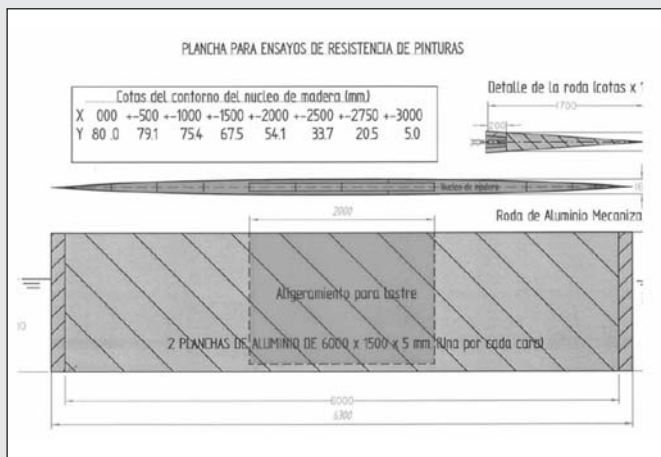


Figura 3: Placa plana para ensayo de pinturas y recubrimientos

El modelo fue construido con un núcleo de madera al que se recubrió con MAGNAL 45, aleación de aluminio laminado Al-5083 (H111), como puede observarse en la figura.



Figura 4: Placa plana, modelo CEHIPAR 2670, para ensayo de pinturas y recubrimientos

Como estimuladores de turbulencias se situaron a ambas bandas de la placa, y en una línea vertical a una distancia de 36 milímetros del extremo de proa, studs cilíndricos de 3 milímetros de diámetro por 2,6 milímetros de altura, separados entre sí 25 milímetros.

Una vez construido el modelo se aplicó el recubrimiento o pintado según las especificaciones de los fabricantes.

Para su ensayo se utilizó una metodología diferente a la convencional de un ensayo de remolque en aguas tranquilas, debido a que por el gran tamaño del modelo y al estar éste cautivo es fundamental el compensar cualquier posible irregularidad del modelo y/o montaje que produzca unas fuerzas laterales indeseables.

Como instrumentación se seleccionó un dinamómetro de seis componentes de la casa Kempf&Remmers (K&R) modelo R50, capaz de soportar las fuerzas previsibles y que permite la alineación del modelo con el canal variando el ángulo de deriva. No se consideran aceptables ángulos de deriva

superior a dos décimas de grado ( $\beta > 0,2^\circ$ ) a cualquiera de las bandas. En caso de que el ángulo excediera el anterior límite se procedería a una comprobación del modelo y/o montaje hasta determinar la causa de una asimetría tan excesiva.

Los ensayos se realizan en una gama de velocidades que abarcan los siguientes márgenes:

$$0,3 \leq F_n = \frac{V}{\sqrt{L \cdot g}} \quad [5]$$

$$1,1 \cdot 10^6 \leq R_c = \frac{V \cdot L}{n} \leq 4,0 \cdot 10^7 \quad [6]$$

## 6.- Metodología de ensayos

En distintas fases se han realizado ensayos con diferentes tipos de pinturas, recubrimientos y acabados superficiales, con un doble objetivo: por un lado obtener el coeficiente de fricción de cada uno de ellos y por otro, en el caso de embarcaciones deportivas fundamentalmente, conocer la importancia del nivel de acabado superficial en la resistencia.

La evaluación de cada pintura debe realizarse de forma independiente no siendo susceptible de utilizar datos de un producto en otro, y teniendo en cuenta que lo que se evalúa mediante estos ensayos es su comportamiento hidrodinámico, desde el punto de vista de resistencia exclusivamente, no pudiendo obtener ningún dato de duración, adherencia, resistencia al desgaste, para los que existen otro tipo de ensayos específicos y que no son realizados en canales.

La secuencia seguida en la preparación, realización de ensayos y análisis de resultados para cada uno de los productos ha sido:

1. Limpieza de la placa plana de restos de anteriores pinturas y preparación superficial con la rugosidad exigida por el fabricante para la aplicación del nuevo producto.
2. Aplicación del producto siguiendo el protocolo fijado por el fabricante, respetando forma de aplicación, tiempo y temperatura de secado/curado,...
3. Medida de la rugosidad superficial de la pieza.
4. Ensayo de la placa plana.
5. Medida nuevamente de la rugosidad superficial de la pieza.
6. Análisis de resultados, tomando una temperatura de agua normalizada para todos los ensayos.

## 7.- Medida de la rugosidad

Aparte de la naturaleza del producto aplicado, uno de los parámetros fundamentales que influyen en el coeficiente de resistencia viscosa es la rugosidad de la superficie que entra en contacto con el agua.

A pesar de que seguir estrictamente el protocolo del fabricante para la aplicación, y disponer de un pintor altamente cualificado (para el caso de pinturas) o de personal experto en aplicación de los recubrimientos, la medida de la rugosidad se considera fundamental a la hora de establecer un dato cuantitativo del estado superficial de la placa. El motivo fundamental es que los productos tiran durante la fase de secado, e incluso en el caso de lijados y pulidos posteriores dependiendo de la elasticidad del mismo la rugosidad puede variar mucho entre diferentes productos con iguales acabados.

La rugosidad superficial es el conjunto de irregularidades de la superficie real, definidas convencionalmente en una sección donde los errores de forma y las ondulaciones han sido eliminados.

Los parámetros fundamentales de la rugosidad son {4}:

- Ra: es la media aritmética de los valores absolutos de las desviaciones del perfil, en los límites de la longitud básica de medida de la rugosidad (lon-

gitud básica, representada normalmente por  $l$ . Es el valor más representativo y el que suele darse de referencia (figura 5).

$$R_a = \frac{\int_0^{l_m} |y(x)| dx}{l_m} \quad [7]$$

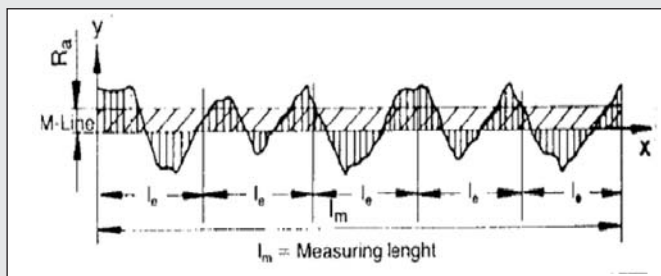


Figura 5: Medida del valor de rugosidad  $R_a$

•  $R_y$ : es un valor extremo y describe la distancia entre la altura del máximo pico y la profundidad del mayor valle, dentro de la longitud básica. En realidad es muy significativa cuando la homogeneidad superficial es de baja calidad (figura 6).

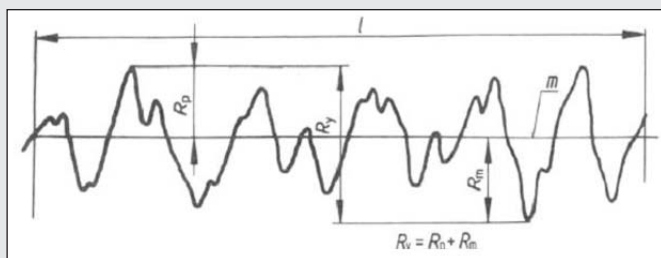


Figura 6: Medida del valor de rugosidad  $R_y$

•  $R_q$ : es el valor medio de la raíz cuadrada de las desviaciones del perfil respecto a la línea media, dentro de la longitud básica (figura 7).

$$R_q = \sqrt{\frac{\int_0^{l_m} y(x)^2 dx}{l_m}} \quad [8]$$

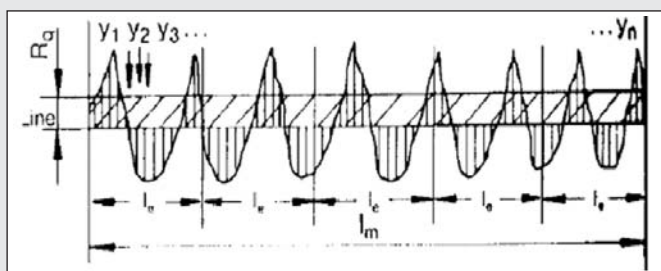


Figura 7: Medida del valor de rugosidad  $R_q$

Según los valores de  $R_a$  de la superficie la clase de acabado se denomina (tabla 8):

Acabado superficial	$R_a$ ( $\mu\text{m}$ )
Espejo	0,10
Pulido	0,20
Aspero	0,40
Terso	0,80
Fino	1,60
Semifino	3,20
Medio	6,30
Semirugoso	12,50
Rugoso	25,00
Limpio	50,00

Tabla 8: Clase de acabado en función de  $R_a$

La medida de la rugosidad se realiza con un equipo denominado rugosímetro (figura 9), que es el instrumento para la medida de la calidad superficial basado en la amplificación eléctrica de la señal generada por un palpador que traduce las irregularidades del perfil de la sección de la pieza.

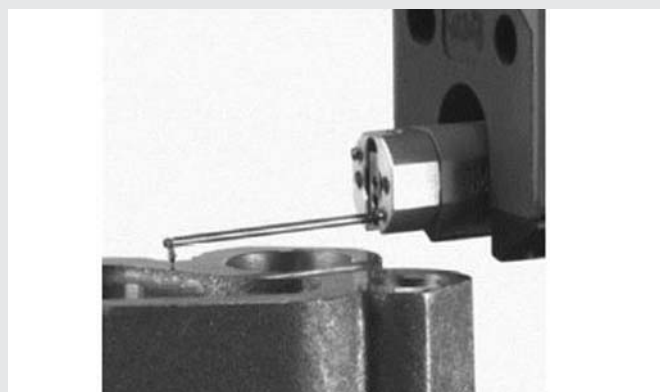


Figura 9: Palpador de un rugosímetro

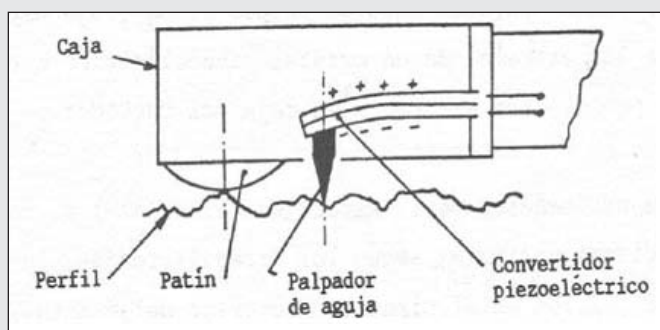


Figura 10: Esquema de un palpador piezoeléctrico

Existen varios tipos de rugosímetro en el mercado, que se diferencian por el principio físico en el que se basan para realizar las medidas.

Por su relación calidad/precio, portabilidad y versatilidad los más utilizados son los de palpador tipo piezoeléctrico (figura 10), que disponen de un patín que describirá las ondulaciones de la superficie mientras que la aguja del palpador recorrerá los picos y valles del perfil. Así se separan mecánicamente ondulación y rugosidad que son simplemente desviaciones respecto de la superficie geométrica con distinta longitud de onda. El desplazamiento de la aguja del palpador deforma elásticamente un material piezoeléctrico, que responde a dicha deformación generando una señal eléctrica.

### 8.- Ensayos de pinturas y recubrimientos. Resultados obtenidos

La placa plana es usada fundamentalmente para el ensayo de pinturas y recubrimientos.

