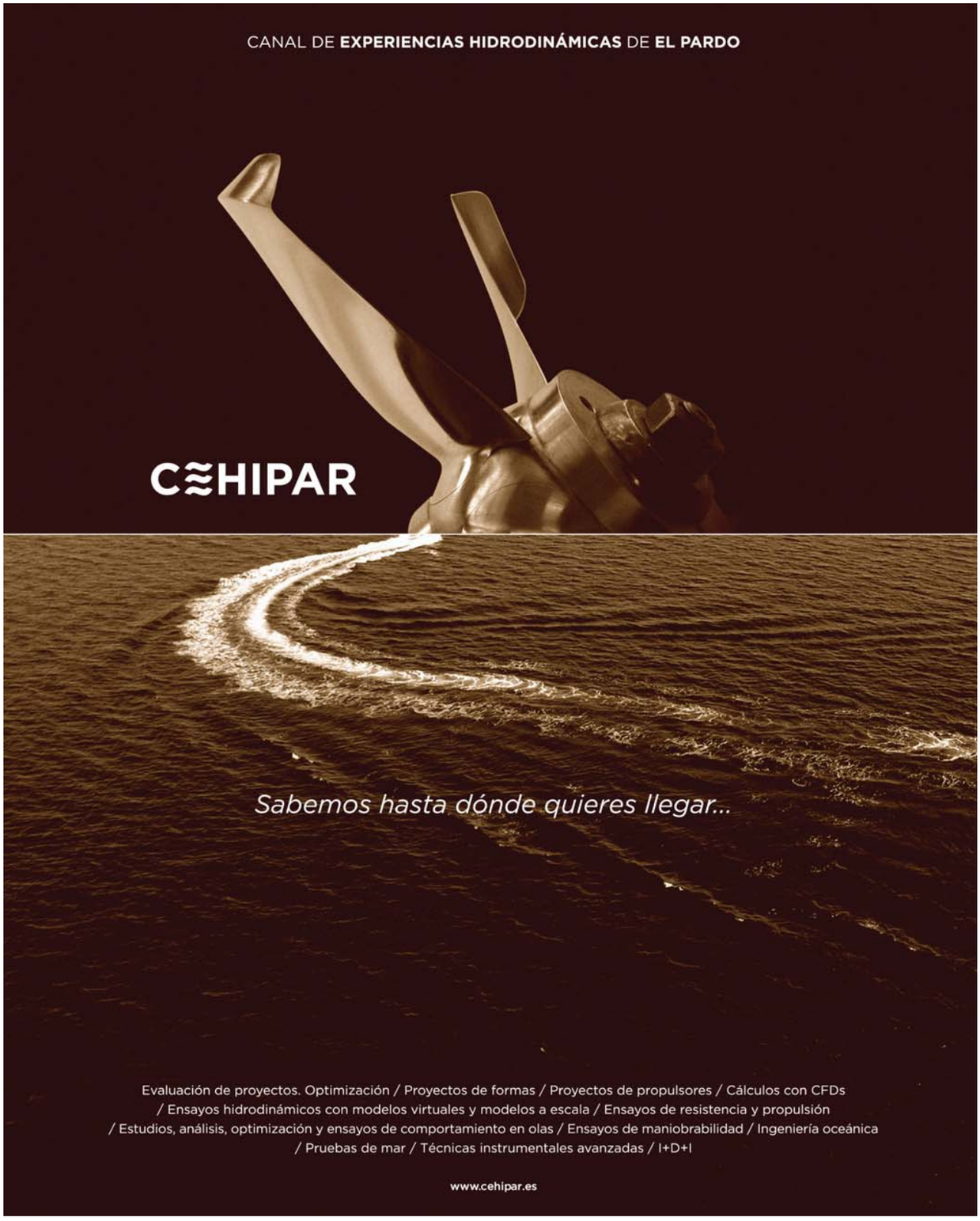
PORTADA 22/6/06 18:08 Página 1

junio 2006

año LXXV • nº 838

# INGENIERIA NAVAL

junio 2006




construcción naval

INGENIERIA NAVAL nº 838

INTERIOR DE PORTADA 22/6/06 18:07 Página 1

# 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)

# SOLUCIONES INTEGRADAS EN ARQUITECTURAS DE CONTROL DE BUQUE PARA MANTENIMIENTO PREDICTIVO

*La familia XM ofrece una amplia gama de dispositivos para adquisición de datos en línea de naturaleza múltiple: Análisis de Vibración, Lectura de posición axial, Variables de proceso. Todos ellos disponen de comunicaciones integradas que permiten una fácil conectividad al sistema de control de buque existente.*

LISTEN.

*Su reducido tamaño y facilidad de integración en una arquitectura de control mediante la conexión a una red Ethernet existente, le convierten en la solución idónea para aplicaciones que requieran vigilancia y protección en línea .*

THINK.

*Una potente capa de software completa la solución aportando análisis de la información espectral, integración en IPMS de buque y visibilidad en tiempo real de la información para completar el diagnóstico anticipando el origen de la averia.*

SOLVE.SM

Módulo serie XM

*Rockwell Automation, S.A.*
*Doctor Trueta, 113-119*
*08005 Barcelona*
*Tel. 902 309 330*
*http://www.rockwellautomation.es/m_predictivo_marina*

ALLEN-BRADLEY • ROCKWELL SOFTWARE • DODGE • RELIANCE ELECTRIC

Rockwell Automation

Copyright © 2006 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

## 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 B&W Diesel – un miembro de Grupo MAN

MAN

MAN B&W Diesel, S.A.U., calle Pedro Teixeira, 8, 10ª Planta E-28020 Madrid – Tel. 34 (91) 411 14 98 – e-mail manbw-spain@es.manbw.com www.manbw.com

SUMARIO PAG. 5 21/6/06 13:22 Página 1

CEHIPAR

año LXXV • nº 838

# INGENIERIA NAVAL

junio 2006


**website / *website*** 6

**editorial / *editorial comment*** 7

**panorama de los sectores naval y marítimo / *shipping and shipbuilding news*** 9

**construcción naval / *shipbuilding*** 19

• La Construcción Naval española en 2005.

**economía / *economy*** 39

• La situación económica española. ¿Demasiado pronto para opinar?, por Álvaro González de Aledo Rittwagen.

**ingeniería / *engineering*** 43

**noticias / *news*** 45

• Proyecto de ampliación del Canal de Panamá, por Pablo Ruiz de Aguiar Díaz-Obregón.

**las empresas informan / *companies report*** 63

**nuestras instituciones / *our institutions*** 65

• Jornada Técnica: El renacimiento nuclear. Aplicaciones a buques y centrales. Exigencias del protocolo de Kioto, por Fernando Yllescas.
• Manuel Moreu Munaiz, elegido nuevo decano del Colegio

**nuestros mayores / *our elders*** 69

• Excursión a las Ciudades Imperiales: Budapest-Viena-Praga ( Crónica desde el autobús), por José María de Lossada.

**congresos / *congress*** 73

• Simposium Internacional sobre Diseño Marino, por Aurelio Gutiérrez Moreno.
• Conferencia Internacional Ro-Ro 2006 por Aurelio Gutiérrez Moreno.

**hace 50 años / *50 years ago*** 78

**artículos técnicos / technical articles** 79

• Un hito español en la propulsión naval. Rentabilidad de un amplio programa de I+D+i, por G. Pérez Gómez, M. Pérez Sobrino, J. González Adalid, A. García Gómez, J. Masip Hidalgo, R. Quereda Laviña, E. Minguito Cardeña y P. Beltrán Palomo.

**clasificados / *directory*** 115


**19**

La Construcción Naval española en 2005

**68**

Manuel Moreu Munaiz, elegido nuevo decano del Colegio

**79**

Un hito español en la propulsión naval. Rentabilidad de un amplio programa de I+D+i

**próximo número / *comming issue***

**sociedades de clasificación / *classification societies***
**ingeniería offshore / *engineering offshore***
**formación / *training***
**energías renovables y medio ambiente / *renewable energy and environment***

C. DEL DECANO PAG. 6 21/6/06 14:02 Página 1

## carta del decano

### Adiós

Hace ahora ocho años que me presenté a las elecciones de Decano del Colegio de Ingenieros Navales. Fui candidato único y, como tal, no votado. Igualmente pasó hace cuatro años, cuando inicié mi segundo mandato.

Parecería que un cargo para el que no hay competencia electoral no es un cargo interesante, atractivo o potencialmente útil y sin embargo creo que lo es en gran manera, lo ha sido para mí y creo que para muchos de los que somos ingenieros navales por vocación, por interés, y aunque sólo sea como simple profesión también ocurre así.

He pensado en escribiros a todos una carta de despedida resumiendo qué se ha hecho en estos últimos ocho años en que yo he podido servir al Colegio y a todos los que son ingenieros navales. He decidido no hacerlo; lo que está hecho así queda y lo que no, serán nuevos proyectos los que lo convertirán en realidad en los próximos años.

Tengo, al dejar mi puesto de decano, una sensación de insatisfacción por lo no conseguido, de culpa por lo mal hecho pero, sobre todo, un profundo agradecimiento por haber podido desempeñar un cargo y una representación que es para mí probablemente lo más importante que he hecho en mi vida.

Estoy seguro que he podido hacer más o en definitiva, esa es la función del cargo, haber ayudado a que otros pudieran hacer más, al no haberles impedido involuntaria pero causalmente, desarrollar nuevas ideas y proyectos útiles sin duda para nuestro colectivo.

Estoy seguro que he podido ser más ecuánime, más generoso en mis actuaciones y en mi relación con los Órganos de Gobierno.

Estoy seguro que he podido representar mejor el nombre del Colegio y al colectivo de ingenieros navales.

Estoy seguro que no he escuchado suficiente y no he estado abierto como debería a criterios y sugerencias y ello ha sido negativo para el Colegio y frustrante para quien ejercía su derecho de crítica y comentario.

Estoy seguro que he podido estar más cerca de todos vosotros y os he podido servir mejor.

Pero siendo el tiempo inexorable e imposible avanzar hacia atrás para rehacer lo no hecho o mal hecho, también estoy seguro de que he hecho lo que he sabido, lo que he podido, hasta el límite de mi capacidad, de mi voluntad y de mi inteligencia.

Por ello, con insatisfacción por lo no logrado y con satisfacción por la voluntad puesta en lograrlo, quiero deciros a todos: gracias por vuestra confianza, por vuestra crítica, por dejarme ser vuestro decano en estos últimos ocho años. Perdonad mis errores.

Hasta siempre. Adiós.

Joaquín Coello

## website

**http://www.ingenierosnavales.com/aine/SESIONES/index2.asp**

En la página web creada por la Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España, con motivo se sus próximas Sesiones Técnicas, "Un Sector Marítimo Dinámico e Innovador Clave para el Crecimiento de España", puede encontrarse información sobre el programa de las mismas como las autoridades asistentes y las mesas redondas que se van a celebrar (y quién va a formar parte de las mismas).

También puede encontrarse un pdf en el que está incluida la normativa para presentación de trabajos y qué aspectos de los mismos se tendrán en cuenta a la hora de premiarlos.

En la sección de Patrocinio las empresas interesadas pueden informarse de cómo colaborar con el evento.

Desde la página web puede realizarse directamente la

inscripción en las sesiones o puede descargarse un documento para enviarla en papel.

Además, la página contiene información sobre el lugar de celebración de las Sesiones (incluyendo un plano) e información sobre los alojamientos previstos para los asistentes.

año LXXV • N.º 838
**INGENIERIA NAVAL**
junio 2006

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 Pozas 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-Obregón

**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

EDITORIAL PAG. 7-8 21/6/06 13:24 Página 1



# Mejoramos algo, pero los demás mejoran más

El año 2005 mostró un cierto renacimiento de lo que queda de la industria de construcción naval española. La contratación de los astilleros españoles durante ese año triplicó aproximadamente, en toneladas de registro bruto compensadas, la que se había obtenido en cada uno de los dos años anteriores. En el primer cuatrimestre, según las informaciones de las publicaciones internacionales especializadas, los astilleros de nuevas construcciones de España habían conseguido una contratación del orden de 100.000 cgt, con lo que se alcanzaba una cartera de pedidos de 600.000 cgt, la más alta desde el año 2002. Con esta cifra se puede aproximar que el valor de esa cartera estará en el entorno de los 1.100 millones de dólares USA, valor que no se había alcanzado desde el año 2002.

En un escenario en el que los principales países europeos que continuaron defendiendo su industria, desde los años más negros de las disputas con los competidores asiáticos, han aumentado su participación internacional, justo cuando han llegado a su fin las ayudas directas en la EU, cabría preguntarse si en España estamos siguiendo esa estela o estamos quedándonos rezagados.

Se supone que España es un país marítimo. Lo es geográficamente. Habrá que tomar nota, también, de que España es un país periférico dentro de la UE. Lo es geográficamente. Lo que está por ver es si nos comportamos o tendemos a un comportamiento acorde con esos hechos que son incontrovertibles, y que lejos de ser negativos, presentan indudables oportunidades si uno admite, y además con orgullo, lo que es.

En Europa, Alemania, Italia, Polonia, Croacia, Finlandia, Dinamarca, Holanda, Noruega y Francia nos adelantan claramente en construcción naval. Los astilleros italianos cuadruplican nuestra cartera de pedidos de buques mercantes y los alemanes la sextuplican.

Paralelamente, esos mismos países presentan un crecimiento espectacular de sus flotas mercantes, especialmente Alemania que casi ha duplicado su flota en dos años alcanzando un máximo histórico de 9,7 millones de toneladas de registro bruto al final de 2005. En su conjunto, la flota mundial creció un 6,6 % en 2005, mientras la flota mercante de pabellón español se reducía un 3 %.