Se han ensayado diversos tipos de pinturas (figura 11), entre las que caben mencionar:

1. Aluminio SIN pintura
2. Pintura autopulimentante de nueva generación
3. Pintura de base de silicona



Figura 11: Placa pintada con diferentes tipos de pintura

4. Pintura de poliuretano bicomponente
5. Recubrimiento plástico fluoropolimérico sustituto de la pintura

La gama de puntos dados para cada una de las preparaciones fue (Tabla 12):

Variable	Unidades	Rango inferior	Rango superior
Velocidad remolque	m/s	0,250	8,500
	Kn	0,49	16,52
Número de Fraude		0,032	1,082
Número de Reynolds		$1,26 \cdot 10^6$	$4,24 \cdot 10^7$
Temperatura	°C		11,2

Tabla 12: Gama de puntos ensayado para cada preparación

Como se observa, en la anterior tabla hay una única temperatura de ensayo, cuando en realidad los ensayos se llevaron a cabo en distintas fechas. Lógicamente se midió la temperatura del agua del vaso para cada una de las carreras realizadas, y se obtuvo un valor medio para el ensayo (este se realiza siempre durante una misma jornada y la estabilidad térmica de una masa de agua tan importante permite garantizar un valor prácticamente constante a lo largo del ensayo). Posteriormente el análisis se realizó para la temperatura que figura en la tabla.

El método de análisis seguido fue:

- Se descompone la resistencia de remolque medida en el modelo (R), en resistencia viscosa ( $R_v$ ) y residuo ( $R_R$ ):

$$R = R_v + R_R \quad [9]$$

- El valor de la resistencia viscosa se calcula de acuerdo a la expresión:

$$R_v = \frac{1}{2} \rho S V^2 (1+k) C_f \quad [10]$$

donde:  $\rho$ : densidad del agua dulce ( $101,94 \text{ Kg} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4$ )  
 $S$ : superficie mojada del modelo ( $\text{m}^2$ )  
 $V$ : velocidad de ensayo ( $\text{m/s}$ )  
 $(1+k)$ : factor de forma (adimensional)  
 $C_f$ : coeficiente de fricción (adimensional)

Para el valor del coeficiente de fricción se ha utilizado en este caso (al ser una línea de fricción específica para ensayos con placa plana tanto para valores altos como medios y bajos de número de Reynolds) la de Schoenherr [5]:

$$\frac{0,242}{C_f} = \log(C_f \cdot \text{Re}) \quad [11]$$

con el número de Reynolds (Re) [4] calculado de acuerdo con la eslora media mojada del casco en la flotación que toma el modelo a cada velocidad (en este caso al ser modelo cautivo la eslora en flotación es la misma para toda la gama de velocidades ensayadas):

El factor de forma,  $(1+k)$ , se determinó en el ensayo con placa SIN pintura, habiéndose obtenido por el procedimiento de cálculo de Prohaska [5].

Una vez calculada la resistencia viscosa se obtiene de [9] la resistencia residuo.

Se calcula para cada velocidad la resistencia viscosa correspondiente a la temperatura de referencia (temperatura a la que se realizó el ensayo de la placa de aluminio sin pintura) y en base a [4], [10] y [11].

Sumando al valor obtenido el de la resistencia residuo correspondiente a la misma velocidad se obtiene como resultado la resistencia total deseada.

Los valores de las rugosidades obtenidos con cada una de las pinturas fueron (Tabla 13):

Tratamiento	Ra ( $\mu\text{m}$ )
Aluminio SIN pintura	0,40
Pintura autopulimentante	0,38
Pintura de base de silicona	0,62
Pintura de poliuretano bicomponente	0,42
Recubrimiento plástico fluoropolimérico	1,69

Tabla 13: Gama de puntos ensayado para cada preparación

Como puede observarse, el mayor valor de rugosidad con una diferencia notable (equivalente a un acabado de clase fino mientras que el resto se enmarcaría en la categoría de áspero) corresponde al recubrimiento plástico fluoropolimérico, con un valor similar a un esmerilado con papel de GRID 180. Ello es debido al sistema de adherencia de las láminas del material al soporte (en este caso la plancha de aluminio) mediante un adhesivo acrílico que requiere para una adherencia adecuada un lijado de la superficie con un papel de lija del mencionado grano; la adherencia de las planchas es de una calidad tal que refleja como un verdadero espejo los defectos que la superficie pudiera tener. Este hecho no debe ser relevante, porque la calidad del producto viene definida por sus propiedades deslizantes más que por su rugosidad superficial.

En segundo lugar, en cuanto a rugosidad se refiere, se encuentra la pintura base silicona, que posee una textura muy irregular pero blanda y con una característica fundamental: en seco su deslizamiento es prácticamente nulo mientras que humedecida es muy elevado, lo que en teoría favorece la disminución de la resistencia de fricción en agua.

El tanto por ciento de diferencia en resistencia entre las distintas pinturas y el aluminio sin pintura (línea tomada como referencia), en función del número de Froude puede verse representado en la figura 14.

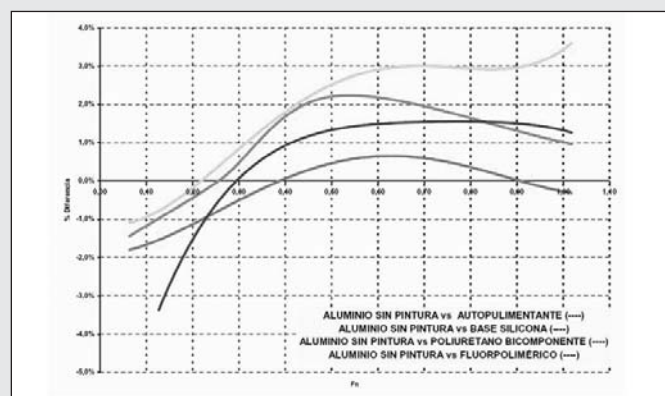


Figura 14: Porcentaje de diferencia de resistencia entre pinturas en función del número de Froude

Obteniendo la tabla de diferencias de resistencia en función del número de Froude (Tabla 15) podríamos conocer de forma inmediata el aumento/disminución de resistencia de un buque en función de las pinturas seleccionadas.

Por ejemplo un buque que navegue a un Froude de 0,40 tendrá las siguientes diferencias sobre el aluminio sin pintar:

- Pintura autopulimentante: aumento de la resistencia del 1,80 %.
- Pintura base silicona: aumento de la resistencia del 0,93 %.
- Pintura poliuretano bicomponente: aumento de la resistencia del 1,68 %.
- Plástico fluoropolimérico: disminución de la resistencia el 0,06 %.

Lo que indicaría que si a un barco se le pone una pintura de silicona en lugar de una pintura autopulimentante el ahorro en resistencia se encontraría del orden del 0,87 % para el Froude indicado de 0,4.



En cambio, la misma selección de pinturas para un Froude de 1,0 daría una diferencia entre ambas del 2,12 %.

Fn	% Aumento/Disminución resistencia			
	Autopulimentante	Silicona	Poliuretano	Fluorpolimérico
0,10	-0,94	-4,22	-1,17	-1,67
0,15	-0,61	-2,71	-0,80	-1,42
0,20	-0,17	-1,53	-0,45	-1,13
0,25	0,32	-0,61	-0,06	-0,82
0,30	0,84	0,07	0,45	-0,51
0,35	1,34	0,57	1,08	-0,21
0,40	1,80	0,93	1,68	0,06
0,45	2,20	1,18	2,06	0,29
0,50	2,52	1,33	2,20	0,46
0,55	2,76	1,43	2,22	0,58
0,60	2,91	1,49	2,20	0,65
0,65	2,99	1,53	2,06	0,65
0,70	3,01	1,54	1,96	0,60
0,75	2,99	1,55	1,78	0,50
0,80	2,95	1,55	1,65	0,36
0,85	2,93	1,54	1,48	0,20
0,90	2,97	1,50	1,30	0,03
0,95	3,13	1,44	1,14	-0,14
1,00	3,44	1,32	0,98	-0,27

**Tabla 15: Porcentaje de diferencia de resistencia entre pinturas en función del número de Froude**

No hay que olvidar que lo anteriormente expuesto se refiere a una reducción en la parte de la resistencia correspondiente a la fricción, no a la parte de formación de olas.

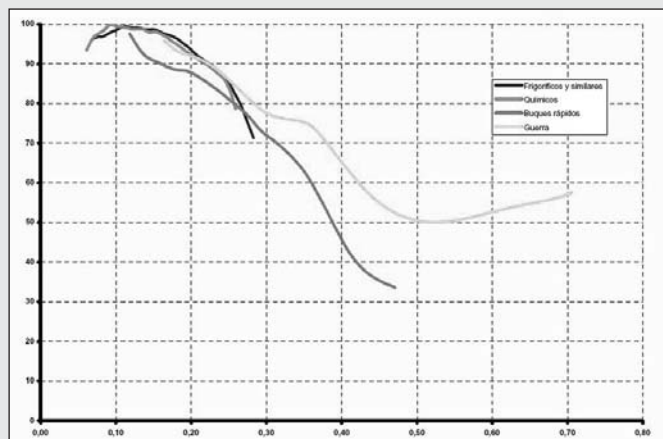
El porcentaje de fricción frente a olas dependerá de las formas del barco (que incluye, aparte de las formas propiamente dichas, otros parámetros como la situación de carga de navegación,...) y por supuesto del número de Froude de navegación.

Es por ello que cada barco tiene su relación entre ambas magnitudes, pero si deseamos obtener unos valores representativos realizando un estudio en bases de datos de ensayos se puede extraer relaciones que nos indiquen órdenes dentro de los que nos podemos estar moviendo, como puede observarse en la Figura 16.

Así en ella obtenemos que para buques rápidos, por ejemplo, a un Froude de 0,4 la resistencia viscosa representaría el 47 % del total. Por lo tanto, en el supuesto anterior el verdadero ahorro en resistencia del barco vendría dado por:

$$\% \text{ Ahorro} = \% \text{ Disminución resistencia} \cdot (\% \text{ Resistencia viscosa} / \text{ Resistencia total})$$

$$\% \text{ Ahorro} = 0,87 \% \cdot 47 \% = 0,41 \%$$



**Figura 16: Porcentaje entre resistencia viscosa y total en función del número de Froude dependiendo del tipo de buque**

La valoración de la economía obtenida por el cambio de pinturas deberá realizarse para cada barco, dependiendo entre otros parámetros de la selección de pinturas realizada (calidad), de la superficie mojada del barco, potencia de motor, tiempo deseado entre varadas, millas anuales recorridas,...

Solamente como orientación mencionar que un paso de pintura autopulimentante a pintura base silicona con tiempo entre varadas estimado de 4 a 6 años puede incrementar el coste del producto del orden de un 15 %.

### 9.- Ensayos de acabados superficiales. Resultados obtenidos

Los acabados superficiales en buques convencionales vienen dados por el estado de la superficie, la calidad de su preparación (chorreado, limpieza,...) y la pintura dada, obteniéndose unos resultados que sería muy difícil y costoso mejorar, además de tener una importancia relativa dados los tamaños de capa límite en los que se mueven.

Por el contrario en buques de regatas y competición, con esloras inferiores, sí tiene importancia este nivel de acabado superficial. Como se comentó anteriormente los resultados dependerán de la pintura seleccionada.

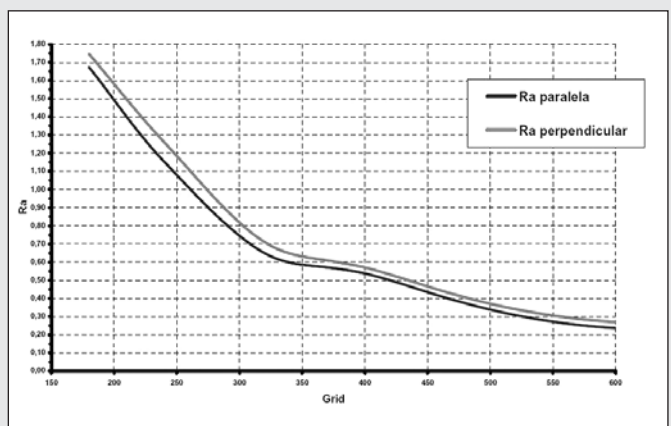
Se realizaron ensayos para un determinado tipo de pintura empleada en los acabados de buques de regatas.

Tras todas las preparaciones se tomaron medidas de rugosidad en direcciones paralelas y perpendiculares a la dirección de avance de la placa plana (tabla 17), observando las diferencias habituales que suelen darse en este tipo de procesos.

Aunque los ensayos se realizaron hasta un mayor acabado superficial (1200 y pulido), la tendencia prácticamente horizontal de la gráfica (figura 18) permite ver que la variación de rugosidad es muy baja, volviendo a recalcar la idea que esto es válido para esta pintura con unos niveles en inversión de tiempo en efectuar la operación de pulido similares a los utilizados en la realidad.

GRID	Dirección paralela al avance			Dirección perpendicular al avance		
	Ra (µm)	Ry (µm)	Rq (µm)	Ra (µm)	Ry (µm)	Rq (µm)
40	2,53	14,46	3,10	9,46	48,80	11,47
80	1,84	12,97	2,45	1,99	12,75	2,48
180	1,67	9,02	2,06	1,75	13,89	2,22
240	1,11	6,88	1,40	1,26	9,03	1,58
320	0,65	5,14	0,87	0,71	5,54	0,89
400	0,56	4,27	0,71	0,57	5,68	0,76
600	0,24	2,17	0,30	0,27	2,79	0,37

**Tabla 17: Rugosidades en función del papel de lija seleccionado y dirección de avance de la placa**



**Figura 18: Rugosidades en función del papel de lija seleccionado y dirección de avance de la placa**

Se llevaron a cabo ocho acabados distintos, realizándose ensayos a distintos números de Froude para cada uno de ellos.

Considerando uno de ellos como el de base comparativa puede observarse (figura 19) que la diferencia entre seis de ellos (acabados I al V más el de referencia) son muy pequeños, existiendo variaciones de coeficiente de resistencia viscosa inferiores al 0,6 % en todos ellos, siendo mejores ciertos acabados para bajos números de Froude (hasta 0,5) y cambiando la tendencia cuando se sobrepasa este valor.

Por el contrario hay dos de los acabados en los que la diferencia de acabado superficial conlleva un aumento del coeficiente de resistencia viscosa que puede variar entre un 1,5 % y cerca de un 5 %.

Asimismo se observa que entre el acabado VI y el VII, este último con un papel de lijado más abrasivo, existe una disminución de resistencia, es decir, a mayor rugosidad menor resistencia. Este fenómeno, muy difícil de observar en agua y en ensayos en canales de experiencia, es el denominado "ripples", por el que un aumento de la rugosidad genera una disminución drástica de la resistencia.

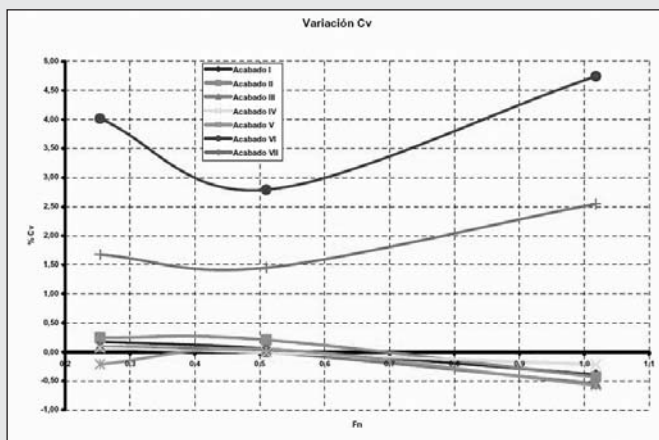


Figura 19: Comparativa de diferentes acabados superficiales de una pintura determinada

El no aprovechamiento de este fenómeno en buques mercantes reales es debido a lo complejo que resultaría generar en el buque ranuras para que el flujo turbulento sea similar al del modelo ensayado, como demostró Kodama [2], ya que la profundidad de las ranuras necesarias en un barco, de gran eslora, es minúscula, como puede verse en la Tabla 20. Ranuras de 0,35 mm en el modelo, equivalente a un acabado de GRID 500, obligaría a unas ranuras de 0,08 mm en buque real, valores inalcanzables en estas superficies.

Dimensiones	Buque Real	Modelo
Eslora (m)	320	7
Manga (m)	60	1,31
Calado (m)	22	0,48
Velocidad (m/s)	7,5	1,11
Re	$2,4 \cdot 10^9$	$7,8 \cdot 10^6$
Profundidad de las ranuras (mm)	0,08	0,35

Tabla 20: Tamaño estimado de las ranuras para un VLCC a 14,5 nudos

Estos resultados permiten evaluar diferentes aspectos de los acabados superficiales:

- La diferencia en resistencia a partir de un nivel de acabado determinado no es significativa, debiendo evaluar el coste en tiempo y dinero que con-

lleva el mejorar la superficie. Las ventajas obtenidas más que probablemente no compensen la inversión realizada

- Para buques pequeños y en los que las reglamentaciones de competición lo permitan (en caso de buques de regatas) se debería estudiar el fenómeno de los *ripples*, por si pudieran ser ventajoso frente a otros tipos de acabados. Es muy importante conocer la influencia de estas ranuras en otros comportamientos de las pinturas (resistencia a desgaste, adherencias,...)

## 10.- Conclusiones

- En estos momentos en que los buques mercantes están pendientes de las subidas del crudo y los buques de competición están alcanzando niveles tecnológicos en los que cualquier pequeña diferencia es aprovechada, la reducción de fricción mejorando la pintura se plantea como una solución a corto plazo, de aplicación y resultados inmediatos.
- La evaluación mediante ensayos del comportamiento hidrodinámico de las pinturas y recubrimientos se considera indispensable a la hora de mejorar el consumo de un barco.
- Los resultados de mejoras, aunque no espectaculares, si son de aplicación inmediata y por procedimientos perfectamente establecidos por los fabricantes.
- Un estudio adecuado de los acabados superficiales en embarcaciones deportivas o de pequeño porte puede economizar tiempo de preparación de su obra viva sin menoscabar su rendimiento hidrodinámico.
- Es necesario potenciar la investigación en los nuevos métodos de reducción de resistencia para minimizar el período de entrada en explotación, dado que los resultados previos se pueden catalogar de excelentes.

## 11.- Agradecimientos

Los autores desean agradecer al personal del CEHIPAR, así como a D. Antonio Guerrero Pacheco que formó parte del Centro, su colaboración de forma activa en el desarrollo de las diferentes fases de los trabajos recogidos en este artículo.

## 12.- Referencias

- [1] L. Larsson, E. Baba, "Ship Resistance and Flow Computation", Advances in Marine Hydrodynamics, Ed. M. Ohkusu, 1996.
- [2] Y. Kodama, A. Kakugawa, T. Takahashi, H. Kawashina, "Experimental Study on Microbubbles and Their Applicability to Ships for Skin Friction Reduction", 1st International Symposium on Turbulent Shear Flow Phenomena, Santa Barbara, USA, 1999.
- [3] Eugene E. West "Effect of surface preparation and repainting procedures on the frictional resistance of old ship bottom plates as predicted from NSRDC friction plane model 4125", Report 4084, 1973.
- [4] A.M. Sánchez Pérez y J. Carro-Portela "Elementos de metrología", E.T.S.I. Industriales – UPM, 1978.
- [5] J. A. Aláez Zzurca "Resistencia viscosa de buques", CEHIPAR, Publicación - 46, 1972.

# INGENIERIA NAVAL

## G U I A D E E M P R E S A S

### I N D I C E

- |   |  |
|---|--|
| 1. ESTRUCTURA DEL CASCO   | 6.10 Elementos para estiba de la carga   |
| 1.1 Acero del casco   | 6.11 Sistemas de control de la contaminación del medio ambiente, tratamiento de residuos |
| 1.2 Piezas estructurales fundidas o forjadas                              | 6.12 Plataformas para helicópteros   |
| 1.3 Cierres estructurales del casco (escotillas, puertas, puertas/rampas) | 6.13 Valvulería servicios, actuadores  |
| 1.4 Chimeneas, palos-chimenea, palos, posteleros                          | 6.14 Planta hidráulica   |
| 1.5 Rampas internas   | 6.15 Tuberías  |
| 1.6 Tomas de mar  |  |
|   | 7. EQUIPOS DE CUBIERTA   |
| 2. PLANTA DE PROPULSIÓN   | 7.1 Equipos de fondeo y amarre   |
| 2.1 Calderas principales  | 7.2 Equipos de remolque  |
| 2.2 Turbinas de vapor   | 7.3 Equipos de carga y descarga  |
| 2.3 Motores propulsores   | 7.4 Equipos de salvamento (botes, pescantes, balsas salvavidas)                          |
| 2.4 Turbinas de gas   |  |
| 2.5 Reductores  | 8. ESTABILIZACIÓN, GOBIERNO Y MANIOBRA   |
| 2.6 Acoplamientos y embragues   | 8.1 Sistemas de estabilización y corrección del trimado                                  |
| 2.7 Líneas de ejes  | 8.2 Timón, Servomotor  |
| 2.8 Chumaceras  | 8.3 Hélices transversales de maniobra  |
| 2.9 Cierres de bocina   | 8.4 Sistema de posicionamiento dinámico  |
| 2.10 Hélices, hélices-tobera, hélices azimutales                          |  |
| 2.11 Propulsores por chorro de agua                                       | 9. EQUIPAMIENTO Y HABILITACIÓN   |
| 2.12 Otros elementos de la planta de propulsión                           | 9.1 Accesorios del casco, candeleros, pasamanos, etc.                                    |
| 2.13 Componentes de motores   | 9.2 Mamparos no estructurales  |
|   | 9.3 Puertas, portillos, ventanas, limpiaparabrisas, vistaclaras                          |
| 3. EQUIPOS AUXILIARES DE MÁQUINAS   | 9.4 Escalas, tecles  |
| 3.1 Sistemas de exhaustación  | 9.5 Recubrimientos, pintura. Tratamiento de superficies                                  |
| 3.2 Compresores de aire y botellas de aire de arranque                    | 9.6 Protección catódica  |
| 3.3 Sistemas de agua de circulación y de refrigeración                    | 9.7 Aislamiento, revestimiento   |
| 3.4 Sistemas de combustible y aceite lubricante                           | 9.8 Mobiliario   |
| 3.5 Ventilación de cámara de máquinas                                     | 9.9 Gamuza frigorífica   |
| 3.6 Bombas servicio de máquina  | 9.10 Equipos de cocina, lavandería y eliminación de basuras                              |
| 3.7 Separadores de sentina  | 9.11 Equipos de enfermería   |
|   | 9.12 Aparatos sanitarios   |
| 4. PLANTA ELÉCTRICA   | 9.13 Habilitación, llave en mano   |
| 4.1 Grupos electrógenos   |  |
| 4.2 Cuadros eléctricos  | 10. PESCA  |
| 4.3 Cables eléctricos   | 10.1 Maquinillas y artes de pesca  |
| 4.4 Baterías  | 10.2 Equipos de manipulación y proceso del pescado                                       |
| 4.5 Equipos convertidores de energía                                      | 10.3 Equipos de congelación y conservación del pescado                                   |
| 4.6 Aparatos de alumbrado   | 10.4 Equipos de detección y control de capturas de peces                                 |
| 4.7 Luces de navegación, proyectores de señales. Sirenas                  | 10.5 Embarcaciones auxiliares  |
| 4.8 Aparellaje eléctrico  |  |
|   | 11. EQUIPOS PARA ASTILLEROS  |
| 5. ELECTRÓNICA  | 11.1 Soldadura y corte   |
| 5.1 Equipos de comunicaciones interiores                                  | 11.2 Gases industriales  |
| 5.2 Equipos de comunicaciones exteriores                                  | 11.3 Combustible y lubricante  |
| 5.3 Equipos de vigilancia y navegación                                    | 11.4 Instrumentos de medida  |
| 5.4 Automación, Sistema Integrado de Vigilancia, y Control                | 11.5 Material de protección y seguridad  |
| 5.5 Ordenador de carga  |  |
| 5.6 Equipos para control de flotas y tráfico                              | 12. EMPRESAS DE INGENIERÍA Y SERVICIOS   |
| 5.7 Equipos de simulación   | 12.1 Oficinas técnicas   |
|   | 12.2 Clasificación y certificación   |
| 6. EQUIPOS AUXILIARES DE CASCO  | 12.3 Canales de Experiencias   |
| 6.1 Reboses atmosféricos, Indicadores de nivel de tanques                 | 12.4 Seguros marítimos   |
| 6.2 Aislamiento térmico en conductos y tuberías                           | 12.5 Formación   |
| 6.3 Sistema de ventilación, calefacción y aire acondicionado              | 12.6 Empresas de servicios   |
| 6.4 Calderas auxiliares, calefacción de tanques                           | 12.7 Brokers   |
| 6.5 Plantas frigoríficas  |  |
| 6.6 Sistemas de detección y extinción de incendios                        | 13. ASTILLEROS   |
| 6.7 Sistema de baldeo, achique y lastrado                                 |  |
| 6.8 Equipos de generación de agua dulce                                   |  |
| 6.9 Sistemas de aireación, inertización y limpieza de tanques             |  |