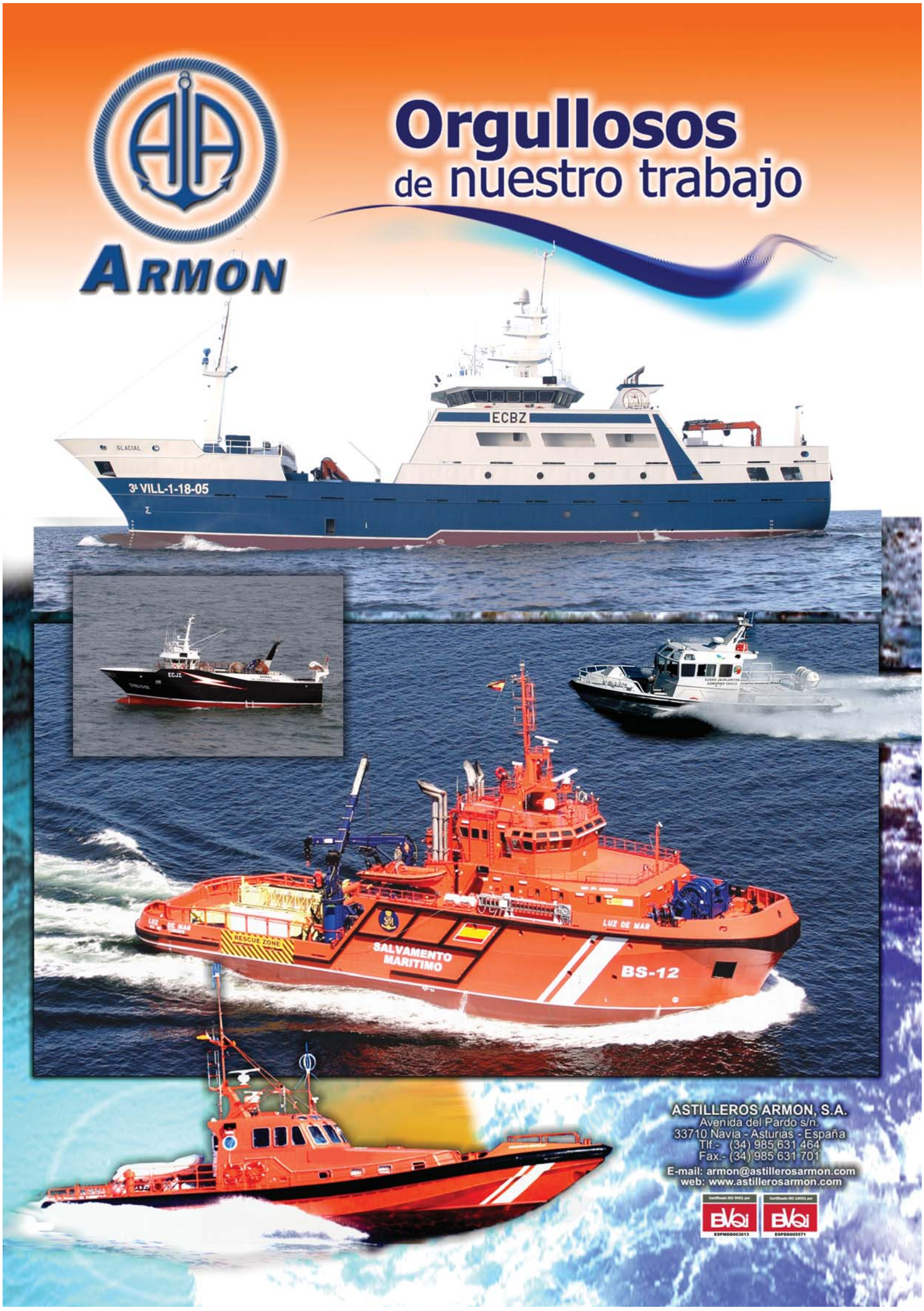
Todo esto ha estado sucediendo en el mundo al mismo tiempo que las precios de las nuevas construcciones se duplicaban comparados con los que regían en el año 2002, se alcanzaban máximos históricos de contratación y de niveles de fletes y las fechas de entrega de nuevos buques se dilataban hasta 2009/2010.

No es que esta sea la mejor ocasión que contemplaron los siglos (que a lo mejor lo es) pero si una situación muy favorable para que los actores de la economía marítima de un país como el nuestro se coloquen, y coloquen al país en el lugar que le corresponde, y se tomen, en los niveles en los que se dirigen los destinos económicos (que indefectiblemente favorecerán el bienestar social de un país como el nuestro) las acciones que faciliten esa toma de posición.

La Comisión de la Unión Europea acaba de lanzar un "Libro Verde" titulado: "Hacia una futura Política marítima para la Unión: Una visión europea de los océanos y los mares", en la que se desgranan de una manera voluntariosa aunque un tanto difusa y genérica, las ventajas de tener una política marítima integrada y no dispersa.

Sería el momento de plantearse poner en marcha algún tipo de plan de acción en España tras años de considerar a la política marítima como una derivada tercera que sobrevive a pesar de haber ido a remolque y por extensión de cualquier otra.

Quizá así se pudiera alcanzar la dimensión necesaria para el nivel de desarrollo que declaramos tener. Estas cosas no suelen dar réditos inmediatos, y por lo tanto pueden no proporcionar el nivel de popularidad a corto plazo que generalmente se pretende, pero provocan una situación positiva bien fundamentada y estable en el futuro. Nunca es tarde...


ARMON
Orgullosos
de nuestro trabajo
ECBZ
GLACIAL
3ª VILL-1-18-05
ECJZ
LUZ DE MAR
RESCUE ZONE
SALVAMENTO MARITIMO
BS-12
ASTILLEROS ARMON, S.A.
Avenida del Pardo s/n.
33710 Navia - Asturias - España
Tlf.- (34) 985 631 464
Fax.- (34) 985 631 701
E-mail: armon@astillerosarmon.com
web: www.astillerosarmon.com

PANORAMA PAG. 9-18 21/6/06 13:29 Página 1



# Panorama del sector marítimo

## Construcción naval mundial: el tonelaje contratado dobla al entregado.

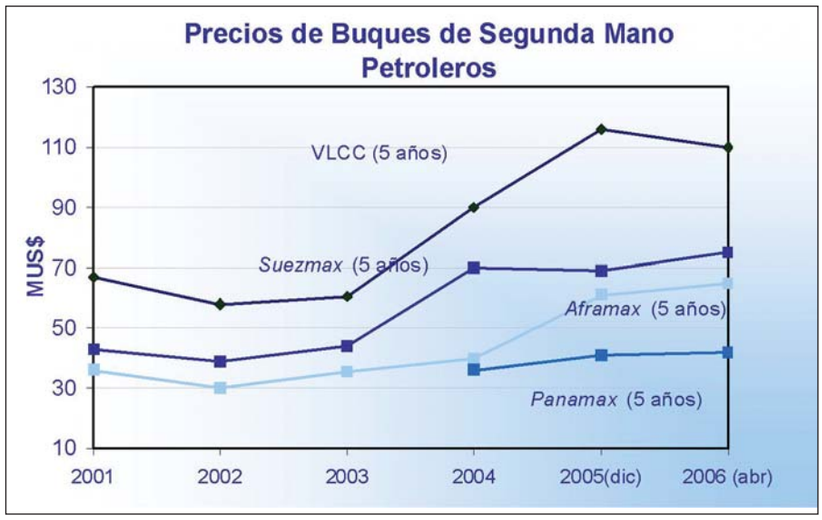
A final de abril la cartera de pedidos había alcanzado la cifra récord de 250,1 millones de toneladas de peso muerto y 5.249 buques. Hace simplemente tres años, ambas cifras estaban aproximadamente en la mitad.

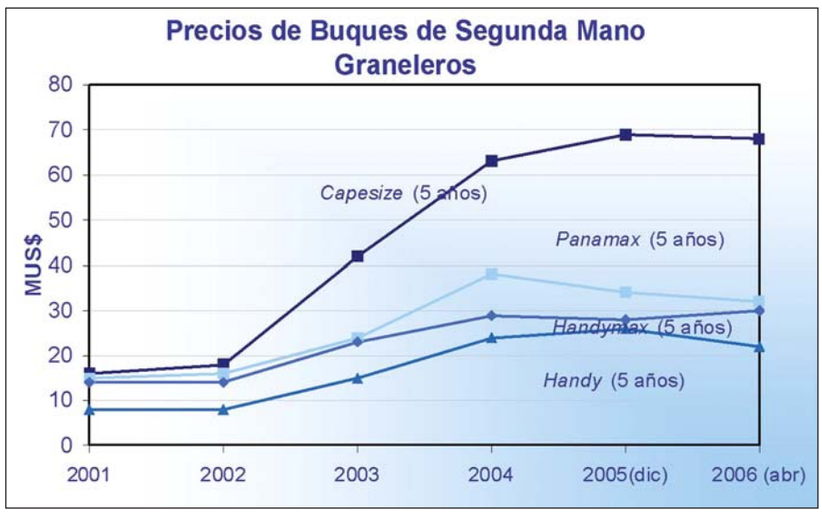
Los precios de los buques contratados en abril mantienen en general una tendencia alcista con relación a los registrados a primeros de año, especialmente significativa en el caso de los petroleros, especialmente en los de los VLCC y *Suezmax,* y en los portacontenedores, sobre todo en aquellos de mayor tamaño. El caso de los graneleros es distinto, apreciándose incluso algunos descensos en los tipos más pequeños. Los LNG mantienen su tendencia al alza mientras los LPG continúan en su nivel de principios de año. (Ver Tabla 1)

Por lo tanto, la tendencia a la caída de precios que pareció asomar hace ahora un año, y que parecía que iba a dar la razón a todos aquellos que habían hecho predicciones que entronizaban el fin de un ciclo a la manera tradicional no ha acabado materializándose, y las cifras actuales muestran más la posibilidad de una meseta con pequeñas oscilaciones.

Sin embargo hay que considerar que la felicidad de los astilleros no puede ser completa, aún con carteras que en la mayoría de los casos aseguran una completa actividad hasta el año 2010, ya que el crecimiento de los precios puede haber quedado, (en cómputo actual), oscurecido por la apreciación de la moneda de los principales países constructores con respecto a la divisa que sigue denominando mayoritariamente sus contratos de exportación, y que como es bien sabido es el dólar EEUU. Desde enero a fin de abril del año en curso, el won surcoreano se ha revaluado un 5,3 % con respecto al dólar. La capacidad industrial coreana permite que la mayoría de los suministros de los astilleros sean en wons, así como la componente del coste de la mano de obra. En el caso de los LNG, por ejemplo, que constituyen un producto estrella para los astilleros coreanos, el aumento de precio de estos buques desde diciembre de 2005 hasta finales de abril de 2006, ha sido del 5,8 %, con lo que el efecto de la subida para los astilleros coreanos ha sido despreciable en la práctica.

Un quebradero de cabeza adicional para los astilleros coreanos es que el yen japonés solo se ha apreciado un 0,9 % con relación al dólar, lo que significa una desventaja competitiva de carácter monetario para ellos del orden de un 4,9 %, pese a lo cuál Japón es el único de los grandes constructores navales que ha entregado más de lo que ha contratado, (Tabla 4), y ha obtenido un volumen de contratación muy pobre en comparación con su contendiente Corea del Sur, y ha quedado también por debajo de China.




Fuente: LSE

Quizá una de las razones que puedan explicar este descenso de la construcción naval japonesa en el concierto mundial sea la brusca caída de la actividad contratada de los armadores domésticos, que como es bien sabido se ha realizado siempre con muy escasas excepciones en los astilleros del país. De un promedio de alrededor de 7 millones de cgt/año de contratación interior desde 1995 hasta 2002, se pasó bruscamente a 14 millones de cgt en 2003, que representaban un 64 % del total contratado ese año, porcentaje que alcanzó el 77 % en 2004, aunque la contratación total, incluyendo la exportación, había comenzado a bajar. El año 2005 la contratación interior bajó a los niveles precedentes al año 2003 y también lo hizo la contratación para la exportación. Todo ello ha confirmado aún más el liderato de la construcción naval coreana en el concierto mundial.

Se suelen barajar dos explicaciones de esta situación, una más favorable a las posibilidades futuras de Japón, y otra menos favorable.

**Tabla 1.- Precios de Nuevas construcciones en MUS$**

| | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 (ene) | 2006 (abril) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Petroleros** | | | | | | | | | | |
| VLCC (300.000 tpm) | 72/76 | 68/69 | 72/77 | 70/75 | 63/68 | 74/77 | 107/110 | 120/120 | 120/122 | 125/125 |
| *Suezmax* (150.000 tpm) | 44/48 | 42/45 | 46/53 | 46/49 | 43/45 | 51/52 | 68/71 | 69/71 | 70/73 | 74/75 |
| *Aframax* (110.000 tpm) | 34/38 | 33/37 | 38/42 | 36/40 | 34/37 | 40/42 | 58/59 | 58/59 | 59/61 | 61/62 |
| *Panamax* (70.000 tpm) | 30/31 | 28/31 | 33/36 | 32/36 | 31/32 | 35/38 | 47/48 | 49/50 | 49/50 | 51/53 |
| *Handy* (47.000 tpm) | 26/29 | 25/26 | 28/30 | 26/30 | 26/27 | 31/32 | 40/40 | 43/43 | 43/44 | 44/45 |
| **Graneleros** | | | | | | | | | | |
| *Capesize* (170.000 tpm) | 33/39 | 33/35 | 36/41 | 36/39 | 35/37 | 47/48 | 63/64 | 59/59 | 59/59 | 60/60 |
| *Panamax* (75.000 tpm) | 20/24 | 20/22 | 22/24 | 20/23 | 20/22 | 26/27 | 36/36 | 35/36 | 35/35 | 33/34 |
| *Handymax* (51.000 tpm) | 18/21 | 18/20 | 20/21 | 18/20 | 18/19 | 23/24 | 30/30 | 30/31 | 30/31 | 29/29 |
| *Handy* (30.000 tpm) | 14/17 | 14/16 | 15/17 | 14/16 | 14/15 | 18/22 | 23/27 | 25/28 | 25/28 | 25/26 |
| **Portacontenedores** | | | | | | | | | | |
| 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 | 53/54 |
| 6.500 TEU | - | - | 67/73 | 70/72 | 60/64 | 71/73 | 91/92 | 91/94 | 94/98 | 95/97 |
| **Gaseros** | | | | | | | | | | |
| LNG (138.000 $m^3$) | 190 | 165 | 173 | 165 | 150 | 153/155 | 180/185 | 205/205 | 205/210 | 216/217 |
| LPG (78.000 $m^3$) | 58 | 56 | 60 | 60 | 58 | 63 | 81/83 | 89/90 | 90/90 | 90/91 |
| Ro-Ro1.200-1.300 | | | | 19/19 | 18/19 | 22/22 | 33/33 | 33/33 | 33/34 | 33/34 |
| 2.300-2.700 | | | | 31/31 | 31/31 | 33/33 | 46/46 | 48/50 | 48/49 | 48/49 |

Fuentes: Lloyd's - Fairplay, Clarkson, LSE

La primera de ellas describe la situación como el resultado de una acción premeditada de los astilleros japoneses con el objeto de llenar su cartera con contratos domésticos (tradicionalmente "cautivos") durante los años del "boom" que le aseguran una actividad continuada con una fuerte estabilidad de márgenes al ser todas ellas transacciones en la propia divisa en la que gestiona sus costes, lo que les permitiría esperar y ver como se desarrolla el mercado antes de volver a apostar fuertemente por la exportación. La segunda explicación se refiere a una continuada pérdida de capacitación de los astilleros japoneses para luchar en los altamente competitivos mercados de la exportación, y así tratar de descansar en su propio mercado interior.

Probablemente la realidad sea una mezcla de las dos, pero en cualquiera de los casos, la situación puede volverse peligrosa para Japón porque una salida de determinados mercado internacionales puede ser difícilmente reversible en un mercado tan global pero al mismo tiempo tan "pequeño", no en dimensión, sino en lo que tiene que ver con el comportamiento de los compradores con relación a los vendedores. También suele ser incuestionable que un aislamiento del competitivo mundo internacional puede tener secuelas negativas en la propia competitividad industrial de los astilleros.