## 2 PLANTA DE PROPULSION

### 2.1 Calderas principales

 **HELE.E.DE.C. S.L.**  
HELENO-ESPAÑOLA DE COMERCIO S.L.  
MARINE CHEMICALS

Avda. de Madrid, 23 Nave 6 Pl. Albresa  
28340 Valdemoro (Madrid)  
Tel.: 91 809 52 98 - Fax: 91 895 27 19  
E-mail: heledec@heleno-espanola.com - http://www.heleno-espanola.com

**Productos químicos para la marina.  
Mantenimiento de aguas.  
Productos de limpieza.**



VULCANO SADECA, S.A.  
Ctra. de Vicálvaro a Rivas, km. 5,6 - 28052 MADRID  
Tel.: 91 776 05 00 - Fax: 91 775 07 83  
correo E: sadeca@vulcanosadeca.es

Calderas marinas de vapor, fluido térmico, agua caliente y sobrecalentada.  
Reparaciones, asistencia técnica y repuestos para todo tipo de calderas.

### 2.3 Motores propulsores

 **GUASCOR S.A.**

Barrio de Oikia, 44 - 20759 Zumaia (GUIPUZCOA),  
Tel.: 943 86 52 00  
Fax: 943 86 52 10  
E-mail: guascor@guascor.com  
Web: http://www.guascor.com

**Motores diesel marinos propulsores, auxiliares y reductores.**

C/ Copérnico, 26 - 28820 Costlada (Madrid)  
Tel.: 91 673 70 12 - Fax: 91 673 74 12  
E-mail: transdiesel@casli.es

**MTU 170 - 12.250 HP  
VM 36=315 HP**

  
**AB VOLVO PENTA**

Caleruega, 81, Planta 7 A - 28033 Madrid  
Tel. 91 768 06 97 - Fax 91 768 07 14  
e-mail: concepcion.bernal@volvo.com

**Motores diesel marinos. Propulsores y auxiliares de 9 a 770 CV.**

 transformados marinos, s.a.l.  
**TRANSMAR**

Pol. Zerradi, 4 - 20180 Oyarzun (GUIPÚZCOA)  
Tel.: 943 49 12 84 (3 líneas)  
Fax: 943 49 16 38 - E-mail: trasmar@nexo.es

**Motores diesel Perkins y Lombardini hasta 200 Hp  
Servicio Oficial Hamilton JET**

**PASCH**  

Campo Volantin, 24 - 3º - 48007 BILBAO  
Tel.: 94 413 26 60  
Fax: 94 413 26 62  
E-mail: info@bilbao.pasch.es

**Motores diesel.  
Propulsores y auxiliares 50 a 1.500 HP.**

**MAN B&W DIESEL, S.A.U** 

C/ Pedro Teixeira, 8, 10º - 28020 Madrid  
Tel.: 91 411 14 13 - Fax: 91 411 72 76  
e-mail: manbw@manbw.es

**Motores diesel propulsores y auxiliares de 500 kW hasta 80.000 kW. Sistemas completos de propulsión. Repuestos.**

 **ALFA ENERGIA, S.L.**  


C/ Príncipe de Vergara 86  
28006 Madrid  
Tel.: 91 411 38 61 / 608 72 42 72  
Fax: 91 562 14 48  
E-mail: alfar@alfaenergia.com

**Motores marinos. Propulsores de 90 a 300 hp. Auxiliares de 16 a 140 Kw**

 **SCANIA**  
Scania Hispania, S.A.

Avda. de Castilla, 29 - Pol. San Fernando I  
28850 San Fernando de Henares (MADRID)  
Tel.: 91 678 80 38 - Fax: 91 678 80 87

**Motores propulsores y auxiliares desde 210 HP hasta 552 HP.**

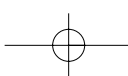
Avda. de Madrid, N° 43  
ARGANDA DEL REY (28500 MADRID)  
Teléfono atención al cliente: 901 13 00 13  
www.barloworld.finanzauto.es

**Motores propulsores hasta 8.050 CV.**

**ANGLO BELGIAN CORPORATION, N.V.**

Avda. de Vigo, 15 entlo. Oficina 9  
36003 Pontevedra  
Tel.: +34 986 101 783 Fax: +34 986 101 645  
E-mail: abcdiesel@mando-r.com

**Motores diesel marinos, propulsores y auxiliares.  
Motores terrestres. De 400 a 5.000 CV.**




## 2.5 Reductores

 **GUASCOR S.A.**

Barrio de Oikia, 44 - 20759 Zumaia (GUIPUZCOA),  
Tel.: 943 86 52 00  
Fax: 943 86 52 10  
E-mail: guascor@guascor.com  
Web: http://www.guascor.com

**Motores diesel marinos propulsores, auxiliares y reductores.**

 **CENTRAMAR**

C/ Invencción, 12 - Pol. Ind. "Los Olivos"  
28906 GETAFE - (Madrid)  
Tel.: 91 665 33 30  
Fax: 91 681 45 55  
e-mail: centramar@centramar.com  
web: http://www.centramar.com

 **MAAG**

inversores / reductores y engranajes de hasta 100.000 hp.

**mekanord**  
Conjuntos completos propulsión CPP. (embragues / reductores + hélices de paso variable) hasta 6.000 hp.

 **Velvet Drive®**  
Inversores - reductores Borg Warner hasta 500 hp.

 **WALTER V - DRIVES**  
Cajas de reenvío hasta 1.200 hp.

**WALTER KEEL COOLER**  
Refrigeradores de quilla para equipos propulsores y auxiliares

**aquadrive**  
Ejes de alineación anti-vibración y anti-ruido hasta 1.500 hp.

**TRELLEBORG-METALASTIK**  
Soportes súper elásticos de motores propulsores y auxiliares (todas las marcas existentes a nivel mundial)

**DEEP SEA SEALS**  
Cierres de bocina

**KOBELT**  
Sistemas de control electrónicos, mecánicos y neumáticos para instalaciones propulsoras y sistemas de gobierno.

**Felsted**  
Cables para mandos de control mecánicos y de trolling valves (dispositivos de marcha lenta)

 **Halyard**

Sistemas de escape (silenciosos, mangueras, codos, etc.), alarmas de escape y paneles insonorizantes e ignifugos HMI.

 **CENTRAMAR**

C/ Invencción, 12 - Pol. Ind. "Los Olivos"  
28906 GETAFE - (Madrid)  
Tel.: 91 665 33 30  
Fax: 91 681 45 55  
e-mail: centramar@centramar.com  
web: http://www.centramar.com

**Equipos de propulsión marina**

 **TWIN DISC**  
POWER TRANSMISSION EQUIPMENT

- Inversores / reductores hasta 3.500 hp.
- Water jets Doen hasta 5.000 hp.
- Hélices de superficie ARNESON DRIVE hasta 10.000 hp.
- Embragues mecánicos e hidráulicos a proa y popa de motor hasta 12.000 Nm.
- Mandos electrónicos para instalaciones propulsoras con hasta 4 estaciones de puestos de control.

## 2.6 Acoplamiento y embragues

 **RENOLD**  
HITAC Couplings

C/ Usatges, 1 local 5 - 08850 Gava (Barcelona)  
Tel.: 93 638 05 58 - Fax: 93 638 07 37

**Acoplamiento flexible con elemento a compresión o cizalladura. Rigidez torsional ajustable según necesidades del cálculo de vibraciones torsionales. Ideales para propulsión y tomas de fuerza navales**

**GOIZPER**

C/ Antigua, 4 - 20577 Antzuola (Guipúzcoa)  
Tel.: 943 78 60 00 - Fax: 943 78 70 95  
e-mail: goizper@goizper.com  
http://www.goizper.com

**Embragues. Frenos. Tomas de fuerza. Unidades de giro intermitentes. Levas. Reenvíos angulares.**

## 2.9 Cierres de bocina

 **alfaro**  
HERMANOS

Cm. Romeu, 45. 36213 VIGO  
Tel.: 986 29 46 23 - Fax: 986 20 97 87  
E-mail: halfaro@halfaro.com - www.halfaro.com

**Casquillos y cierre de bocina SUPREME; SUBLIME; IHC**

## 2.10 Hélices, hélices-toberra, hélices azimutales

 **HÉLICES Y SUMINISTROS NAVALES, s.l.**  
ESPECIALISTAS EN HÉLICES Y PROPULSION PROPELLER & PROPULSION SPECIALISTS

Puerto de Barcelona - Muelle de Levante, nº 14 - 08039 Barcelona  
Tel.: 93 221 80 52 - Fax: 93 221 85 49

**Cálculo de la hélice adecuada a su embarcación. Fabricación de Equipos Propulsores Hélices monobloc y plegables. Líneas de Ejes. Arbotantes**  
e-mail: helices@helicesh-n-pons.com  
web: www.helicesh-n-pons.com

 **WIRESA**

Pinar, 6 - Bis 1º - 28006 MADRID  
Tel.: 91 411 02 85 Fax: 91 563 06 91  
E-mail: industrial@wiresa.isid.es

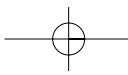
**Hélices Azimutales SCHOTTEL para Propulsión y Maniobra, SCHOTTEL Pump Jet. Hélices de proa y Líneas de Ejes.**

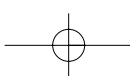
## 2.13 Componentes de motores

**ABB**

C/ Cronos, 57 - 28037 Madrid  
Tel.: 91 581 93 93 - Fax: 91 581 56 80

**Turbocompresores ABB de sobrealimentación de motores. Venta, reparación, repuestos y mantenimiento.**







**DIVÓN**, S.L.  
C/ Almirante, 15 - 1.º Dcha. - 28004 Madrid  
Tels.: 915 24 07 15 - 915 24 04 71  
Fax: 915 23 56 70  
E-mail: divon@divon.es

AENOR



Empresa Registrada

Repuestos originales y acondicionados, con certificado, para Motores MAN / B&W y SUL-CER, de STORK SERVICES MARINE (SSM).