La posición competitiva de los astilleros europeos de la zona euro en lo que puede ser afectada por la evolución del mercado de divisas es intermedia entre las de Corea y Japón. La reevaluación del euro con respecto al dólar, en lo que va de año hasta fin de abril, ha sido del orden del 3 %, y su nivel de contratación ha sido equivalente al de Japón con una relación entre contratos y entregas del 1,58 %.

Por lo que se refiere a la R.P. de China, la continuada estabilidad de la relación entre su moneda y el dólar hace que el efecto monetario tenga poca influencia en su competitividad en los mercados internacionales. China continúa registrando un progreso lento en lo que respecta a su productividad, por lo que registra el más alto coeficiente contratos/entregas. (Tabla 4).

En la Tabla 2, se pueden apreciar las diferentes evoluciones de los parámetros que venimos definiendo como significativos para tomar el pulso a la salud de la construcción naval mundial.

En el capítulo de contratos se puede ver que en el cómputo del peso muerto, si hiciéramos una proyección por extrapolación lineal hasta fin de año, se volvería a registrar un volumen de contratación semejante al del año récord de 2004, incluso superándolo ligeramente. Si las cosas fueran a ser así, en términos de cgt que reflejan más adecuadamente el valor para los astilleros, la proyección sobrepasaría ampliamente el récord de 2004, (en un 34 %).

En cualquier caso, una mínima precaución, derivada del incremento de los costes de capital, del precio del petróleo y consecuentemente del coste de los combustibles para los navieros, y de cómo sea la evolución de la obtención de *slots* para asegurar tráficos ya en 2009, indica que lo más probable es que se produzca una moderación en la contratación a lo largo de lo que queda de año.

La evolución de los precios de los buques de segunda mano que presenta un perfil de ligero descenso con relación a los últimos meses, abona también la predicción de una moderación en el ritmo de contratación de buques nuevos, dentro de la tendencia positiva que se viene registrando desde principio de año.

Para dar una idea de la relación entre las tendencias de la construcción naval y la evolución de la flota existente según el tipo y el tamaño de buque del que se trate, se expone en la Tabla 3, y en forma de coeficientes porcentuales, las relaciones entre las entregas, los nuevos contratos y las carteras de pedidos con las flotas existentes a fin del año 2005. Igualmente se da el dato de los años de calendario en los que, según sus contratos, se entregarán los últimos buques contratados durante el año 2005, así como los volúmenes de las flotas existentes en dicha fecha por tipo y tamaño, expresadas en peso muerto o en las unidades más características de cada tipo, y los desguaces durante 2005.

La columna "C" de cartera de pedidos es especialmente significativa. Las cifras de porcentajes, mayoritariamente de dos dígitos, y los escasos niveles de desguaces, (por otro lado típicos de épocas de "boom") llevan seguramente a un conflicto poco deseable si el mercado deviniese incapaz de absorber un aumento de capacidad de flota del calibre que se espera, y el nivel de desguace continuara tan bajo como en la actualidad.

Con relación a la inversión en nuevos buques, que alcanzó la cifra de 32,1 millones de dólares al final de abril, (su proyección a fin de año sería de

**Tabla de evolución de parámetros significativos, 2001-2006****

| | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Contratos (tpm x $10^6$) | 45,4 | 52,8 | 117,2 | 103,9 | 79,1 | 39,7 |
| Contratos (gt x $10^6$) | 29,9 | 34,4 | 77,8 | 73,5 | 58,2 | 25,9 |
| Contratos (cgt x $10^6$) | 18,8 | 21,0 | 45,4 | 47,0 | 40,0 | 15,8 |
| Inversión ($ x $10^9$) | 24,4 | 22,7 | 60,0 | 77,1 | 74,0 | 32,1 |
| Inversión en ($ / tpm) | 537,4 | 430,0 | 512,0 | 742,0 | 935,5 | 808,5 |
| Inversión en ($ / gt) | 816,0 | 659,9 | 771,2 | 1.049,0 | 1.271,5 | 1.239,3 |
| Inversión en ($ / cgt) | 1.298,0 | 1.081,0 | 1.321,6 | 1.640,4 | 1.850,0 | 2.031,6 |
| Variación precio tpm* | -20% | +19% | +45% | +28% | -13,6 % | |
| Variación precio cgt* | -17% | +22% | +24% | +14% | +9.8 % | |
| Entregas (tpm x $10^6$) | 45,6 | 49,5 | 55,0 | 61,4 | 69,3 | 19,8 |
| Contratos/Entregas (tpm) | 0,99 | 1,06 | 2,13 | 1,70 | 1,14 | 2,0 |
| Contratos/Entregas (cgt) | 0,98 | 1,00 | 2,04 | 1,90 | 1,45 | 1,84 |
| Cartera de pedidos (tpm x $10^6$) | 112,4 | 115,6 | 177,3 | 220,2 | 229,8 | 250,1 |
| Cartera de pedidos (cgt x $10^6$) | 47,7 | 47,7 | 70,9 | 93,4 | 106,0 | 110,5 |
| Desguace (tpm x 106) | 28,3 | 28,7 | 27,1 | 10,6 | 5,8 | 1,5 |

(*) Precios promedio con relación al año precedente.
(**) Datos a final de marzo 2006.
Fuente: LLP, Clarkson y elaboración propia

Picture courtesy of Aker Finnyards

# FORAN

## El mejor CAD/CAM para Construcción Naval

## Estamos preparados para mejorar su competitividad

Nuestra visión es ser lideres del diseño naval y de las tecnologías de producción dando un soporte excelente generando fuertes sinergias con nuestros clientes.

## Nuevos avances en:

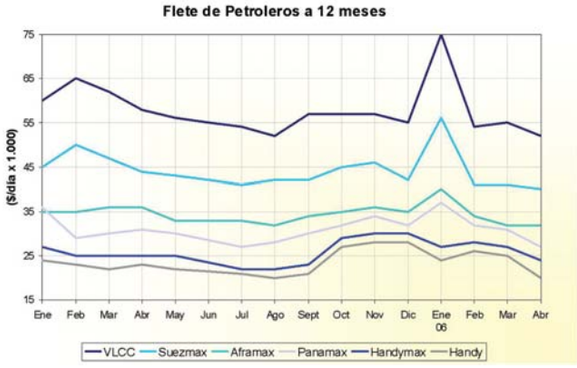
- Ingeniería Distribuida
- Información para Producción Integrada
- Gestión del Modelo de Producto
- Entorno de Desarrollo para el Usuario

1956 - 2006

SENER

SENER cumple este año su 50º aniversario; cincuenta años de compromiso con la calidad y la innovación.

www.foran.es www.sener.es



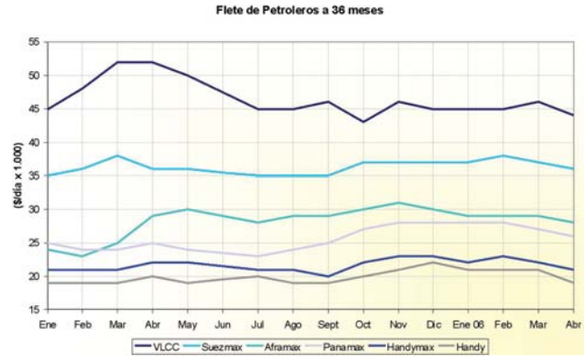




**Tabla 3 - Evolución NNCC / Flota (FE) %. Fin año 2005**

| TIPOS DE BUQUE | A | B | C | D | E | (FE) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Petroleros** (tpm) tpm x $10^6$ | | | | | | |
| VLCC | 6,58 | 7,15 | 19,3 | 2010 | 0,21 | 139,8 |
| *Suezmax* | 8,10 | 2,23 | 19,64 | 2009 | 0,61 | 49,4 |
| *Aframax* | 10,30 | 7,21 | 24,12 | 2010 | 2,35 | 68,0 |
| *Panamax* | 16,84 | 10,00 | 48,42 | 2009 | 2,63 | 19,0 |
| *Handy* (Productos) | 8,76 | 14,74 | 34,83 | 2010 | 3,00 | 46,8 |
| *Handy* (Químicos) | 10,94 | 10,95 | 29,85 | 2009 | 0,00 | 20,1 |
| Productos (< 10000 tpm) | 4,95 | 5,94 | 10,90 | 2009 | 0,99 | 10,1 |
| **Gas licuado** ( mc.) mc x $10^6$ | | | | | | |
| LNG | 10,43 | 28,70 | 86,10 | 2010 | 0,00 | 23,0 |
| LPG (>60.000 mc.) | 2,41 | 24,10 | 40,97 | 2009 | 1,20 | 8,3 |
| LPG (60.000-20.000 mc.) | 3,03 | 15,15 | 30,30 | 2009 | 0,00 | 3,3 |
| LPG (20.000-8.000 mc.) | 0,00 | 18,18 | 27,27 | 2009 | 0,00 | 1,1 |
| LPG (< 8.000 mc.) | 0,00 | 10,00 | 15,00 | 2009 | 0,00 | 2,0 |
| **Bulkcarriers** ( tpm) tpm x $10^6$ | | | | | | |
| *Capesize* | 7,94 | 8,30 | 25,81 | 2010 | 0,18 | 110,8 |
| *Panamax* | 7,57 | 6,50 | 22,81 | 2009 | 0,21 | 93,8 |
| *Handymax* | 8,12 | 5,11 | 18,95 | 2010 | 0,30 | 66,5 |
| *Handysize* | 2,56 | 2,97 | 6,34 | 2009 | 0,54 | 74,1 |
| **Portacontenedores** (TEUs) TEU x $10^6$ | | | | | | |
| *Postpanamax* | 16,67 | 29,17 | 87,50 | 2010 | 0,00 | 2,4 |
| *Panamax* | 13,04 | 17,40 | 47,83 | 2010 | 0,00 | 2,3 |
| *Subpanamax* | 7,14 | 14,29 | 35,71 | 2009 | 0,00 | 1,4 |
| *Handy* | 7,15 | 14,28 | 28,57 | 2009 | 0,00 | 1,4 |
| *Feedermax* (1.000-500 TEUs) | 0,00 | 20,00 | 20,00 | 2010 | 0,00 | 0,5 |
| *Feeder* (500-100 TEUs) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2008 | 0,00 | 0,1 |
| **Carga General** (tpm) tpm x $10^6$ | | | | | | |
| Multipropósito ( > 5.000 tpm) | 3,09 | 6,70 | 11,86 | 2010 | 0,00 | 19,4 |
| Multipropósito (< 5.000 tpm) | 2,91 | 8,82 | 11,76 | 2009 | 0,00 | 3,4 |
| Carga general ( > 5.000 tpm) | 2,42 | 3,22 | 6,45 | 2009 | 0,81 | 12,4 |
| Frigoríficos (pc) | 0,09 | 1,00 | 1,80 | 2007 | 0,66 | 333,8 (*) |
| Ro-Ros (tpm) tpm x $10^6$ | | | | | | |
| Ro-Ros (>5.000 tpm) | 1,28 | 5,13 | 10,26 | 2009 | 0,00 | 7,8 |
| Ro-Ros (<5.000 tpm) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2008 | 0,00 | 1,4 |
| Car-carriers (<5.000 tpm) | 7,90 | 10,52 | 32,90 | 2009 | 0,00 | 7,6 |
| Car-carriers (<5.000 tpm) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2006 | 0,00 | 0,2 |
| **Pasaje** (gt) gt x $10^6$ | | | | | | |
| Cruceros | 3,10 | 12,1 | 25,00 | 2009 | 0,81 | 12,9 |
| Ferries | 1,95 | 3,25 | 5,84 | 2009 | 0,00 | 15,4 |
| **Offshore** (gt) gt x $10^6$ | | | | | | |
| Varios | 4,84 | 8,06 | 12,90 | 2009 | 0,00 | 6,2 |

(**) Evolución relativa de NNCC sobre la flota existente (FE) en % a 31 / 12 / 2005.A= Entregas/(FE), B = Nuevos Contratos/(FE), C = Cartera de pedidos/(FE), D = Año de las últimas entregas previstas, E = Desguaces/(FE).
(*) cifra en (pc) x 106
Fuente : Clarksons, ISL y elab. Propia.

96,3 por extrapolación lineal), la parte del león corresponde a los petroleros, con 15,7 millones de dólares seguidos de los transportes de gas con 8,4, los contenedores con 4,3 y los graneleros con 3 millones de dólares (sólo buques de graneles sólidos o líquidos) (ver Tabla 2).

El descenso que en esa misma tabla en la cifra de inversión en $/tpm con relación al nivel de final del año 2005, junto con el ascenso de ese coeficiente cuando se contabiliza en $/cgt, es congruente con una contratación de buques con un mayor valor añadido, en la que este último factor ha pesado más que el incremento bruto de la capacidad de carga contratada.

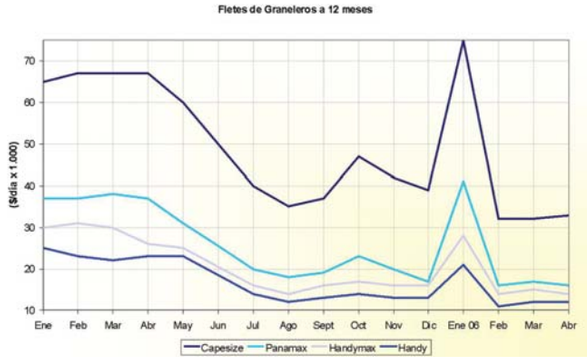
En la Tabla 5 se puede ver la distribución de la cartera de pedidos en cgt por países en el mundo, a la fecha de 30 de abril de 2006, totalmente dominada por Corea del Sur con el 38,6 % del total. La cartera de los tres principales constructores asiáticos suma un 77,5 % del total mundial, lo que da idea de hasta que punto la fabricación del medio de transporte de mercancías más importante del mundo por su volumen y por su idoneidad para el aprovisionamiento de cargas vitales para el mantenimiento del comercio y del desarrollo y crecimiento del mundo está en manos de tres países asiáticos.

## La situación de la construcción naval española

En lo que respecta a la cartera de pedidos, los astilleros españoles se encuentran en el lugar 15 del ranking mundial de países constructores de buques mercantes, con un volumen de 300.000 tpm al final el año pasado, y 100.000 tpm a 30 de abril de 2006, lo que significa que ha mantenido su tónica en el primer cuatrimestre del año en curso.

Sin embargo, por diferencia con la media mundial, y en el sentido que pueda reflejar un poco el tipo de buque y su valor añadido en términos de tecnología y complicación involucradas, mientras que la relación en la cartera de pedidos de cgt/tpm en la cifra mundial promedio es de 0,40, en la construcción naval española es de 1,0.