Pol. Ind. 110, c/Txiritxamondi, 35 - 20100 Lezo (Guipuzcoa)  
Tel.: 943 34 46 04 - Fax: 943 52 48 94  
E-mail: maqmar@euskalnet.net

Fabricación y comercialización de válvulas, cojinetes, asientos guías y cuerpos de válvulas



C/ Príncipe de Vergara 86  
28006 Madrid  
Tel.: 91 411 38 61 / 608 72 42 72  
Fax: 91 562 14 48  
E-mail: alfaro@alfaenergia.com

Grupos electrógenos desde 12 kw hasta 140 kw.

**HIDRACAR S.A.** 

Arrancadores oleohidráulicos para motores diésel  
Apartado 35 - 08295 S. Vicenç de Castellet (BARCELONA)  
Tel.: 93 833 02 52 - Fax: 93 833 19 50

Acumuladores oleoneumáticos.  
Amortiguadores de impacto o deceleradores lineales.  
Dinamómetro de tracción y compresión

### 3 EQUIPOS AUXILIARES DE MAQUINA

#### 3.2 Compresores de aire y botellas de aire de arranque

**COTEDISA - ALFA ENERGIA**

**HATLAPA**  
COMPRESORES

C/ Príncipe de Vergara 86  
28006 Madrid  
Tel.: 91 411 38 61 / 608 72 42 72  
Fax: 91 562 14 48  
E-mail: alfaro@alfaenergia.com

Compresores



Avda. de Madrid, N° 43  
ARGANDA DEL REY (28500 MADRID)  
Teléfono atención al cliente: 901 13 00 13  
www.barloworld.finanzauto.es

Motores auxiliares hasta 2.300 CV.

**PREMENASA**  
PRECISION MECANICA NAVAL, S. A.

**TURBOS** 



Más de 30 años a su servicio en el sector de los turbocompresores de sobrealimentación

C/ Luis I, 23 y 26 Pol. Ind. de Vallecas - 28031 Madrid  
Tel.: 91 778 12 62 / 13 11 / 13 63 - Fax: 91 778 12 85  
E-mail: turbos@premenasa.es  
Web: www.premenasa.es

Mantenimiento, reparación y repuestos de todo tipo de turbocompresores de sobrealimentación.

#### 3.4 Sistemas de combustible y aceite lubricante



CEPSA LUBRICANTES, S.A.  
Ribera del Loira, 50 28042 Madrid Tel: 91 337 87 58 / 96 15  
Fax: 91 337 96 58 http://www.cepsa.com/lubricantes  
E-mail pedidos: marineluboil.orders@cepsa.com  
E-mail Asistencia Técnica: atmarinos@cepsa.com

División lubricantes marinos.

**VOLVO PENTA**

AB VOLVO PENTA ESPAÑA

Caleruega, 81, Planta 7 A - 28033 Madrid  
Tel. 91 768 06 97 - Fax 91 768 07 14  
E-mail: concepcion.bernal@volvo.com

Grupos electrógenos completos desde 100 a 2.500 kW



Repsol YPF Lubricantes y Especialidades. S.A.  
Edificio Tucumán  
Glorieta Mar Caribe, 1  
28043 Madrid

Lubrificantes motores marinos y cogeneración. Servicio local, tecnología global.

#### 4.7 Luces de navegación, proyectores de señales. Sirenas

**Cascos Naval, S.L.**

Agente para España de MÄRKISCHES WERK 

Agente para España de MÄRKISCHES WERK  
Ramón Fort, 8, bloque 3, 1º A -  
28033 MADRID (SPAIN)  
Tel.: +34 91 768 03 95 - Fax: +34 91 768 03 96  
E-mail: cascosmadrid@telefonica.net

Válvulas de 2 y 4 tiempos, asientos, guías y dispositivos de giro de válvulas. Cuerpos de válvula nuevos y reparados.

### 4 PLANTA ELECTRICA

#### 4.1 Grupos electrógenos



**GUASCOR S.A.**

Barrio de Oikía, 44 - 20759 Zumaia (GUIPUZCOA),  
Tel.: 943 86 52 00  
Fax: 943 86 52 10  
E-mail: guascor@guascor.com  
Web: http://www.guascor.com

Motores diesel marinos propulsores, auxiliares y reductores.



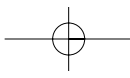
DIVÓN, S.L.  
C/ Almirante, 15 - 1.º Dcha. - 28004 Madrid  
Tels.: 915 24 07 15 - 915 24 04 71  
Fax: 915 23 56 70  
E-mail: divon@divon.es

AENOR



Empresa Registrada

Luces de navegación ALMAR.  
Sirenas de Niebla de KOCKUM SONICS.  
Iluminación de cubiertas y habilitaciones: estanca, antideflagrante, fluorescente, halógena, sodio de alta y baja presión. de HØVIK LYS y NORSE-LIGHT.  
Proyectores de búsqueda de NORSELIGHT.  
Columnas de señalización y avisos de DECKMA.



## 5. ELECTRÓNICA

### RMI Radio Marítima Internacional, S.A.

Isabel Colbrand nº 10 - 5º Of. 132  
28050 MADRID - SPAIN  
Tel.: +34 91 358 74 50 Fax: +34 91 736 00 22  
E-mail: rmi@ctv.es

Radars/Sistemas Integrados de Navegación	RAYTHEON MARINE
Giroscópicas/Pilotos Automáticos	RAYTHEON ANSCHUTZ
Radiocomunicaciones GMDSS	RAYTHEON STANDARD RADIO
Sistema de Detección de Incendios	THORN
Sistema Integrado de comunicaciones internas y alarmas generales IMCOS	GITIESE GIROTECNICA
Gonios/Radioboyas/Meteofax	TAIYO
Inmarsat-C	TRIMBLE
Inmarsat-B/Inmarsat-M	NERA
Radiobalizas/Respondedores Radar	McMURDO
Radiotelefonos VHF-GMDSS	McMURDO
Navtex/Meteofax	ICS
Sistema DSC/Radiotelex-GMDSS	ICS
Corredoras Electromagnéticas	BEN-MARINE
Estaciones Meteorológicas	OBSERVATOR
Plotters	TRANSAS
Ecosondas	ELAC
Pilotos Automáticos	NECO
Corredoras Electromagnéticas	WALKER
Estaciones Meteorológicas	WALKER

### SCM SISTEMAS

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE SEGURIDAD, CONTROL Y MANDO

Libertad, 14,2º A  
33206 GIJÓN - ASTURIAS (SPAIN)  
Tel.: + 34 985 35 62 63 - Fax: + 34 985 34 80 83  
naval@scmsistemas.com  
www.scmsistemas.com

#### COMUNICACIONES INTERIORES SEGURAS

Sistema Talk-Back SCM-Cinter-500  
Teléfonos autogenerados  
Teléfonos autoalimentados (Batteryless)  
Teléfonos automáticos  
Sistemas de comunicación para la armada  
Telégrafos de órdenes  
Indicadores de ángulo de timón  
Dispositivo para comunicación con VDR

### 5.1 Equipos de comunicación interiores



EURODIVON, S.L.  
C/ Almirante, 15 - 1.º Dcha. - 28004 Madrid  
Tels.: 915 24 07 15 - 915 24 04 71  
Fax: 915 23 56 70  
E-mail: eurodivon@infonegocio.com

Teléfonos y Altavoces Zenitel.  
Automáticos, Red Pública,  
Autogenerados  
Antenas receptoras TV/AM/FM y  
TV satélite de NAVAL

### 5.3 Equipos de vigilancia y navegación



DIVON, S.L.  
C/ Almirante, 15 - 1.º Dcha. - 28004 Madrid  
Tels.: 915 24 07 15 - 915 24 04 71  
Fax: 915 23 56 70  
E-mail: divon@divon.es

Telégrafos de Órdenes e Indicadores de Ángulo de Timón de STORK KWANT: Palanca, pulsador, conmutador, dobles, incluyendo controles.

### 5.4 Automación, Sistema integrado de Vigilancia y control



C/ Príncipe de Vergara 86  
28006 Madrid  
Tel.: 91 411 38 61 / 608 72 42 72  
Fax: 91 562 14 48  
E-mail: alfar@alfaenergia.com

Automoción y control

### 5.5 Ordenador de carga



DIVON, S.L.  
C/ Almirante, 15 - 1.º Dcha. - 28004 Madrid  
Tels.: 915 24 07 15 - 915 24 04 71  
Fax: 915 23 56 70  
E-mail: divon@divon.es

Calculador o simulador de Esfuerzos Cortantes, Momentos Flectores, Calados, Estabilidad y otras variables relacionadas con la Distribución Óptima de la Carga. LOADMASTER de KOCKUM SONICS.

## 6. EQUIPOS AUXILIARES DE CASCO

### 6.1 Reboses atmosféricos, Indicadores de nivel de tanques



DIVON, S.L.  
C/ Almirante, 15 - 1.º Dcha. - 28004 Madrid  
Tels.: 915 24 07 15 - 915 24 04 71  
Fax: 915 23 56 70  
E-mail: divon@divon.es

Indicación a distancia de NIVEL, TEMPERATURA Y ALARMAS. Presión directa, "de burbuja" KOCKUM SONICS.

### 6.3 Sistema de ventilación, calefacción y aire acondicionado



NOSKE-KAESER

C/ Príncipe de Vergara 86  
28006 Madrid  
Tel.: 91 411 38 61 / 608 72 42 72  
Fax: 91 562 14 48  
E-mail: alfar@alfaenergia.com

Aire acondicionado y ventilación

### 6.6 Sistemas de detección y extinción de incendios

### UNITOR

Servicios navales S.A.

Ed. F.L. Smidth - Ctra. La Coruña, Km 17,8 - 28230 Las Rozas (Madrid)  
Tel.: 91 636 01 88  
Fax: 91 637 19 98

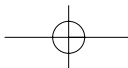
Equipo contraincendios fijo y portátil a bordo. Revisiones reglamentarias homologadas internacionalmente.