La inversión en lo que va de año hasta Abril ha alcanzado la cifra de 177 millones de dólares, (ver



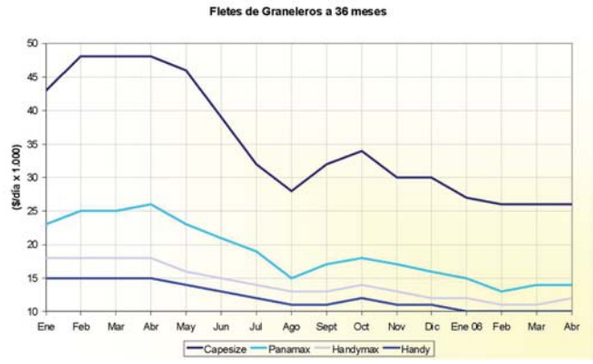




Tabla 6), lo que también significa un mantenimiento estable de la tendencia del último año, que claramente ha superado el bache que se produjo desde finales del año 2001.

Con respecto a la futura evolución del conjunto de este sector industrial, parece crucial la velocidad con la que finalmente se pueda materializar la privatización de los astilleros de IZAR. Si ésta se demorase todavía, las ventajas competitivas que ahora pueden esgrimir en virtud de la saturación de la construcción naval mundial, y que es su posibilidad de ofrecer entregas más tempranas que la competencia, se evaporaría si su entrada en el mercado se continuara dilatando.

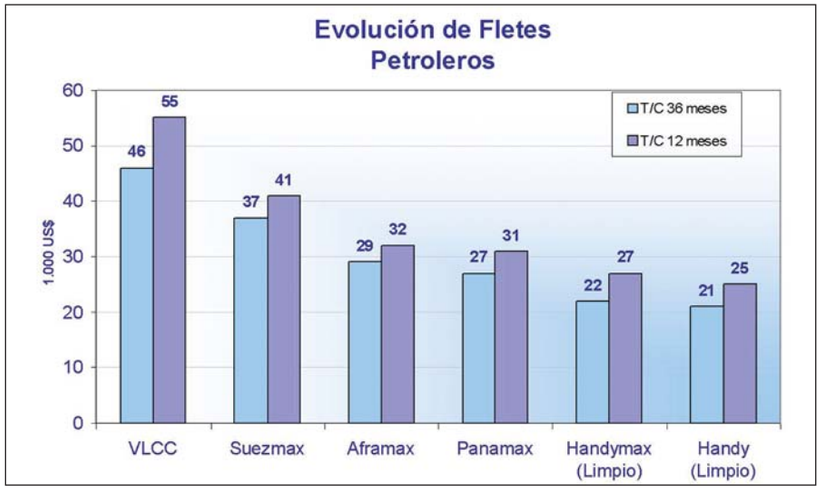
## Transporte marítimo

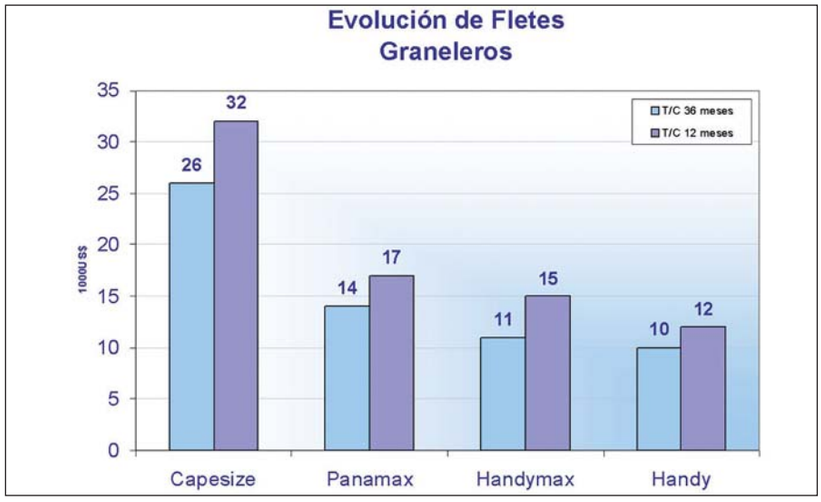
Las previsiones sobre el crecimiento de la economía global siguen siendo moderadamente alentadoras a pesar de la subida de las tasas de interés, las incertidumbres de la economía de los EEUU, y los brotes de proteccionismo que empiezan a aparecer. Todo ello sumado a los problemas que asoman con relación al comportamiento de algunos países del Medio Oriente, donde el caso de Irán es el más significativo. La demanda desde la Europa de la zona euro permanece estancada en su crecimiento, pero en cambio en Japón se comienza a sentir la salida de su largo periodo de deflacción.

Desde un punto de vista general, el comercio mundial está creciendo en valor aproximadamente un 2 % por cada 1 % del PIB, y la demanda de transporte marítimo (en toneladas-milla) lo hace al 0,9 % por cada 1 % del PIB. De acuerdo con el estudio de mercado realizado por la OMC se espera un incremento del 3,15 % en toneladas-milla para la demanda agregada en 2006.

Sin embargo, la continuación de la tensión mundial derivada de la disputa sobre el programa nuclear de Irán y las amenazas de este país al respecto podrían disparar aún más el precio del petróleo y poner en peligro las expectativas de continuación del crecimiento del tráfico marítimo, especialmente si se detuviera le exportación de crudo desde Irán.

Tal exportación representa en la actualidad el despacho desde aquel país de una cantidad de crudo




Fuente: LSE

**Tabla 4**

| En cgt x 106 | Contratación | Entregas | Contratación/Entregas | Cartera de pedidos |
|---|---|---|---|---|
| Corea del Sur | 7,9 | 3,7 | 2.13 | 42,7 |
| Japón | 1,2 | 2,5 | 0,48 | 23,3 |
| RP China | 3,9 | 1,0 | 3,90 | 19,7 |
| Europa | 1,9 | 1,2 | 1,58 | 18,5 |
| **Mundo*** | **15,8** | **8,6** | **1,84** | **110,5** |

Datos a final de Abril 2006. (*) Total que incluye a los anteriores Fuente: Clarkson RS

# Especialistas en producción y tratamiento de aguas a bordo

Heleno

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.

NALFLEET MARINE CHEMICALS

**Tabla 5 - Clasificación por cartera de pedidos en cgt x $10^6$. Fin Abril 2006**

| | |
|---|---|
| 1. Corea del Sur | 42,7 |
| 2. Japón | 23,3 |
| 3. R P China | 19,7 |
| 4. Alemania | 3,9 |
| 5. Italia | 2,4 |
| 6. Polonia | 1,7 |
| 7. Croacia | 1,4 |
| 8. Taiwán | 1,3 |
| 9. Finlandia | 1,1 |
| 10. Dinamarca | 1,1 |
| 11. Holanda | 1,1 |
| 12. Noruega | 1,0 |
| 13. Francia | 0,9 |
| 14. Turquía | 0,8 |
| 15. España | 0,6 |
| 16. EEUU | 0,6 |
| 17. Ucrania | 0,3 |
| 18. Brasil | 0,3 |
| 19. Resto | 6,3 |

equivalente a 1,5 VLCC / día. Parece claro que una eventualidad de este tipo en un momento en el que la oferta de transporte en buques VLCC está creciendo fuertemente como se deduce de las entregas de buques nuevos y de la cartera de pedidos de los mismos, que llega a alcanzar a terminaciones y entregas de este tipo de buque hasta el año 2010.

En cualquier caso, la exportación de crudo desde África Occidental hacia Asia podría compensar aunque parcialmente los problemas derivados de que se cumpliese la amenaza de Irán de suspender sus exportaciones de crudo. Con la alternativa mencionada, los navieros que explotan buques tipo VLCC permanecen relativamente optimistas.

En lo que se refiera al mercado del transporte de graneles sólidos, las caídas mayores de los niveles de fletes en time-charter para doce y treinta y seis meses se han venido registrando en los tipos *Panamax* y *Handymax,* como se puede apreciar en el gráfico correspondiente, mientras los de los tipos *Capesize* y *Handysize* se mantienen.

El crecimiento económico de China continúa siendo muy elevado, y su tirón del mercado del transporte de carbón y de mineral de hierro sigue siendo impresionante a pesar de ser los primeros productores de mineral de hierro del mundo, con 420 millones de toneladas en 2005, para un consumo interno de casi 500 millones de toneladas. El intercambio de mineral de hierro entre China y especialmente Brasil y Australia, se debe a que la calidad del mineral chino es muy baja comparada con el de los otros dos países, (del 33 % comparada con entre el 66 % y el 62 %), pero subsisten dificultades que impiden un crecimiento fluido del tráfico, especialmente derivadas de la congestión en las infraestructuras chinas para el transporte interior.

Sin embargo no se debe olvidar que cuando se producen reducciones en el precio del acero, aparecen las primeras señales de que la relación oferta-demanda cambia de manera que aquella estaría creciendo más que ésta. Y eso es lo que está sucediendo en estos momentos, cuando el precio del acero ha venido decreciendo durante el año 2005 en aproximadamente un 46 % en los mercados asiáticos y un 30 % en los europeos, lo cuál claramente afecta al transporte marítimo de mineral de hierro.

Con respecto a la creciente demanda para colocar carga en buques portacontenedores de gran tamaño, conviene recordar la tendencia tradicional de los navieros que manejan estos buques de asegurar bodegas para la demanda esperada para el tercer trimestre del año, que habitualmente es más fuerte que en el resto de las estaciones.

En general se puede decir que el mercado de los portacontenedores aparece con una relativa estabilidad tras haberse recuperado desde principios de marzo. Fueron los buques con capacidad para 2000 TEU y mayores los que más se han beneficiado de la recuperación.

Los fletes para buques de 4.000 TEU subieron hasta aproximadamente 34.000 $/día, mientras que los armadores de los tipos *feeder* por debajo de 1.000 TEU que se suponían beneficiarios de las mayores necesidades de distribución, han visto mantenidos o reducidos sus fletes.

Es probable que lo argumentado anteriormente respecto a la demanda post-veraniega haya anticipado la demanda de buques grandes.

## Libro Verde sobre la futura política marítima europea

La Comisión Europea ha presentado un documento (Libro verde) llamado: "Hacia una futura Política Marítima para la Unión: Una visión Europea de los océanos y los mares".

En este documento se afirma que la geografía y la historia europeas son y han sido razones primordiales para que nuestro continente haya tenido una relación especial con los océanos, los cuales han jugado un papes protagonista en la cultura y la identidad europea.

La situación no debe cambiar en la actualidad. Cuando la UE está tratando de revitalizar su economía, es importante reconocer el potencial económico de su dimensión marítima. Las industrias marítimas europeas y sus servicios generan entre un 3 a un 5 % del PIB europeo, sin contar el valor de las materias primas tales como el petróleo, el gas o la pesca. Por otra parte, las regiones marítima europeas suman no menos del 40 % del PIB europeo.

La Comisión afirma en su documento que a menudo los ciudadanos no son conscientes o no son bien informados de la importancia que tienen en sus vidas los océanos y los mares, lo cuál resulta ser cierto, muy especialmente en nuestro país.

La Comisión también afirma con acierto que las políticas europeas referentes al transporte marítimo, la industria, las regiones costeras, energía offshore, pesca, preservación del medio ambiente marino y otras áreas relevantes se han desarrollado de manera separada, y no se ha valorado ni examinado de una manera sistemática cómo esas políticas hubieran podido combinarse para reforzarse entre ellas mismas.

La fragmentación puede dar como resultado la adopción de medidas conflictivas que pueden acarrear consecuencias negativas para distintos sectores y pone barreras a explorar sinergias que puedan existir entre ellos.

Uno de los objetivos estratégicos de la Comisión Europea es: "La necesidad particularizada de una política marítima compartida dirigida a desarrollar una próspera economía marítima en un ambiente sostenible. Tal política debería apoyarse en la excelencia en la investigación en el campo marítimo, la tecnología y la innovación".

**Tabla 6 - Tabla de evolución de parámetros significativos, 2001-2006****

| | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Contratos (tpm x $10^6$) | 0,4 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,1 |
| Contratos (cgt x $10^6$) | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,1 |
| Inversión ($ x $10^6$) (·) | 520 | 216 | 132 | 164 | 555 | 177 |
| Inversión en ($ / tpm) (·) | 537,4 | 430,0 | 512,0 | 742,0 | 935,5 | 724,4 |
| Inversión en ($ / cgt) (·) | 1298,0 | 1081,0 | 1321,6 | 1640,4 | 1850,0 | 1769,2 |
| Variación precio tpm* | -20% | +19% | +45% | +28% | -22% | |
| Variación precio cgt* | -17% | +22% | +24% | +14% | -5% | |
| Entregas (cgt x $10^6$) | 0,2 | 0,1 | 0,5 | 0,3 | 0,1 | nd |
| Contratos/Entregas (tpm) | 2,0 | 2,0 | 0,2 | 0,3 | 3,0 | nd |
| Cartera de pedidos (tpm x $10^6$) | 0,77 | 0,81 | 0,39 | 0,16 | 0,45 | 0,49 |
| Cartera de pedidos (cgt x $10^6$) | 0,8 | 0,8 | 0,4 | 0,3 | 0,5 | 0,6 |

(·) Aproximadamente a precios de mercado promedio.
(*) Precios promedio con relación al año precedente.
(**) Datos a final de Abril 2006.
Fuente: LLP, Clarkson y elaboración propia

En su documento, la Comisión dice que la UE es una potencia marítima líder en el mundo, especialmente en el sector naviero, la tecnología de la construcción naval, el turismo costero, la energía de procedencia *offshore,* incluyendo las energías renovables, y los servicios auxiliares.

El 90 % del comercio exterior de la UE y el 40 % del interior se transporta por mar. No menos del 40 % de la flota mercante mundial está controlada por armadores europeos. 3.500 millones de toneladas de carga cada año y 350 millones de pasajeros pasan a través de los puertos marítimos europeos en los que trabajan aproximadamente 350.000 personas.

En la última década los astilleros europeos perdieron el 36 % de sus plantillas pero con un gran esfuerzo ganaron un 43 % en productividad según el Documento de la Comisión. Los buques producidos en Europa son considerados excepcionales en términos de complejidad, seguridad e impacto ambiental, dando lugar a que la facturación de la industria de construcción naval europea sea superior a la de los líderes asiáticos en volumen de tonelaje entregado.

En general, el Documento desgrana las capacidades de los distintos sectores de la economía marítima europea, plante la necesidad de una planificación para su crecimiento, la necesidad de mejora del apoyo financiero para las regiones costeras, la coordinación de las políticas, menciona la dimensión marítima de la Política Europea de Defensa y Seguridad, las actividades *offshore,* la necesidad de coherencia y eficiencia en la aplicación de las políticas marítimas por parte de los gobiernos con regiones costeras, la posibilidad de un Espacio Marítimo Común Europeo y sus servicios necesarios, cómo puede la política exterior de la UE promover una competencia mundial leal en el comercio y la industria marítima, incluyendo la adopción de prácticas que aseguren la sostenibilidad por parte de terceros países, y la necesidad de acciones que apoyen la educación marítima, la conservación del patrimonio y la mejora de la identidad marítima.

Se abre ahora un periodo de consultas de doce meses con los países miembros, las instituciones y la sociedad civil de la Unión.
Para más información:
http://europa.eu/maritimeaffairs/
Para antecedentes: ver revista *Ingeniería Naval* nº de enero 2006.

## Los problemas del desguace

La vuelta del viejo porta-aviones francés *Clemanceau,* tras el intento de las autoridades francesas para que fuera desguazado en la India, pone de manifiesto una vez más los problemas que se derivan de la eliminación de buques que no sólo son obsoletos, sino que por los materiales que se usaron en su construcción, son no solamente peligrosos para los que en ellos trabajan, sino aún más para los que vayan a proceder a su desguace, entrando así en un círculo vicioso del que no va a resultar fácil salir.

Se da la circunstancia, además, de que la venta para desguace del buque mencionado, o de otros que presenten problemas similares, a países como la India, pudieran contravenir la Convención de Basilea, que prohíbe el movimiento de materiales peligrosos desde países desarrollados hacia otro que no lo son.

Como se puede imaginar, todo esto es un asunto de vital importancia para el mundo marítimo y las industrias y entidades relacionadas con él.

En el caso que un buque para desguace se pudiera clasificar como un traslado de materiales peligrosos de los catalogados por la Convención, no sólo la industria del desguace radicada en países en desarrollo, pero cerca de lugares con fuertes necesidades del acero que proviene del procesamiento de la chatarra, se vería seriamente afectada, sino que se produciría posiblemente una variación del valor residual de los buques que podría afectar a todo el sistema de financiación de los mismos.

En cualquier caso parece indiscutible que incluso en los lugares de desguace, que se localizan mayoritariamente en el sub-continente indio, se ha de producir un cambio radical en las tecnologías de su actividad para pasar a ser instalaciones con un determinado grado de seguridad industrial y de protección del medio ambiente, con lo cuál, el desguace de un buque pasaría, con los actuales cánones de comportamiento, de ser una "ganancia neta" a una "pérdida neta".

Está claro que el conjunto de actividades de toda índole que conducen al reciclado de buques debe ser mejorado drásticamente, pero las soluciones a poner en marcha deben también ser comercialmente viables, lo cuál convierte este problema en una especie de cuadratura del círculo, cuya solución, por ende, no se puede demorar mucho.

## India acepta en sus aguas al buque *Norway,* con destino al desguace

El Tribunal Supremo de la India ha permitido al viejo buque de cruceros *Norway,* entrar en sus aguas con destino a una instalación de desguace, pero advirtiendo que sólo podrá ser desguazado cuando sea declarado "seguro". Las aduanas y las autoridades portuarias del estado de Gujarat, donde se encuentra el astillero de desguace de Alang, deberán verificar la cantidad de materiales contaminantes a bordo, para que se pueda tomar una resolución al respecto.

Greenpace se ha opuesto a la entrada del buque, el cuál, según esta organización, está en la lista de los 50 buques más tóxicos del mundo, con no menos de 900 toneladas de asbestos y otras substancias tóxicas a bordo.

## *Joint venture* de Aker y Damen en un astillero de Ucrania

El Grupo Aker ha comprado una parte de la Compañía Damen Shipyards Groups´s Okean, propietaria del astillero de Mykolayiv, en Ucrania, según informa Lloyd's List.

Esta cooperación entre el grupo noruego que acaba de hacerse con el total de Chantiers de L'Atlantique, y el holandés propiedad de C. Damen, busca, según el máximo ejecutivo de Aker, Kart Eric Kjelstad, ampliar su capacidad de construcción naval, especialmente en la producción de grandes secciones de acero. El astillero dispone de un dique de construcción de 350 x 60 m, un dique flotante de 140 x 21, y una grada de 144 m de longitud.

El astillero, en bancarrota en 2000, fue rescatado por Damen en 2002 que lo refinanció y obtuvo un crédito de 17 millones de $ de la International Finance Corporation, y dedicado desde entonces a la construcción de series de cargueros de 6.300 tpm para navegación por el mar negro y fluvial, siguiendo los estándares de la fabricación en serie típicos de los astilleros de Damen.

## Los astilleros japoneses y las Universidades Vietnamitas

Las compañías japonesas de construcción naval Mitsui y Shin Kurushima van a establecer un acuerdo con la Vietnam Maritime University para entrenar ingenieros navales licenciados en esa Universidad.

Las compañías japonesas formarán a los estudiantes durante un año en el campus de Haiphong, a los que seguirán dos años en Japón, tras lo cuales retornarán a Vietnam, desde donde serán contratados por los socios japoneses para trabajar en el país Nipón, según informaciones de Lloyd´s List.

Japón tiene estrictas leyes que restringen a los astilleros el empleo de extranjeros hasta un máximo del 5 % de la plantilla total. Sin embargo tal regla no está operativa para el astillero de Shin Kurushima, por estar en Imabari, que goza de un especial "estatus" como zona en desarrollo económico.

## Posible salvamento del mayor astillero de la costa este canadiense

El grupo noruego Teco se propone reflotar el astillero de Davie Industries, situado en el río San

Lorenzo, que, en este caso volvería a estar bien situado para los contratos militares de la armada canadiense, además de tener la posibilidad de construir cinco plataformas tipo *jack-up* con un precio aproximado de 150 millones de $ cada una.

El grupo noruego es generalmente reconocido como el líder mundial en la reconstrucción de tanques de lastre, y es muy activo en la compra y fletamento de plataformas de perforación, según informa Lloyd's List.

Si finalmente la operación sale adelante, más de 1.000 trabajadores serían empleados de nuevo a final de este año.

## Conversión de un *Suezmax* en un *"Heavy lifter"*

La compañía Frontline está preparando la conversión de seis petroleros *Suezmax* en buques semi-sumergibles para el transporte de cargas pesadas flotantes.

Los buques, de casco sencillo, fueron construidos en el astillero de Split, en Croacia, entre los años 1989 y 1993, y el primero comenzará las obras en el próximo otoño, para terminar en la primavera de 2007.

La obra se llevará a cabo mediante la sustitución del cuerpo central de carga por otro nuevo de puntal reducido que asegure en inmersión una profundidad por encima de su cubierta de carga que permita la entrada flotando de las plataformas *offshore* u otros artefactos flotante que serán transportados tras la emersión de dicha cubierta mediante el deslastrado del buque.

Las secciones excedentes de los buques serán utilizadas para crear FPSO, mercado en el que Frontline es muy activa.

Una de las primeras transformaciones de grandes petroleros en *"heavy lifters"* se llevó a cabo hace más de veinte años en el astillero de Cádiz de Astilleros Españoles, pionero en este tipo de obras, incluidas también las primeras conversiones en FPSO de la historia, mediante la conversión del Petrolero *Conoco España,* de 115.000 tpm, que había sido comprado por la firma noruega Tchudi & Eitzen la Continental Oil Co., en un buque semisumergible para el transporte de cargas pesadas flotantes, que fue bautizado con el nombre de *Sibig Venture*.

## CESA abre un nuevo servicio de oportunidades de empleo en su página Web

CESA, *Community of European Shipyards Association,* que agrupa a las Asociaciones Nacionales de constructores y reparadores navales de Europa ha abierto un nuevo servicio en su página Web, llamado *"Job opportunities"* con ofertas de trabajo para ingenieros y personal técnico, de los astilleros europeos. Para más información: http://www.cesa-shipbuilding.org

Las frecuentes paradas en los muelles, los horarios apretados y las largas jornadas de trabajo durante todo el año exigen motores duros, El VESTA un ferry de pasajeros que opera en la costa oeste del archipiélago realmente pone a prueba la dureza de los motores.

– El rápido y silencioso cambio de atrás a avante proporciona a nuestro barco una excelente facilidad durante la maniobra, dice Bertil Karlsson, capitán del VESTA

Reine Ahlebrand, jefe de máquinas del VESTA ha trabajado y mantenido muchos motores desde que comenzó su vida profesional en 1976, su opinión sobre la pareja de TAMD-165A que lleva instalados es clara.

– En la actualidad ,los motores Volvo Penta son muy seguros y de muy fácil mantenimiento, por ejemplo, podemos cambiar los filtros de combustile mientras el motor sigue funcionando dice Reine.

VOLVO PENTA

www.volvopenta.es

# BALENCIAGA

## *Quality and expertise*

***Builders of quality ships for world class owners***

**"Grampian Surveyor" Diesel electric ROV Multi purpose offshore vessel with DPS2 for North Star Shipping**

**"Romulo" and "Remo", 83t Bollard Pull ASD tugs for Repasa**

**"Wiron 1" and "Wiron 2" 51 m. loa deep freeze trawlers for Jaczon B.V.**

**ASTILLEROS BALENCIAGA, S.A.**
*Shipyard*

Santiago Auzoa,1 • 20750 ZUMAIA (Gipuzkoa) Spain
Tels.: 34 943 86 20 08 / 34 943 86 02 62 • Fax: 34 943 86 20 89
E-mail: balenciaga@astillerosbalenciaga.com
www.astillerosbalenciaga.com

C. NAVAL ESP. PAG.19-34 21/6/06 13:38 Página 1



# La Construcción Naval española en 2005

De acuerdo con los datos recogidos en el Boletín Informativo sobre la Construcción Naval, de enero de 2006, publicado en la página web de la Gerencia del Sector Naval (www.gernaval.org), durante el año 2005 se contrataron un total de 75 buques en los astilleros nacionales con 391.877 gt y 520.130 cgt, frente a los 66 buques de 2004, que supusieron un total de 139.179 gt y 256.347 cgt. Esto supone un aumento del 14 % en el número de buques respecto al año anterior, con un aumento del 182 % en gt y del 103 % en cgt, respectivamente.

De los 75 buques contratados, 21 lo fueron para armadores nacionales, con 58.891 gt y 94.223 cgt (representando un 15 % del total en gt y un 18 % en cgt) y 54 buques con 332.986 gt y 425.907 cgt lo fueron para exportación (representando un 85 % del total en gt y un 82 % en cgt). Desglosando este total, se contrataron 62 buques mercantes con 380.924 gt y 490.576 cgt y 13 buques pesqueros con 10.953 gt y 29.554 cgt.

Hay que destacar en estas cifras que, si bien el número de buques para armadores nacionales ha descendido en 11 unidades, el total en gt respecto a 2004 ha aumentado un 16 % y disminuido un 18 % en cgt. Esto fue debido fundamentalmente a la escasa contratación de pesqueros (6 buques con 2.971 gt y 10.826 cgt, frente a 8 buques en 2004 con 7.727 gt y 23.316 cgt). Esta tendencia ya se observó el año pasado, y parece que se sigue acentuando Por contra, el número de buques para exportación pasó de 34 en 2004 a 54 en 2005, lo que supone un aumento del 276 % en gt y de un 203 % en cgt. Por tipo de buques, el mayor aumento de buques para exportación se ha debido a los mercantes, que han pasado de 19 buques en 2004 (84.406 gt y 123.924 cgt) a 47 barcos en 2005 (325.004 ct y 407.179 cgt).

Continuando con la tendencia del año anterior, durante 2005 los astilleros públicos sólo consiguieron 1 contrato de los 75 buques. El tamaño medio de los buques contratados pasó de 5.225 gt a 2.109 gt, mientras que el coeficiente de compensación bajó de 1,84 a 1,33.

A 31 de diciembre de 2005, la cartera de pedidos de los astilleros españoles estaba constituida por 93 barcos con 518.675 gt y 685.310 cgt, frente a los 70 buques con 219.311 gt y 342.445 cgt que había en la misma fecha del año anterior. Por lo que el número de buques en cartera aumentó en un 33 %, el aumento porcentual de las gt y cgt fue del 137 % y del 100 % respectivamente. Es necesario resaltar la pequeña disminución del 5 % producida en las cgt de los pesqueros.

De los 93 buques en cartera, 21 de ellos son para armadores nacionales, con 58.891 gt (15,03 % del total) y 94.223 cgt (18,12 % del total). Los otros 54 buques, que suman 332.986 gt y (84,97 % del total) y 425.907 cgt (81,88 % del total) son para exportación.

De modo análogo a lo sucedido con los nuevos contratos, la cartera de pedidos de los astilleros privados a finales de 2005 estaba constituida por 91 buques con 425.238 gt y 608.799 cgt, mientras que la de los astilleros públicos estaba constituida por sólo 2 buques, que suman 93.437 gt y 76.511 cgt. Del total de buques en cartera, 82 de ellos, con 505.130 gt y 651.922 cgt eran mercantes, frente a 11 buques pesqueros con 13.545 gt y 33.388 cgt. El tamaño medio de los buques en cartera ha pasado de 3.133 gt a 5.577 y el índice de compensación de 1,56 a 1,32.

La distribución de la contratación y de la cartera de pedidos por tipos de buques se recoge en las tablas 2 y 3. En los nuevos contratos, el mayor tonelaje contratado corresponde a los cargueros (23 buques con el 30,14 % del total de gt contratadas) y los de transporte de LNG (1 buque con el 23,17 % del total de gt contratadas). De los buques que se encuentran en cartera de pedidos, el primer lugar lo ocupan también los buques de carga general (25 buques que suponen el 23,93 % de las gt en cartera) seguidos de los buques para el transporte de productos petrolíferos y químicos (9 buques con el 18,48 % de las gt en cartera).

En la tabla 12 se recogen los buques mayores de 100 gt contratados por los astilleros nacionales durante el año 2005 y en la tabla 13 se recoge la cartera de pedidos por astilleros a 31/12/2005.

Las puestas de quilla pasaron de 119.664 gt (207.711 cgt) en 2004 a 240.787 gt (320.833 cgt), lo que representa un aumento del 101 % en gt y del 54 % en cgt respectivamente. Durante 2005 se comenzó la construcción de 51 buques, frente a las 55 puestas de quilla realizadas en 2004. El tamaño medio de las puestas de quilla fue de 4.721 gt y 6.291 cgt, mientras que el coeficiente de compensación disminuyó a 1,33 frente al 1,74 del año anterior.

Las botaduras pasaron de 121.706 gt (192.730 cgt) durante 2004 a 137.742 gt (245.506 cgt) en 2005, lo que supone un ligero aumento del 13 % en gt y del 27 % en cgt respecto al año anterior. Hay que descatar la disminución del 25 % en gt de botaduras nacionales. Durante 2005 se botaron 57 barcos, con un tamaño medio de 2.417 gt y 4.307 cgt frente a las 42 botaduras de 2004, con un tamaño medio de 2.898 gt y 4.589 cgt. El coeficiente de compensación pasó de 1,58 a 1,78.