NOSKE-KAESER

C/ Príncipe de Vergara 86  
28006 Madrid  
Tel.: 91 411 38 61 / 608 72 42 72  
Fax: 91 562 14 48  
E-mail: alfar@alfaenergia.com

Detección y extinción de incendios



## 6.8 Equipos de generación de agua dulce

**ALFA ENERGIA, S.L.**  
DESAL GMBH

C/ Príncipe de Vergara 86  
28006 Madrid  
Tel.: 91 411 38 61 / 608 72 42 72  
Fax: 91 562 14 48  
E-mail: alfar@alfaenergia.com

**Generadores de agua dulce**

**MARNORTE** *El Puerto*

CONSTRUCCIONES ELECTROMECANICAS, S.L.  
c/ Ingeniero Ruiz de la Cuesta, nº 33 - 35  
Pol. Ind. Las Salinas de Levante  
11500 El Pto. de Santa maría (Cádiz) SPAIN  
Telf.: +(34) 95 654 27 79 - Fax: +(34) 95 654 15 28  
E-mail: marnorte@marnorte.com  
Web: www. marnorte.com

**Especialistas en fabricación de generadores de agua dulce para buques. Programa de fabricación desde 0,7 m³/ día hasta 160 m³/ día. Otras capacidades a petición.**

## 6.11 Sistemas de control de la contaminación del medio ambiente, tratamiento de residuos

**DIVÓN** *El Puerto*

AENOR  
Empresa Registrada

DIVON, S.L.  
C/ Almirante, 15 - 1.º Dcha. - 28004 Madrid  
Tels.: 915 24 07 15 - 915 24 04 71  
Fax: 915 23 56 70  
E-mail: divonmar@ies.es

**Analizadores de gases de escape. Registradoras de NOx y SOx, según MARPOL 73/78 Anejo VI, de ENVIRO TECHNOLOGY (ET MARINE).**

## 6.14 Planta Hidráulica

**Pemar S.A.**

Alfonso Gómez, 25 - 28037 MADRID  
Tel.: 91 754 14 12  
Fax: 91 754 54 04

**Más de 1.000 pesqueros avalan nuestras transmisiones hidráulicas, embragues, amplidores, etc.**

## 7 EQUIPOS DE CUBIERTA

**TECNICAS HIDRAULICAS MARCO**

Aritz Bidea, 65 - 48100 Mungüia (Vizcaya)  
Tel.: +34 94 674 05 00 - Fax: +34 94 674 49 10  
E-mail: webmaster@tecnicashidraulicas.com  
www.tecnicashidraulicas.com

Sistema de pesca para atuneros  
Equipos de cubierta  
Molinetes, chigres, cabrestantes  
Hélices transversales  
Grúas marinas  
Bombas de pescado

## 7.1 Equipos de fondeo y amarre

**SERVO SHIP, S.L.**

Avda. Cataluña, 35-37 bloque 4, 1º Izquierda  
50014 Zaragoza (España)  
Tel.: 976 29 80 39 / 82 59 - Fax: 976 29 21 34

**Molinetes. Chigres. Cabrestantes.**

**HATLAPA MARINE EQUIPMENT**

Representación en Madrid  
Tel.: 91 383 15 77 - Fax: 91 383 15 77  
HATLAPA Alemania  
Tel.: 00 49 41227110  
Fax: 00 49 412 2711104  
Web: http://www.hatlapa.de

**Molinetes. Chigres. Cabrestantes.**

**RTRILLO**  
Cadenas y Anclas, S.L.

Camino de la Grela al Martinete, s/n -  
Pol. Industrial "La Grela Bens"  
15008 A Coruña  
Tlf.: 981 17 34 78 Fax 981 29 87 05  
Web: http://www.rtrillo.com E-mail: info@rtrillo.com

**Anclas y cadenas para buques Estachas y cables**

**GRAN STOCK PERMANENTE**

## 7.4 Equipos de salvamento (botes, pescantes, balsas salvavidas)

**SERVO SHIP, S.L.**

Avda. Cataluña, 35-37 bloque 4, 1º Izquierda  
50014 Zaragoza (España)  
Tel.: 976 29 80 39 / 82 59 - Fax: 976 29 21 34

**Sistemas de evacuación. Pescantes de botes.**

## 8 ESTABILIZACIÓN, GOBIERNO Y MANIOBRA

### 8.2 Timón, Servomotor

**SERVO SHIP, S.L.**

Avda. Cataluña, 35-37 bloque 4, 1º Izquierda  
50014 Zaragoza (España)  
Tel.: 976 29 80 39 / 82 59 - Fax: 976 29 21 34

**Servotimones.**

**HATLAPA MARINE EQUIPMENT**

Representación en Madrid  
Tel.: 91 383 15 77 - Fax: 91 383 15 77  
HATLAPA Alemania  
Tel.: 00 49 41227110  
Fax: 00 49 412 2711104  
Web: http://www.hatlapa.de

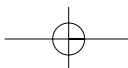
**Servotimones: de cilindros y rotativos**

### 8.3 Hélices transversales de maniobra

**SERVO SHIP, S.L.**

Avda. Cataluña, 35-37 bloque 4, 1º Izquierda  
50014 Zaragoza (España)  
Tel.: 976 29 80 39 / 82 59 - Fax: 976 29 21 34

**Hélices de maniobra.**





**9 EQUIPAMIENTO Y HABILITACIÓN**

**9.3 Puertas, portillos, ventanas, limpiaparabrisas, vistaclaras**

 **SCHOENROCK HYDRAULIK MARINE SYSTEMS GMBH**  
ALEMANIA

PUERTAS HIDRAULICAS DE CORREDERA ESTANCAS AL AGUA  
Javier López-Alonso  
Avda. San Luis 166 - 8ºE / 28033 - Madrid  
Tel. /Fax: 91 - 383 15 77  
Web: <http://www.schoenrock-hydraulik.com>

**Buques de pasajeros, de carga, atuneros, supply vessels, plataformas de perforación, etc. Homologadas por todas las Sociedades de Clasificación/ SOLAS**

 **LA AUXILIAR NAVAL**

Gabriel Aresti, 2 - 48940 LEIOA (VIZCAYA)  
Tels.: 94 463 68 00 - 94 463 69 11 - Fax: 94 463 44 75  
E-mail: [lauxiliarnaval@infonegocio.com](mailto:lauxiliarnaval@infonegocio.com)

**Fabricación de ventanas, portillos, limpiaparabrisas y vistaclaras para todo tipo de buques**

 **DIVÓN**  **ER**  
Empresa Registrada

DIVON, S.L.  
C/ Almirante, 15 - 1.º Dcha. - 28004 Madrid  
Tels.: 915 24 07 15 - 915 24 04 71  
Fax: 915 23 56 70  
E-mail: [divon@divon.es](mailto:divon@divon.es)

**Limpiaparabrisas barrido recto, pantógrafo pendular de SPEICH.  
Vistaclaras de IVER C. WEILBACH.**

**9.5 Recubrimientos, pintura. Tratamiento de superficies**

**GAREPLASA** 

Pol. Pocomaco, D-31 - 15190 Mesoiro (La Coruña)  
Tel.: 981 29 73 01 - Fax: 981 13 30 76

**Plastificado superficies metálicas (Rilsán, Poliester). Bombas de agua. Carcasas y tapas de enfriadoras. Carcasas de generadores de agua. Filtros. Maquinaria procesado de pescado**

**JOTUN IBERICA, S.A.** 

Polígono Santa Rita - C/ Estática, 3  
08755 CASTELLBISBAL - Barcelona  
Tel.: 93 771 18 00 - Fax: 93 771 18 01  
E-mail: [iberica@jotun.es](mailto:iberica@jotun.es)

**Pinturas de alta tecnología para la protección de superficies. Antifoulings auto-pulimentables para 60 meses de navegación. Epoxy alto espesor para superficies tratadas deficientemente (surface tolerant).**

 **dismopin**  **SANTIAGO**  
PINTURAS DE CALIDAD

PINTURAS SANTIAGO S.L.  
Avda. del Puerto 328. 46024 Valencia  
Telf.: 96 330 02 03/00 - Fax: 96 330 02 01

**Pinturas de calidad:  
Marinas, Industriales, Decoración, Náutica, Deportiva,  
25.000 colores.**

**International.**  **AKZO NOBEL**

**Akzo Nobel Industrial Paints, S.L.**

Pol. Industrial Can Prunera - 08759 Vallirana (Barcelona)  
Telf.: 93 680 69 00  
Fax: 93 680 69 36

**Lider Mundial en Pinturas Marinas de Alta Tecnología. Para construir o reparar cualquier zona del buque. En cualquier parte del mundo**

 **PINTURAS HEMPEL, S.A.**

Ctra. De Sentmenat, 108 - 08213 Polinya (BARCELONA)  
Tel.: 93 713 00 00  
Fax: 93 713 03 68

**Pinturas marinas de alta tecnología para todo tipo de necesidades.**

**9.6 Protección catódica**

 **CINGAL**

Rúa Tomada, 46 Navia 36212 Vigo (PONTEVEDRA)  
Tel.: 986 24 03 37 - Fax: 986 24 18 35  
E-mail: [cingal@cingal.net](mailto:cingal@cingal.net) - <http://www.cingal.net>

**Protección catódica  
Anodos de sacrificio aleación de Zinc  
Suministros navales**

**irazinc s.l.** 

C/ Erandiondo, 14 - La Campa 48950 Erandio (Vizcaya)  
Tel.: 94 453 15 47 - Fax: 94 471 03 10  
E-mail: [irazinc@irazinc.com](mailto:irazinc@irazinc.com) - Web: [www.irazinc.com](http://www.irazinc.com)

**Ánodos de zinc de protección catódica marca "son"**

**9.13 Habilitación, llave en mano**

 **ALFA ENERGIA, S.L.**

C/ Príncipe de Vergara 86  
28006 Madrid  
Tel.: 91 411 38 61 / 608 72 42 72  
Fax: 91 562 14 48  
E-mail: [alfaro@alfaenergia.com](mailto:alfaro@alfaenergia.com)

Rheinhold & Mahla.  
Habilitación Naval

**Habilitación naval. Módulos de aseo**

 **GONSUSA**  
M. GONZÁLEZ SUAREZ S.A.

Rua Iglesia, 29 - Bembrive - 36313 Vigo (Pontevedra)  
Tel.: 986 42 45 60 - Fax: 986 42 49 55  
E-mail: [produccion@gonsusa.es](mailto:produccion@gonsusa.es)

**Habilitacion "Llave en mano". Suministro de elementos de habilitación.**

 **NSL** 

**N.S.LOURDES, s.l.**

Polígono Río San Pedro, 26/28 - 11519 Puerto Real (CÁDIZ)  
Tel.: 956 47 82 64 - 47 83 43 Fax.: 956 47 82 79  
E-mail: [nsl@nslourdes.es](mailto:nsl@nslourdes.es) Web: [www.nslourdes.es](http://www.nslourdes.es)

**Habilitación "Llave en mano". Suministro de mobiliario y elementos de habilitación para buques y hoteles.**

**10 PESCA**

**10.5 Embarcaciones auxiliares**

**TALLERES LÓPEZ VILAR, S.L.**

Polígono A Tomada parcela nº 62  
15940 Pobra de Caramiñal (A Coruña)  
Tel.: 981 870 758 - Fax: 981 870 762  
e-mail: speed-boats@tallereslopezvilare.e.telefonica.net

Speed-Boats para atuneros. Respetos YAN-MAR y CASTOLDI. Reparaciones.