Las entregas de buques alcanzaron las 91.217 gt (177.515 cgt) frente a las 379.339 gt (376.782 cgt), entregadas durante 2004. La disminución durante 2005 de las entregas ha sido muy importante, siendo del 76 % en gt y del 53 % en cgt. Sin embargo el tamaño medio de los buques entregados pasó de 9.252 gt (9.190 cgt) en 2004 a 1.754 gt (3.414 cgt), mientras que el coeficiente de compensación pasó de 0,99 a 1,95.

La distribución de las puestas de quilla, botaduras y entregas por tipos de buques, se recoge en las tablas 5, 6 y 7, respectivamente. El primer lugar en puestas de quilla corresponde a los buques para transporte de LNG (1 buque con un 37,72 % de las gt totales). En cuanto a las botaduras son los buques de transporte de productos petrolíferos y químicos los que ocupan el primer puesto, con 3 buques que suponen el 32,18 % del total de las gt botadas en 2005. En las entregas, los ferries ocupan el primer lugar (3 buques con el 69,10 % del total de gt entregadas), seguido de los otros buques (suministro, investigación, dragas...) de los que se entregaron 31 buques con el 20,73 % del total de gt entregadas.

En la tabla 8 se recoge la evolución de la actividad ponderada trimestral en cgt durante 2004 y 2005. Este índice de actividad, que refleja de una forma más real el trabajo de los astilleros, aumento ligeramente de las 242.488 cgt en 2004 a 247.340, lo que representa una aumento del 2 % en cgt.

Asimismo, en las tablas 9, 10 y 11 se recoge la evolución de la contratación y de la cartera de pedidos, de las puestas de quilla y botaduras, y de las

C. NAVAL ESP. PAG.19-34 21/6/06 13:38 Página 2

entregas y de la producción ponderada en el último decenio. En los gráficos adjuntos a estas tablas se observa que se aumentan las cgt contratadas, la cartera de pedidos de nuestros astilleros parece recuperarse de su descenso vertiginoso. Las puestas de quilla y las botaduras también parecen seguir esta tendencia.

En las tablas 14, 15 y 16 se recogen, respectivamente, los buques mayores de 100 gt comenzados, botados y entregados por los astilleros nacionales durante el año 2005.

Según las estadísticas de Lloyd's Register – Fairplay, durante el año 2004 la actividad total de contratación en los países de la OCDE alcanzó los 30,035 millones de cgt. De esta cifra, 6,138 millones de cgt correspondieron al total de países europeos de la OCDE (20,44 % del total OCDE de cgt contratadas), 8,562 millones de cgt (28,51 % del total OCDE) a los astilleros japoneses y 13,985 millones de cgt (46,56 % del total OCDE) a los coreanos.

En cuanto a la contratación mundial, la cifra alcanza los 39,301 millones de cgt contratadas en todo el mundo, correspondiendo un 57,37 % del total a Japón y Corea del Sur y un 16,29 % a los países europeos. La cuota de mercado correspondiente a los astilleros españoles fue del 0,24 % sobre las cgt totales contratadas a nivel mundial, mientras que si lo comparamos con el total de cgt contratadas por la Unión Europea, la cuota de España fue del 1,48 % durante 2005.

Respecto a la cartera de pedidos, durante el año 2005 cartera de pedidos de los países de la OCDE alcanzó los 79,362 millones de cgt, lo que supone un aumento del 13,63 % respecto al año anterior. De esta cifra, 13,057 millones de cgt correspondieron al total de países europeos de la OCDE (16,45 % del total OCDE de cgt en cartera), 26,952 millones de cgt (33,96 % del total OCDE) a los astilleros japoneses y 37,396 millones de cgt (47,12 % del total OCDE) a los coreanos.

La cartera de pedidos a nivel mundial alcanza los 104,923 millones de cgt, experimentando un aumento del 16 % respecto al año 2004. De este total, un 61,32 % corresponde a Japón y Corea del Sur y un 12,44 % a los países Europeos. Comienza a verse una lenta recuperación de Europa frente a Corea y Japón. La cuota de mercado correspondiente a los astilleros españoles fue del 1,4 % del total mundial de cgt en cartera, y del 1,13 % del total de cgt en cartera en países de la Unión Europea.

## Ayudas en la Unión Europea. Nuevo Marco

Habiendo finalizado el 31 de marzo de 2005 la vigencia del reglamento (CE) nº 1177/2002, del Consejo de 27 de junio de 2002, relativo a un mecanismo defensivo temporal para la construcción naval, actualmente las ayudas a este sector industrial se rigen por el nuevo marco que se expone a continuación.

Marco aplicable a las ayudas estatales a la construcción naval (2003/C 317/06), DOCE C317/11, de 30-12-2003, por el que se adaptan a la construcción naval una serie de disposiciones horizontales de ayudas, mediante disposiciones específicas referidas a los siguientes campos:

- Ayudas a la investigación, el desarrollo y la innovación. (Hasta el 20 %).
- Ayuda al cierre.
- Ayuda a la creación de empleo.
- Créditos a la exportación (Acuerdos OCDE).
- Ayuda al desarrollo (Acuerdos OCDE).
- Ayuda regional (Hasta el 22,5 %).

Todos los planes de concesión de una nueva ayuda se notificarán a la Comisión y los Estados miembros presentarán a la Comisión informes anuales sobre todos los regímenes de ayuda existentes. Este Marco será aplicable desde el 1 de enero de 2004 hasta el 31 de diciembre de 2006 como máximo.

Es de significar que en el texto español publicado en el DOCE, se ha cometido el error de traducir en el apartado 3.3.4 de *"shipowners"* por "propietarios de astilleros", corregido en la "Corrección de errores de la Comunicación de la Comisión: Marco aplicable a las ayudas estatales a la construcción naval" en el Diario Oficial de la Unión Europea el 30.42004 c 104/71

## Ayudas en España

La concesión de ayudas a la construcción naval en España está regulada por el Real Decreto 442/1994, de 11 de marzo, sobre primas y financiación a la construcción naval (B.O.E. del 22.04.94). Sin embargo, el tiempo transcurrido desde su publicación ha obligado a introducir sucesivas modificaciones tanto para adaptarlo a los cambios de la reglamentación comunitaria, como para eliminar condicionantes innecesarios o limitar o permitir ayudas a ciertos tipos de construcciones. Para ello ha sido necesaria la publicación de los siguientes Reales Decretos:

- Real Decreto 1395/1995, de 4 de agosto. (B.O.E. del 30.11.95).
- Real Decreto 1562/1997, de 10 de octubre (B.O.E. del 18.10.97).
- Real Decreto 2600/1998, de 4 de diciembre (B.O.E. del 17.12.98).
- Real Decreto 3452/2000, de 22 de diciembre (B.O.E. del 23.12.00).
- Real Decreto 1274/2003 de 10 de octubre (B.O.E. del 17.10.03).
- Real Decreto 59/2005 de 21 enero (B.O.E. del 01.02.05).

La incorporación de todas las modificaciones da lugar a un Texto refundido del Real Decreto 442/1994.

Todo el proceso de solicitud, propuesta, concesión y devengo de la ayuda esta recogido en el Reglamento de Primas y Financiación a la Construcción Naval, aprobado por Orden Ministerial de 26 de septiembre de 1994 (B.O.E. de 30.09.94). La ayuda se concede por el Ministerio de Industria Turismo y Comercio (Dirección General de Desarrollo Industrial) a propuesta de la Gerencia del Sector Naval.

**Tabla 1.- Actividad contractual**
**NUEVOS CONTRATOS**

| | Total año 2005 | | | Total año 2004 | | | Variación % | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nº | GT | CGT | Nº | GT | CGT | GT | CGT |
| **Nacionales** | **21** | **58.891** | **94.223** | **32** | **50.560** | **115.571** | **16%** | **-18%** |
| - Mercantes | 15 | 55.920 | 83.397 | 24 | 42.833 | 92.255 | 31% | -10% |
| - Pesqueros | 6 | 2.971 | 10.826 | 8 | 7.727 | 23.316 | -62% | -54% |
| **Exportación** | **54** | **332.986** | **425.907** | **34** | **88.619** | **140.776** | **276%** | **203%** |
| - Mercantes | 47 | 325.004 | 407.179 | 19 | 84.406 | 123.924 | 285% | 229% |
| - Pesqueros | 7 | 7.982 | 18.728 | 15 | 4.213 | 16.852 | 89% | 11% |
| **TOTAL** | **75** | **391.877** | **520.130** | **66** | **139.179** | **256.347** | **182%** | **103%** |
| - Mercantes | 62 | 380.924 | 490.576 | 43 | 127.239 | 216.179 | 199% | 127% |
| - Pesqueros | 13 | 10.953 | 29.554 | 23 | 11.940 | 40.168 | -8% | -26% |

**CARTERA DE PEDIDOS**

| | A 31-12-05 | | | A 31-12-04 | | | Variación % | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nº | GT | CGT | Nº | GT | CGT | GT | CGT |
| **Nacionales** | **28** | **94.952** | **147.872** | **34** | **70.212** | **138.389** | **35%** | **7 %** |
| - Mercantes | 23 | 89.253 | 132.668 | 29 | 64.110 | 121.573 | 39% | 9 % |
| - Pesqueros | 5 | 5.699 | 15.204 | 5 | 6.102 | 16.816 | -7% | -10 % |
| **Exportación** | **65** | **423.723** | **537.438** | **36** | **149.099** | **204.056** | **184%** | **163 %** |
| - Mercantes | 59 | 415.877 | 519.254 | 25 | 143.775 | 185.577 | 189% | 180 % |
| - Pesqueros | 6 | 7.846 | 18.184 | 11 | 5.324 | 18.479 | 47% | -2 % |
| **Total** | **93** | **518.675** | **685.310** | **70** | **219.311** | **342.445** | **137%** | **100 %** |
| - Mercantes | 82 | 505.130 | 651.922 | 54 | 207.885 | 307.150 | 143% | 112 % |
| - Pesqueros | 11 | 13.545 | 33.388 | 16 | 11.426 | 35.295 | 19% | -5 % |

Fuente: Gerencia del Sector Naval

IMPRESCINDIBLE PARA LA VIDA.
Lo verdaderamente importante no suele poder apreciarse a primera vista. A menudo se esconde bajo la superficie, trabajando en la sombra para que todo funcione a la perfección. Como debe ser.
PUVLIS PUBLICIDAD
ISLAS INDUSTRIES
Conducción de Fluidos
Vanguardia tecnológica en abastecimiento, montaje y mantenimiento a los sectores:
NAVAL · Frío Industrial · Químico-Hidrocarburos · Farmacológico · Maderero · Alimentario · Ferroviario
Polígono Industrial de Vincios, 43 · 36316 Gondomar · Pontevedra · Spain · T +34 986 468 050 · F +34 986 467 867
islas@islasindustries.com · www.islasindustries.com

C. NAVAL ESP. PAG.19-34 21/6/06 13:38 Página 4

**Tabla 2.- Buques contratados en 2005 (Resumen por tipos de buques)**

| Tipo de buque | Nº | GT | CGT |
|---|---|---|---|
| Transportes de prod. | | | |
| Pet. y químicos | 5 | 48.625 | 53.366 |
| Cargueros | 23 | 118.126 | 159.475 |
| Portacontenedores | 6 | 70.700 | 76.530 |
| Transporte LNG | 1 | 90.814 | 68.117 |
| Ferries | 1 | 2.999 | 6.748 |
| Pesqueros | 13 | 10.953 | 29.554 |
| Otros buques | 26 | 49.660 | 126.340 |
| **Total** | **75** | **391.877** | **520.130** |

Fuente: Gerencia del Sector Naval

**Tabla 3.- Cartera de pedidos en 31-12-05 (Resumen por tipos de buques)**

| Tipo de buque | Nº | GT | CGT |
|---|---|---|---|
| Transportes de prod. | | | |
| Petr.y químicos | 9 | 95.846 | 98.495 |
| Cargueros | 25 | 124.126 | 167.575 |
| Portacontenedores | | | |
| y línea rápidos | 6 | 70.700 | 76.530 |
| Transportes de LNG | 1 | 90.814 | 68.117 |
| Ferries | 4 | 55.028 | 66.580 |
| Pesqueros | 11 | 13.545 | 33.388 |
| Otros buques | 37 | 68.616 | 174.625 |
| **Total** | **93** | **518.675** | **685.310** |

Fuente: Gerencia del Sector Naval

**Tabla 4.- Actividad productiva**

| | Total año 2005 | | | Total año 2004 | | | Variación % | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nº | GT | CGT | Nº | GT | CGT | GT | CGT |
| **PUESTAS DE QUILLA** | | | | | | | | |
| - Nacional | 31 | 44.975 | 100.750 | 34 | 82.527 | 141.024 | -46 % | -29 % |
| - Exportación | 33 | 190.548 | 230.337 | 24 | 74.689 | 106.961 | 155% | 115 % |
| **Total** | **51** | **240.787** | **320.833** | **55** | **119.664** | **207.711** | **101%** | **54 %** |
| **BOTADURAS** | | | | | | | | |
| - Nacional | 27 | 39.701 | 94.270 | 19 | 52.833 | 94.545 | -25% | 0 % |
| - Exportación | 30 | 98.041 | 151.236 | 23 | 68.873 | 98.185 | 42% | 54 % |
| **Total** | **57** | **137.742** | **245.506** | **42** | **121.706** | **192.730** | **13%** | **27 %** |
| **ENTREGAS (Pruebas Oficiales)** | | | | | | | | |
| - Nacional | 28 | 33.435 | 85.660 | 18 | 43.043 | 86.221 | -22% | -1 % |
| - Exportación | 24 | 57.782 | 91.855 | 23 | 336.296 | 290.561 | -83% | -68 % |
| **Total** | **52** | **91.217** | **177.515** | **41** | **379.339** | **376.782** | **-76%** | **-53 %** |
| **INDICE DE ACTIVIDAD** | | | | | | | | |
| Actividad | | | | | | | | |
| Ponderada (1) | | 151.872 | 247.340 | | 185.604 | 242.488 | -18% | 2 % |

Fuente: Gerencia del Sector Naval
(1) Actividad Ponderada = (Q + 2 x B + E)/4; donde Q = Puestas de Quilla, B =Botaduras, E = Entregas

**Tabla 5.- Puestas de quilla en 2005 (Resumen por tipos de buques)**

| Tipo de buque | Nº | GT | CGT |
|---|---|---|---|
| Transportes de prod. | | | |
| Petr. y químicos | 2 | 25.825 | 27.116 |
| Cargueros | 3 | 20.799 | 28.079 |
| Portacontenedores | | | |
| y Línea rápidos | 2 | 27.700 | 24.930 |
| Transporte LNG | 1 | 90.814 | 68.117 |
| Ferries | 2 | 20.342 | 26.692 |
| Pesqueros | 19 | 12.031 | 37.624 |
| Otros buques | 22 | 43.276 | 108.275 |
| **Total** | **51** | **240.787** | **320.833** |