Aritz Bidea, 65 - 48100 Mungüía (Vizcaya)  
Tel.: +34 94 674 05 00 - Fax: +34 94 674 49 10  
E-mail: webmaster@tecnicashidraulicas.com  
www.tecnicashidraulicas.com

- Sistema de pesca para atuneros
- Equipos de cubierta
- Molinetes, chigres, cabrestantes
- Hélices transversales
- Grúas marinas
- Bombas de pescado

**12 EMPRESAS DE INGENIERÍA Y SERVICIOS**

**12.1 Oficinas técnicas**

**INGENIERIA Y SERVICIOS TECNOR, S.L.**  
INGENIEROS CONSULTORES

Juana de Vega, 29-31, 6º B  
15004-La Coruña - Spain  
P.O. BOX 374  
FAX: 981 22 58 24  
TEL.: 981 22 13 04 / 981 22 17 07  
E-MAIL: istecnor@istecnor.com  
WEB: www.istecnor.com

I.S.TECNOR, S.L. es una Sociedad de Ingeniería que tiene como objetivo principal la ejecución de todo tipo de estudios, proyectos, inspecciones y asesoramientos técnico-económicos relacionados fundamentalmente con el campo de la Ingeniería Naval y Oceánica.

- \* Proyectos y cálculos de Arquitectura Naval. Buque Intacto y Después de Averías, Probabilístico y Determinístico.
- \* Planos de Desarrollo. CAD/CAM.
- \* Alisado y procesos productivos. Nesting.
- \* RORO'S, FERRIES, PASAJE, PESCA, MERCANTES, OFFSHORE.
- \* Inspecciones a bordo.

**Cintranaval-Defcar, S.L.**  
Proyecto de buques  
Software CAD/CAM

Bilbao. Lauroeta Etorbidea, 4 - 48180 Loiu (Vizcaya)  
info@cintranaval-defcar.com  
www.cintranaval-defcar.com

**F. CARCELLER**  
Ingenieros Navales- Consultores

Montero Ríos 30, 1º - 36201 Vigo (Pontevedra)  
Tel.: 986 430560 Fax.: 986 430785  
e-mail: fcarceller@carceller.com

- Proyectos
- Arbitrajes
- Valoraciones
- Direcciones de obra

**a.i.i.**  
Apoyo Logístico Integrado, S.L.

C/. General Pardiñas, nº 34 - 1.º - 7.ª  
28001 Madrid  
Tfno./Fax: +34 91 431 92 61  
E-mail: ali@alisl.com

INGENIERIA NAVAL / INFORMATICA

- Documentación Técnica.
- Planificación de Mantenimiento.
- ICMP, PMS, PIDAS, TML.
- Análisis y Optimización del Ciclo de Vida.
- Sistemas de Gestión de Recursos del Mantenimiento.

**ISONAVAL**  
INGENIEROS NAVALES  
NAVAL ARCHITECTS

PASEO JUAN DE BORBÓN, 92 4ª PLANTA  
08003 BARCELONA

tel:+34 93 221 21 66  
fax:+34 93 221 10 47  
email: info@isonaval.net

- Oficina Técnica de Ingeniería Naval
- Proyectos de nueva construcción
- Proyectos de modificaciones
- Cálculos de Arquitectura Naval
- Homologaciones
- Peritaciones

**itp** INNOVACIONES TECNOLOGICAS PESQUERAS S.L.

C/ Jacometrezo, 4, 6.º - 3.ª  
28013 Madrid  
Tel.: 91 521 53 91  
Fax: 91 531 81 27

Oficina Técnica de INGENIERÍA Y DESARROLLO

**GESTENAVAL S.L.**  
Ingeniería y Consultoría Naval

Méndez Núñez, 35 - 1º - 36600 Vilagarcía de Arousa  
Tel.: 986 50 84 36 / 50 51 99 - Fax: 986 50 74 32  
E-mail: info@gestenaival.com  
Web: www.gestenaival.com

Ingeniería naval, consultoría pesquera y de acuicultura. Yates y embarcaciones de recreo. Patrulleras. Buques de pesca y auxiliares. Dragas. Remolcadores, etc.

**OLIVER DESIGN**

Estrada Diliz, 33 - 48990 Gebro (VIZCAYA)  
Tel.: 94 491 10 81 / 491 40 54 - Fax: 94 460 82 05  
E-mail: oliver@oliverdesign.es - http://www.oliverdesign.es

Diseño conceptual. Diseño de Interiores. Desarrollo de proyectos. Habilitación naval.

INGENIERIA NAVAL  
DISEÑO DE YATES

**NautaTec**

C/ Arquitecto Gaudí 11, Bajo Exterior, 28016 MADRID  
Tel.: 91 359 17 54  
Fax: 91 359 33 49  
Móvil: 629 25 46 46  
E-mail: nautatec@nautatec.com  
Web site: www.nautatec.com

Proyecto de yates a vela y motor. Modificaciones. Composites. Lanchas rápidas y embarcaciones especiales. I+D. MAXSURF/HIDROMAX - software de arquitectura naval.

**Tsi**  
TECNICAS Y SERVICIOS DE INGENIERIA, S.L.

- Pruebas de Mar: Medidas de Potencia, Vibraciones y Ruidos.
- Predicción de Vibraciones y Ruidos. (Fases de Proyecto y Construcción).
- Análisis Dinámico: Analítico (E.F) y Experimental (A. Modal)
- Mantenimiento Predictivo de Averías (Mto. según condición): Servicios, Equipamiento y Formación.
- Sistemas de Monitorización de Vibraciones: Suministro "llave en mano". Representación DYMACH (SKF)-VIBRO-METER.
- Consultores de Averías: Diagnóstico y Recomendaciones. Arbitrajes

¡MAS DE 25 AÑOS DE EXPERIENCIA NOS AVALAN!

EDIFICIO PYOMAR, Avda. Pío XII, 44, Torre 2, bajo Ida - 28016 MADRID  
Tel.: +34 91 345 97 30 - Fax: + 34 91 345 81 51  
E-mail: tsi@tsisl.es / www.tsisl.es



c/ BOLIVIA, 5 - 28016 MADRID  
 Tel.: + 34 91 458 51 19 / Fax: + 34 91 344 15 65  
 E-mail: seaplace@seaplace.es / shippl@idecnet.com  
 web: www.seaplace.es

**INGENIERÍA NAVAL Y OFFSHORE**

Ingeniería Conceptual y de Aprobación: Buques y Unidades Offshore  
 Ingeniería de detalle: Acero y Armamento  
 Gestión de Compras  
 Integración en Equipos de Proyecto  
 Estudios Especiales: Seguridad, Transportes, Fondeos, Ensayos, Elementos Finitos.  
 Herramientas: FORAN/AUTOCAD 2000/ANSYS/MOORSREAD



**FRANCISCO LASA S.L.**  
 OFICINA TECNICA NAVAL

Avda. Pasajes de San Pedro, 41 - 20017 San Sebastián  
 Tel.: 943 39 05 04  
 Fax: 943 40 11 52  
 E-mail: grupolasa@yahoo.es

**Proyectamos todo tipo de buques desde hace más de 50 años. Expertos en buques pesqueros en todas sus modalidades. Especialistas en reformas y homologaciones.**

**"CNV Naval Architects"**

*Consultores e Ingenieros Navales  
 Naval Architects & Marine Consultants*

Príncipe, 42, 3º B - 36202 VIGO - SPAIN  
 Tel: +34 986 44 24 05  
 Fax +34 986 44 24 06  
 E-Mail: Vigo-Spain@cnvnaval.es  
 Web.cnvnaval.es



**12.6 Empresas de servicios**



Cm. Romeu, 45. 36213 VIGO  
 Tel.: 986 29 46 23 - Fax: 986 20 97 87  
 E-mail: halfaro@halfaro.com - www.halfaro.com

**Rectificados in situ de muñequillas de cigüeñal  
 Alineado y mecanizado de bancadas  
 Mecanizado in situ de asientos sistema Voith  
 Mecanizados líneas de ejes  
 Mandrinado encasquillado bloques de motor**

**PREMENASA**  
 PRECISION MECANICA NAVAL, S. A.  
**TURBOS**

C/ Luis I, 23 y 26 Pol. Ind. de Vallecas - 28031 Madrid  
 Tel.: 91 778 12 62 / 13 11 / 13 63 - Fax: 91 778 12 85  
 E-mail: turbos@premenasa.es  
 Web: www.premenasa.es

**Mantenimiento, reparación y repuestos de todo tipo de turbocompresores de sobrealimentación.**

**BAU PRESS** Agencia Gestora de Medios, S.L.

Corazón de María, 25 1º A 28002 Madrid  
 Tel: 91 510 20 59 Fax: 91 510 22 79

**Publicidad, Catálogos, Ferias, Congresos, Libros, etc.**



Edificio Udondo, Ribera de Axpe, 50 - 48950 Erandio (Vizcaya)  
 Tel.: 94 480 07 53 - Fax: 94 480 05 59 - www.sintemar.com

**Anclaje de maquinaria con resinas "Chockfast"  
 Montaje y Alineación Láser de líneas de ejes  
 Resinas "Devcon" y pavimentos "Maxit / Optiroc"  
 Cojinetes sintéticos y metálicos-goma para bocinas y timones  
 Cintas "Nospray" y productos "Insulmastic"**



**CANAL NAVAL S. L.**

www.canalnaval.tv  
 canalnaval@gmail.com  
 619620225 / 619620226

**Televisión Interactiva por Internet,  
 Promociones publicitarias, Diseño,  
 Desarrollo de Software**

**13 ASTILLEROS**



**REPNAVAL**

Reparaciones  
 Navales Canarias, S.A.

C/ Compañía Trasatlántica, s/n. Dársena exterior, Puerto de Las Palmas  
 Apdo. 2045 35008 Las Palmas de Gran Canaria  
 Tel.: 928 46 61 68 - Fax: 928 46 61 77  
 E-mail: repnaval@repnaval.com - http://www.repnaval.com

**- 2 varaderos de 3200 tn y 130 m.  
 - 2 varaderos de 2500 tn y 110 m.  
 - 1 varadero de 1200 tn y 110 m.**

# INGENIERIA NAVAL

Editada por la  
ASOCIACIÓN DE INGENIEROS NAVALES Y OCEÁNICOS DE ESPAÑA  
*Edited by Spanish Association of Naval Architects and Marine Engineers.*

## BOLETIN DE SUSCRIPCIÓN

Nombre y apellidos / <i>Name:</i>		
Empresa / <i>Company:</i>	Cargo / <i>Employment:</i>	
Dirección / <i>Address:</i>		
Código Postal / <i>Postal ZIP:</i>	Ciudad / <i>City</i>	
Provincia:	País / <i>Country:</i>	
NIF/CIF:	Tel:	Fax:
Actividad Profesional / <i>Professional Activity:</i>		

### PRECIOS / *PRICES* (2007) (IVA Incluido/*VAT included*)

Suscripción Anual España:	70,00 €
Suscripción Portugal:	100,00 €
Suscripción Europa:	115,00 €
Suscripción Resto del Mundo:	138,00 €
Suscripción Estudiantes (España):	35,00 €
Suscripción Estudiantes (Resto del mundo):	95,00 €

### FORMA DE PAGO

Ponga una X en lo que corresponda / *Select the correct mode:*

- Cheque nominativo en favor de la Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España (AINE)
- Transferencia a la c.c. N° 2090/0294/34/0040038237 a nombre de AINE-RIN en la CAM C/Núñez de Balboa, 65 (28001) Madrid
- VISA \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
Fecha de caducidad: \_\_\_\_\_