Fuente: Gerencia del Sector Naval

**Tabla 6.- Botaduras en 2005 (Resumen por tipos de buques)**

| Tipo de buque | Nº | GT | CGT |
|---|---|---|---|
| Transportes de prod. | | | |
| Petr. y químicos | 3 | 44.325 | 40.495 |
| Cargueros | 1 | 3.000 | 4.050 |
| Ferries | 2 | 34.686 | 39.888 |
| Pesqueros | 18 | 16.076 | 46.212 |
| Otros buques | 33 | 39.655 | 114.861 |
| **Total** | **57** | **137.742** | **245.506** |

Fuente: Gerencia del Sector Naval

**Tabla 7.- Entregas en 2005 (Resumen por tipos de buques)**

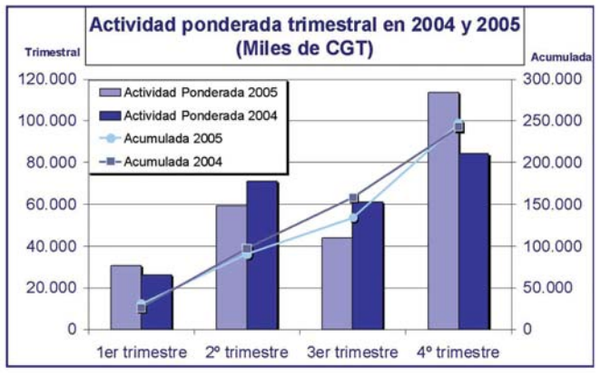
| Tipo de buque | Nº | GT | CGT |
|---|---|---|---|
| Ferries | 3 | 63.033 | 64.154 |
| Pesqueros | 18 | 9.279 | 33.216 |
| Otros buques | 31 | 18.905 | 80.145 |
| **Total** | **52** | **91.217** | **177.515** |

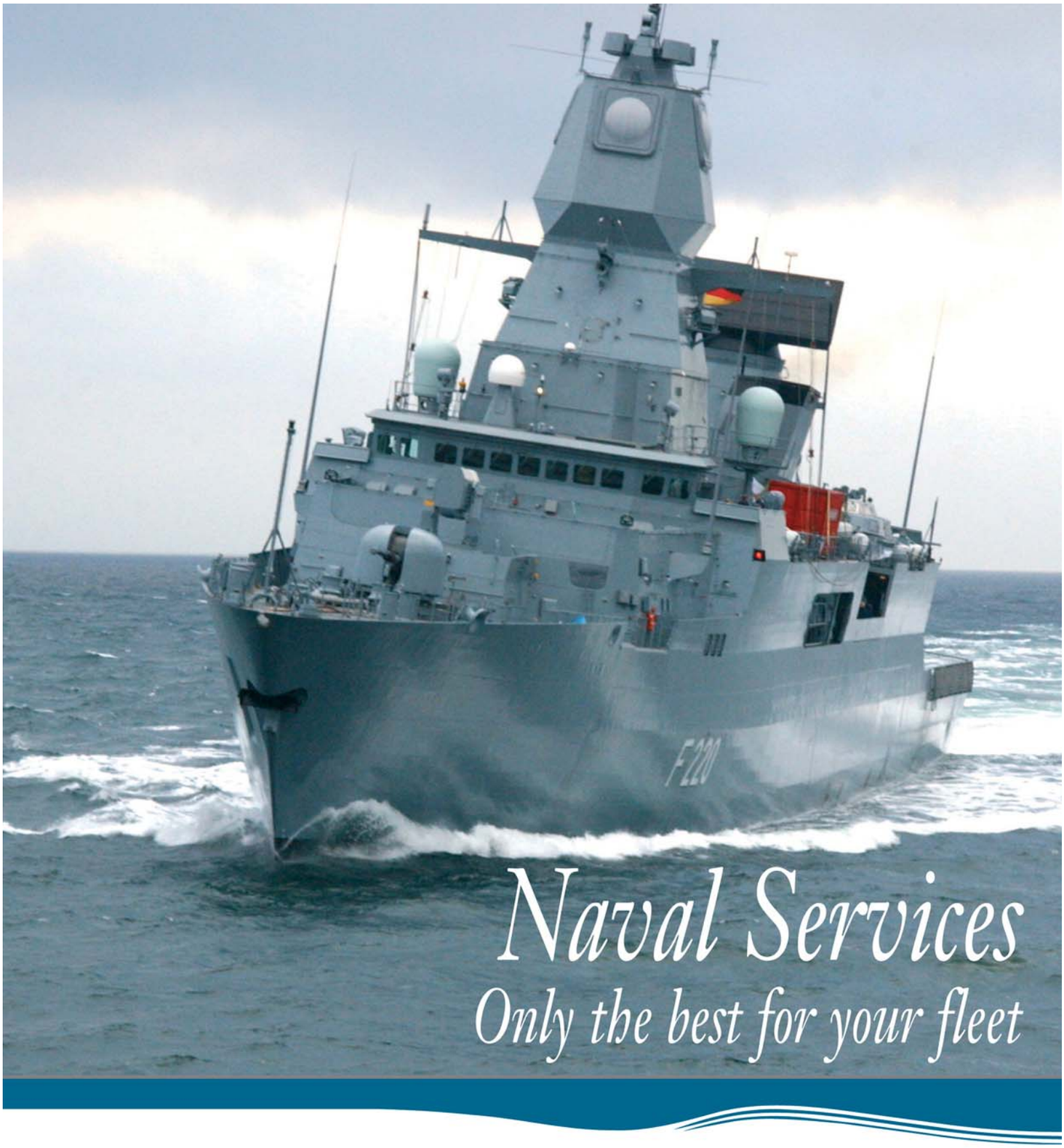
Fuente: Gerencia del Sector Naval

**Tabla 8. - Actividad Ponderada trimestral, en CGT**

| | 2004 | | 2005 | |
|---|---|---|---|---|
| | Actividad Ponderada | Acumulada | Actividad Ponderada | Acumulada |
| 1er trimestre | 26.166 | 26.166 | 30.762 | 30.762 |
| 2º trimestre | 71035 | 97.201 | 59.252 | 90.014 |
| 3er trimestre | 61165 | 158.366 | 43.798 | 133.812 |
| 4º trimestre | 84122 | 242.488 | 113.528 | 247.340 |

Fuente: Gerencia del Sector Naval






With more than 30 years of experience in many types of combat and non-combat naval vessels for 24 of the world's navies, Germanischer Lloyd (GL) can point to a breadth of expertise in the design, construction and in-service supervision of naval surface and subsurface vessels. Only recently, this expertise was underlined by the publication of the complete GL Rules for Classification and Construction of Naval Ship Technology. Where quality is essential and the highest standards have to be met, you know you can rely on GL.

Germanischer Lloyd Aktiengesellschaft
Vorsetzen 35 · 20459 Hamburg/Germany
Phone +49 40 36149-0 · Fax +49 40 36149-200
headoffice@gl-group.com · www.gl-group.com

Germanischer Lloyd
OPERATING 24/7

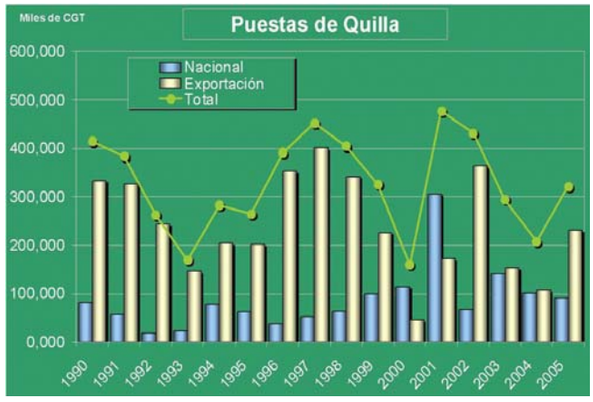
C. NAVAL ESP. PAG.19-34 21/6/06 13:38 Página 6

**Tabla 9. - Evolución de la contratación y de la cartera de pedidos en el último decenio**
**NUEVOS CONTRATOS**

| | NACIONAL | | EXPORTACION | | TOTAL | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | GT | CGT | GT | CGT | GT | CGT |
| 1995 | 27.996 | 57.966 | 322.498 | 292.515 | 350.494 | 350.481 |
| 1996 | 16.352 | 51.084 | 270.649 | 268.759 | 287.001 | 319.843 |
| 1997 | 91.937 | 144.965 | 844.210 | 660.885 | 936.147 | 805.850 |
| 1998 | 36.080 | 62.193 | 76.133 | 131.689 | 112.213 | 193.882 |
| 1999 | 87.820 | 108.518 | 7.635 | 26.712 | 95.455 | 135.230 |
| 2000 | 346.404 | 335.459 | 147.917 | 204.899 | 494.321 | 540.358 |
| 2001 | 81.523 | 139.036 | 231.630 | 219.207 | 313.153 | 358.243 |
| 2002 | 38.246 | 71.652 | 141.924 | 189.780 | 180.170 | 261.432 |
| 2003 | 62.367 | 118.803 | 39.706 | 77.363 | 102.073 | 196.166 |
| 2004 | 50.560 | 115.571 | 88.619 | 140.776 | 139.179 | 256.347 |
| 2005 | 58.891 | 94.223 | 332.986 | 425.907 | 391.877 | 520.130 |

**Tabla 10. - Evolución de las Puestas de Quilla y Botaduras en el último decenio**
**PUESTAS DE QUILLA**

| | NACIONAL | | EXPORTACION | | TOTAL | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | GT | CGT | GT | CGT | GT | CGT |
| 1995 | 25.693 | 62.153 | 245.864 | 201.955 | 271.557 | 264.108 |
| 1996 | 17.948 | 38.249 | 437.167 | 353.036 | 455.115 | 391.285 |
| 1997 | 21.375 | 51.818 | 455.662 | 400.381 | 477.037 | 452.199 |
| 1998 | 36.187 | 63.724 | 443.205 | 340.569 | 479.392 | 404.293 |
| 1999 | 74.057 | 99.337 | 217.237 | 225.453 | 291.294 | 324.790 |
| 2000 | 61.281 | 114.594 | 15.439 | 45.444 | 76.720 | 160.038 |
| 2001 | 296.413 | 304.984 | 119.733 | 171.695 | 416.679 | 476.679 |
| 2002 | 52.033 | 93.007 | 383.343 | 360.073 | 435.376 | 453.080 |
| 2003 | 82.527 | 141.024 | 107.785 | 153.909 | 190.312 | 294.933 |
| 2004 | 44.975 | 100.750 | 74.689 | 106.961 | 119.664 | 207.711 |
| 2005 | 50.239 | 90.496 | 190.548 | 230.337 | 240.787 | 320.833 |




**CARTERA DE PEDIDOS**

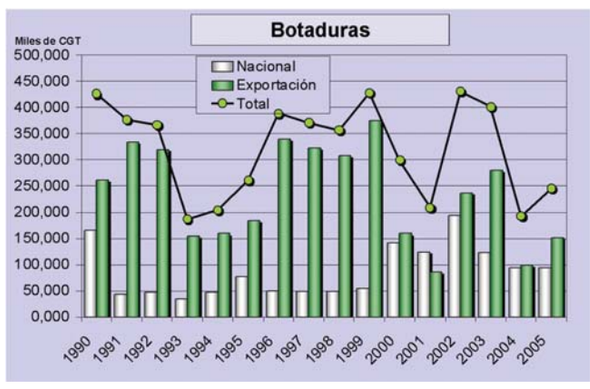
| | NACIONAL | | EXPORTACION | | TOTAL | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | GT | CGT | GT | CGT | GT | CGT |
| 1995 | 42.826 | 84.358 | 738.387 | 622.884 | 781.213 | 707.242 |
| 1996 | 25.098 | 62.762 | 607.479 | 582.199 | 632.577 | 644.961 |
| 1997 | 99.464 | 164.129 | 1.242.404 | 1.045.819 | 1.341.868 | 1.209.948 |
| 1998 | 107.608 | 157.538 | 952.203 | 824.127 | 1.059.811 | 981.665 |
| 1999 | 145.449 | 183.328 | 571.657 | 555.589 | 716.806 | 738.917 |
| 2000 | 428.561 | 418.185 | 269.457 | 312.285 | 698.018 | 730.470 |
| 2001 | 313.269 | 328.981 | 465.751 | 473.665 | 779.020 | 802.646 |
| 2002 | 273.026 | 282.863 | 500.937 | 493.209 | 773.963 | 776.072 |
| 2003 | 63.513 | 112.782 | 396.788 | 353.901 | 460.301 | 466.683 |
| 2004 | 70.212 | 138.389 | 149.099 | 204.056 | 219.311 | 342.445 |
| 2005 | 94.952 | 147.872 | 537.438 | 423.723 | 685.310 | 518.675 |

Fuente: Gerencia del Sector Naval

**BOTADURAS**

| | NACIONAL | | EXPORTACION | | TOTAL | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | GT | CGT | GT | CGT | GT | CGT |
| 1995 | 35.580 | 76.924 | 291.046 | 183.933 | 326.626 | 260.557 |
| 1996 | 24.789 | 49.748 | 437.077 | 338.884 | 461.866 | 388.632 |
| 1997 | 15.188 | 48.367 | 362.638 | 322.313 | 377.826 | 370.680 |
| 1998 | 19.748 | 48.646 | 371.609 | 307.650 | 391.357 | 356.296 |
| 1999 | 34.090 | 53.314 | 439.112 | 374.592 | 473.202 | 427.906 |
| 2000 | 100.827 | 141.027 | 152.635 | 158.811 | 253.462 | 299.838 |
| 2001 | 68.048 | 123.572 | 49.349 | 85.399 | 117.397 | 208.971 |
| 2002 | 151.229 | 170.812 | 247.548 | 237.347 | 398.777 | 408.159 |
| 2003 | 67.606 | 122.440 | 247.025 | 278.767 | 314.631 | 401.207 |
| 2004 | 52.833 | 94.545 | 68.873 | 98.185 | 121.706 | 192.730 |
| 2005 | 39.701 | 94.270 | 98.041 | 151.236 | 137.742 | 245.506 |