Firma:

**Revista Ingeniería Naval**  
C/ Castelló, 66. 6°  
28001 Madrid ESPAÑA

**Tel: +34 91 578 43 83**  
**Fax: +34 91 781 25 10**  
**E-mail: rin@iies.es**



## COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS NAVALES Y OCEÁNICOS FONDO EDITORIAL DE INGENIERÍA NAVAL (FEIN)

### LIBROS EDITADOS OBRAS Y AUTORES

**Euros\***

<p>• <b>BREVE HISTORIA DE LA NAVEGACIÓN Y EL COMERCIO MARÍTIMO DESDE LA ANTIGÜEDAD HASTA NUESTROS DÍAS</b> <i>Autor:</i> Cecilio Sanz (2003)</p>	<p><del>15,00</del> Oferta</p>
<p>• <b>CONSTRUCCIÓN DE BUQUES DE PESCA EN POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO</b> <i>Autor:</i> Jorge Tegedor del Valle (AINE 2001)</p>	<p>18,00</p>
<p>• <b>CURSO DE DIBUJO TÉCNICO</b> <i>Autor:</i> José Luis Hernanz Blanco (1980)</p>	<p>27,05</p>
<p>• <b>DE LA INVENCIBLE A GUADALCANAL</b> <i>Autor:</i> Álvaro Akerman Trecu, Alvaro González de Aledo (1999)</p>	<p>48,09</p>
<p>• <b>DETAILED DESIGN OF SHIP PROPELLERS</b> <i>Autores:</i> Gonzalo Pérez Gómez y Juan González-Adalid García-Zozaya (1998)</p>	<p>63,11</p>
<p>• <b>EL BUQUE DE GUERRA COMO APLICACIÓN MÁS AVANZADA DE LA TECNOLOGÍA NAVAL</b> <i>Autor:</i> Enrique Casanova Rivas (1996)</p>	<p>30,06</p>
<p>• <b>EL PROYECTO BÁSICO DEL BUQUE MERCANTE</b> <i>Autores:</i> Ricardo Alvariño Castro, Juan José Azpiroz Azpiroz y Manuel Meizoso Fernández (1996)</p>	<p>48,09</p>
<p>• <b>EVOLUCIÓN DE LA PROPULSIÓN NAVAL MECÁNICA</b> <i>Autor:</i> Luis de Mazarredo y Beutel (1992)</p>	<p><del>24,05</del> Oferta</p>
<p>• <b>FUNDAMENTOS DE PESCA</b> <i>Autores:</i> Luis Santos Rodríguez y José F. Núñez Basañez (1994)</p>	<p>42,08</p>
<p>• <b>LA FLOTA ESPAÑOLA DE BUQUES 2000. PUERTOS ESPAÑOLES</b> <i>Autor:</i> Asociación de Ingenieros Navales y Oceanicos de España (AINE 2000)</p>	<p>54,10</p>
<p>• <b>LAS TENSIONES TANGENCIALES EN LA FLEXIÓN</b> <i>Autor:</i> José Mª Sáez de Benito Espada (1983)</p>	<p>27,05</p>
<p>• <b>MATERIALES COMPUESTOS. TECNOLOGÍA DE LOS PLÁSTICOS REFORZADOS</b> <i>Autor:</i> José Luis González Díez (1995)</p>	<p>30,06</p>
<p>• <b>MÁQUINAS Y ACCIONAMIENTOS ELÉCTRICOS</b> <i>Autor:</i> Roberto Faure Benito (2000)</p>	<p>45,08</p>
<p>• <b>REPRESENTACIÓN DE CURVAS Y SUPERFICIES. GEOMETRÍA DESCRIPTIVA</b> <i>Autor:</i> Víctor Villoria San Miguel (1992)</p>	<p><del>30,06</del> Oferta</p>
<p>• <b>TEORÍA ELEMENTAL DE ADAPTADO DEL MOTOR DIESEL DE DOS TIEMPOS</b> <i>Autores:</i> Luis Asenjo Ajamil y Álvaro Zurita Sáenz de Navarrete (1990)</p>	<p>18,04</p>
<p>• <b>TRÁFICO MARÍTIMO</b> <i>Autor:</i> Javier Pinacho y Bolaño-Rivadeneira (1996)</p>	<p><del>30,06</del> Oferta</p>

\* En los precios no están incluidos los gastos de envío

**Ofertas:**

**Paquete 1: (20 Euros)**

Breve historia de la navegación y el comercio marítimo desde la antigüedad hasta nuestros días + Evolución de la propulsión naval mecánica

Regalo: Navegación Fluvial. Posibilidades de navegación de la Red Fluvial española (Hasta fin de existencias)

**Paquete 2: (20 Euros)**

Tráfico Marítimo

Regalo: Navegación Fluvial. Posibilidades de navegación de la Red Fluvial española (Hasta fin de existencias)

**Paquete 3: (15 Euros)**

Representación de Curvas y Superficies. Geometría Descriptiva

Regalo: Navegación Fluvial. Posibilidades de navegación de la Red Fluvial española (Hasta fin de existencias)

**Pedidos a:**

C/Castelló, 66 - 6º (28001) MADRID

Tel: 91 575 10 24 - Fax: 91 577 16 79

e-mail: coin@iies.es

http://www.ingenierosnavales.com

Nombre y Apellidos \_\_\_\_\_ CIF \_\_\_\_\_

Dirección \_\_\_\_\_ Provincia \_\_\_\_\_ País \_\_\_\_\_

Teléfono \_\_\_\_\_ Correo electrónico \_\_\_\_\_ Empresa \_\_\_\_\_

**Forma de pago (marque con una X):**

Cheque nominativo o Efectivo

Contra Reembolso (Sólo España)

VISA \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Fecha de caducidad: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

# INGENIERIA NAVAL

## PROGRAMA EDITORIAL 2007

### EDITORIAL PROGRAM 2007

<b>ENERO</b> <i>JANUARY</i>	<b>Propulsión. Motores, reductores, líneas de ejes, hélices</b> Combustibles y lubricantes	<i>Propulsion. Engines, reduction gears, shaft lines, propellers</i> Fuels and lubricants
<b>FEBRERO</b> <i>FEBRUARY</i>	<b>Reparaciones y Transformaciones. Mantenimiento. Astilleros de reparación</b> Pinturas y protección de superficies.	<i>Repairs &amp; Conversions. Maintenance. Repair yards</i> Paints and surfaces protection.
<b>MARZO</b> <i>MARCH</i>	<b>Pesca. Acuicultura. Maquinillas de Pesca. Plantas frigoríficas</b>	<i>Fishing. Aquiculture. Winches. Refrigerating plants</i>
<b>ABRIL</b> <i>APRIL</i>	<b>Seguridad marítima, Normativa, Sistemas de seguridad y salvamento del buque.</b> Flota de remolcadores. Avance Feria de Burela y Exporápita	<i>Maritime Security, Regulations, Safety and Rescue Systems.</i> <i>Tugboats fleet. Burela &amp; Exporápita</i> Advance
<b>MAYO</b> <i>MAY</i>	<b>Industria auxiliar. Maquinaria auxiliar de cámara de máquinas, casco y cubierta. Gobierno y maniobra</b> Norshipping	<i>Auxiliary Industry. Engine room, hull and deck auxiliary machinery. Steering and manoeuvre</i> Norshipping
<b>JUNIO</b> <i>JUNE</i>	<b>Construcción naval. Cartera de pedidos, botaduras y entregas</b>	<i>Shipbuilding. Orderbook, launching and delivered</i>
<b>JULIO-AGOSTO</b> <i>JULY-AUGUST</i>	<b>Sociedades de clasificación. Ingeniería. Offshore. Formación. Energías renovables y Medio ambiente</b> Recursos marinos. 32 <sup>a</sup> Copa América	<i>Classification Societies. Engineering. Offshore. Training. Renewable energy and Environment</i> <i>Marine resources. 32<sup>nd</sup> America's Cup</i>
<b>SEPTIEMBRE</b> <i>SEPTEMBER</i>	<b>Marina Mercante. Puertos</b> Habilitación. Ferries. Cruceros	<i>Merchant navy. Ports</i> Accommodation. Ferries. Cruise Ships
<b>OCTUBRE</b> <i>OCTOBER</i>	<b>Electrónica y Automación naval. I+D+i Buques de Guerra. Náutica. Barcos de Vigilancia, Salvamento y Lucha</b> Anticontaminación Avance Salón Náutico de Barcelona	<i>Shipping Electronics and Automation. R &amp; D &amp; i. Warships. Pleasure crafts. Surveillance, Rescue and Antipollution ships</i> <i>Barcelona Show Advance</i>
<b>NOVIEMBRE</b> <i>NOVEMBER</i>	<b>Arrastreros. Atuneros. Otros Buques</b> Pesqueros	<i>Trawlers. Tuna fishing ships. Others Fishing Ships</i>
<b>DICIEMBRE</b> <i>DECEMBER</i>	<b>Resumen de Actividades del Sector Naval</b> año 2007	<i>Maritime Activities Summary 2007</i>

*Cada Número contiene además: Artículos técnicos. Descripciones de buques entregados. Actualidad del sector. Noticias nacionales e internacionales. Novedades de equipos. Artículos sobre legislación, economía, fiscalidad y normativa. Relatos. Historia. Contratos de buques. Publicaciones. Agenda.*

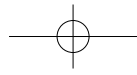
*Each issue has also: Technical Articles. Delivered ships descriptions. Sector reports. International and National news. Equipment novelties. Articles about legislation, economy, taxes and regulations. Stories. History. Ship contracts. Books. Agenda.*

# JUNTOS CONSTRUIMOS FUTURO

VISITA TU NUEVO PORTAL PROFESIONAL  
[www.ingenierosnavales.com](http://www.ingenierosnavales.com)



Ingenieros Navales y  
Oceánicos de España



En tu profesión no existe el riesgo



Especialistas en Soluciones Aseguradoras para Colegios Profesionales.

Seguros

+ Responsabilidad Civil

+ Incapacidad Temporal

+ Salud

+ Vida

+ Accidentes

Cada vez se reciben más reclamaciones en el ejercicio profesional como abogado, médico, ingeniero, notario, economista, gestor, etc. Sin embargo, para nuestros clientes no existe el riesgo.

Aon Services es la consultoría de riesgos y correduría de seguros con mayor experiencia en desarrollar soluciones especializadas para riesgos profesionales.

Actualmente, más de 200 Colegios Profesionales y 200.000 colegiados asegurados confían en nosotros. Somos los mayores especialistas en Responsabilidad Civil Profesional.

Llámenos al 902 20 88 20 y le informaremos.

Aon Services



Aon, líder en España en consultoría de riesgos y correduría de seguros desde 1929

Aon Services: Mejía Lequerica 8 • 28004 Madrid • tel.: 902 15 78 74 • www.aon.es

Global y Control Services Correduría de Seguros, S.A.U. Inscrita en el Rº Mercantil de Madrid, Hoja M-12303, Tomo 12.682, Folio 221, N.I.F. A-28007797. Inscrita en el Registro Especial de Sociedades de Correduría de Seguros de la DGS con la clave J-994. Capacidad financiera y Seguro de Responsabilidad Civil concertado según lo previsto en la Ley 26/2006, de 17 de Julio.