Fuente: Gerencia del Sector Naval



C. NAVAL ESP. PAG.19-34 21/6/06 13:38 Página 7

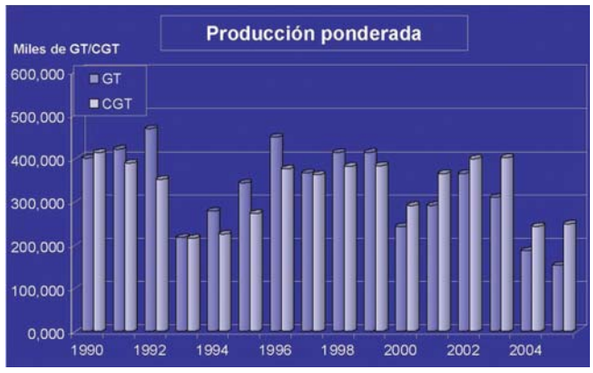
**Tabla 11.- Evolución de las Entregas y de la Producción Ponderada en el último decenio**
**ENTREGAS**

| | NACIONAL | | EXPORTACION | | TOTAL | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | GT | CGT | GT | CGT | GT | CGT |
| 1995 | 41.469 | 83.460 | 402.257 | 218.518 | 443.726 | 301.978 |
| 1996 | 54.346 | 83.057 | 360.070 | 248.778 | 414.416 | 331.835 |
| 1997 | 17.635 | 43.886 | 210.234 | 208.437 | 227.869 | 252.323 |
| 1998 | 24.791 | 57.044 | 364.108 | 348.449 | 389.108 | 405.493 |
| 1999 | 20.340 | 42.591 | 394.676 | 306.395 | 415.016 | 348.986 |
| 2000 | 39.489 | 76.855 | 343.236 | 323.555 | 382.725 | 400.410 |
| 2001 | 103.436 | 156.424 | 129.387 | 133.206 | 232.823 | 289.630 |
| 2002 | 104.561 | 145.038 | 101.703 | 150.651 | 206.264 | 295.689 |
| 2003 | 271.880 | 288.884 | 143.855 | 216.671 | 415.735 | 505.555 |
| 2004 | 43.043 | 86.221 | 336.296 | 290.561 | 379.339 | 376.782 |
| 2005 | 33.435 | 85.660 | 57.782 | 91.855 | 91.217 | 177.515 |

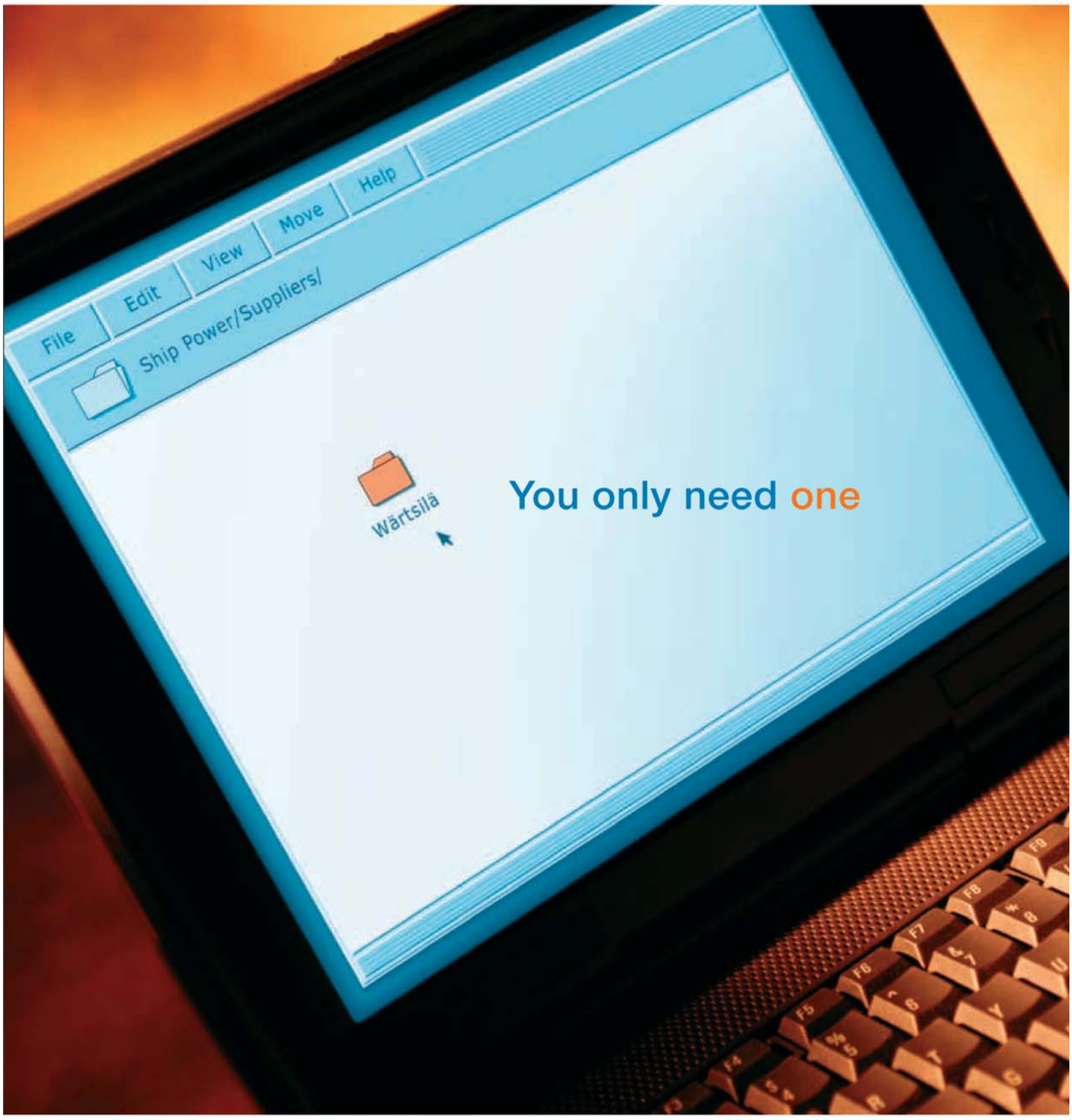
**PRODUCCION PONDERADA**

| | GT | CGT |
|---|---|---|
| 1995 | 342.134 | 271.950 |
| 1996 | 448.316 | 375.096 |
| 1997 | 365.140 | 361.471 |
| 1998 | 412.804 | 380.595 |
| 1999 | 413.179 | 382.397 |
| 2000 | 241.592 | 290.031 |
| 2001 | 220.941 | 296.063 |
| 2002 | 359.799 | 391.272 |
| 2003 | 308.827 | 400.726 |
| 2004 | 185.604 | 242.488 |
| 2005 | 151.872 | 247.340 |

Fuente: Gerencia del Sector Naval
Producción Ponderada = (Q + 2B+ E)/4



WÄRTSILÄ® is a registered trademark.




Wärtsilä suministra soluciones para todo tipo de configuraciones y tamaños, desde simples componentes hasta sistemas completos de maquinaria, propulsión y maniobra, sistemas totalmente compatibles adaptados para que cumplan con el diseño y requerimientos de funcionamiento específicos de su buque. Incluye asistencia durante toda la vida en servicio y valor añadido garantizado. Para todas sus necesidades, Wärtsilä es la respuesta.
Para más información, consultar **www.wartsila.com**

• Motores propulsores y auxiliares • Grupos generadores • Cajas reductoras • Hélices de paso fijo • Hélices de paso variable • Hélices orientables • Chorros de agua • Hélices transversales • Sistemas de control • Timones • Cierres • Cojinetes • Diseño • Ingeniería • Dirección de proyecto • Puesta en marcha • Financiación • Soporte técnico y mantenimiento.

WÄRTSILÄ

**Tabla 12.- Buques mayores de 100 gt contratados por los astilleros nacionales en 2005 (Clasificación por astilleros)**

| Astillero | Núm | Tipo | Armador | País | GT | CGT | tpm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Astilleros Armón, S.A.** | C-584 | Otros Buques | APDL PORTO DE LEIXOES E MADEIRA, S.A. | Portugal | 273 | 1.365 | 0 |
| | C-587 | Pesquero | CHEYMAPA | España | 428 | 1.712 | |
| | C-588 | Pesquero | CHEYMAPA | España | 428 | 1.712 | |
| | C-592 | Pesquero | THESTA & CUNHAS | Portugal | 255 | 1.020 | 0 |
| | C-597 | Pesquero | HENRY GADCHAN | Irlanda | 162 | 648 | 0 |
| | C-598 | Pesquero | P. GESTIAK | Irlanda | 429 | 1.716 | 0 |
| | C-608 | Pesquero | IDURRE, S.A. | España | 330 | 1.320 | 163 |
| | C-621 | Otros Buques | REMOLQUES UNIDOS | España | 425 | 2.125 | |
| | C-622 | Otros Buques | REMOLQUES UNIDOS | España | 425 | 2.125 | 0 |
| | C-625 | Pesquero | ITSASMUTIL | España | 107 | 428 | 0 |
| | C-626 | Otros Buques | HIDRAUMAR, S.R.L. | Portugal | 498 | 2.490 | 283 |
| | C-627 | Otros Buques | OCEAN, S.R.L. | Italia | 498 | 2.490 | 283 |
| | C-628 | Pesquero | Pª CANARIA 2004 | España | 1.058 | 3.174 | 0 |
| | C-631 | Otros Buques | ADRIA TOW, S.R.L. | Eslovenia | 498 | 2.490 | 283 |
| | C-634 | Pesquero | ARMEMENT PERAULT | Francia | 187 | 748 | 0 |
| | C-635 | Otros Buques | ADM. DOS PORTOS DE MADEIRA, S.A | Portugal | 240 | 1.200 | 0 |
| **Astilleros Armón Vigo** | C-012 | Pesquero | MAR DE ISLANDIA, S.L. | España | 620 | 2.480 | 0 |
| | C-045 | Pesquero | POMBO, LDA | Irlanda | 349 | 1.396 | |
| | C-052 | Pesquero | SALEM CHABAHAR PRODUCTS FOOD, CO. | Iran | 3.300 | 6.600 | 0 |
| | C-054 | Trans. Prod. | J & L SHIPPING, LTD | España | 4.200 | 6.720 | 6.000 |
| **Astilleros de Huelva, S.A.** | C-820 | Carguero | Seatruck Ferries Ltd | Reino Unido | 14.700 | 19.845 | 3.800 |
| | C-821 | Carguero | Seatruck Ferries Ltd | Reino Unido | 14.700 | 19.845 | 3.800 |
| | C-822 | Carguero | Seatruck Ferries Ltd | Reino Unido | 14.700 | 19.845 | 3.800 |
| | C-823 | Carguero | Seatruck Ferries Ltd | Reino Unido | 14.700 | 19.845 | 3.800 |
| | C-826 | Trans. Prod. | Marittima Etnea | Italia | 8.600 | 9.030 | 10.000 |
| | C-827 | Trans. Prod. | Marittima Etnea | Italia | 10.240 | 10.752 | 12.500 |
| **Astilleros Murueta, S.A.** | C-257 | Carguero | NAVIERA Murueta SA | España | 3.919 | 5.291 | 5.750 |
| | C-258 | Carguero | NAVIERA | España | 3.919 | 5.291 | 5.750 |
| | C-261 | Carguero | ARKLOW Shipping | Irlanda | 2.999 | 4.049 | 4.500 |
| | C-262 | Carguero | ARKLOW | Irlanda | 2.999 | 4.049 | 4.500 |
| | C-263 | Carguero | ARKLOW | Irlanda | 2.999 | 4.049 | 4.500 |
| | C-264 | Carguero | ARKLOW | Irlanda | 2.999 | 4.049 | 4.500 |
| | C-265 | Carguero | ARKLOW | Irlanda | 2.999 | 4.049 | 4.500 |
| | C-266 | Carguero | ARKLOW | Irlanda | 2.999 | 4.049 | 4.500 |
| **Astilleros Zamacona, S.A.** | C-625 | Otros Buques | ENTERPRISE Portuaire de Bejaia | Argelia | 80 | 400 | 29 |
| | C-636 | Otros Buques | REMOLCADORES de Barcelona S.A. | España | 370 | 1.850 | 210 |
| | C-637 | Otros Buques | REMOLCADORES | España | 370 | 1.850 | 210 |
| | C-642 | Otros Buques | VIKING Offshore Services | Reino Unido | 1.550 | 4.960 | 1.550 |
| | C-643 | Otros Buques | VIKING | Reino Unido | 1.550 | 4.960 | 1.550 |
| | C-644 | Otros Buques | VIKING | Reino Unido | 1.550 | 4.960 | 1.550 |
| | C-645 | Otros Buques | VIKING | Reino Unido | 1.550 | 4.960 | 1.550 |
| | C-646 | Otros Buques | VIKING | Reino Unido | 1.550 | 4.960 | 1.550 |
| | C-647 | Otros Buques | VIKING | Reino Unido | 1.550 | 4.960 | 1.550 |
| **Balenciaga, S.A.** | C-394 | Otros Buques | REMOLCADORES de Puerto y Altura S.A. | España | 466 | 2.330 | 0 |
| | C-432 | Otros Buques | GEORGE Craig Group, Ltd | Reino Unido | 1.130 | 3.616 | 0 |
| | C-433 | Otros Buques | GEORGE Craig Group, Ltd | Reino Unido | 1.130 | 3.616 | 0 |
| | C-434 | Otros Buques | GEORGE Craig Group, Ltd | Reino Unido | 1.130 | 3.616 | |
| | C-435 | Otros Buques | GEORGE Craig Group, Ltd | Reino Unido | 3.250 | 6.500 | 0 |
| **C.N. Freire S.A.** | C-589 | Pesquero | MAR de las Antillas, N.V. | Antillas Holandesas | 3.300 | 6.600 | 2.300 |
| | C-600 | Otros Buques | CSIC | España | 2.758 | 8.826 | 0 |
| | C-631 | Carguero | CARISBROOKE Shipping | Holanda | 2.999 | 4.049 | 0 |
| | C-632 | Carguero | CARISBROOKE Shipping | Holanda | 2.999 | 4.049 | 0 |

**Tabla 12.- Buques mayores de 100 gt contratados por los astilleros nacionales en 2005 (Clasificación por astilleros) (Cont.)**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **C.N. Freire S.A. (Cont.)** | C-633 | Carguero | CARISBROOKE Shipping | Holanda | 2.999 | 4.049 | 0 |
| | C-634 | Carguero | CARISBROOKE Shipping | Holanda | 2.999 | 4.049 | 0 |
| | C-635 | Carguero | CARISBROOKE Shipping | Holanda | 2.999 | 4.049 | 0 |
| | C-636 | Carguero | CARISBROOKE Shipping | Holanda | 2.999 | 4.049 | 0 |
| **Factorías Vulcano, S.A.** | C-489 | Trans. Prod. | CANACA Shipping | Chipre | 13.500 | 14.175 | 20.750 |
| | C-491 | Trans. Prod. | AUGUSTA Due, S.R.L. | Italia | 12.085 | 12.689 | 21.600 |
| | C-521 | Otros Buques | BOA Deep CII. AS. | Noruega | 15.800 | 23.700 | 11.000 |
| **F. N. Marín, S.A.** | C-149 | Carguero | NAVEIRO Transportes Marítimos, S.A. | Portugal | 3.100 | 4.185 | 4.400 |
| | C-150 | Carguero | NAVEIRO Transportes Marítimos, S.A. | Portugal | 3.100 | 4.185 | 4.400 |
| | C-151 | Carguero | NAVEIRO Transportes Marítimos, S.A. | Portugal | 3.100 | 4.185 | 4.400 |
| | C-152 | Carguero | CEFERINO Nogueira, S.A. | España | 3.100 | 4.185 | 4.400 |
| | C-153 | Carguero | CEFERINO Nogueira, S.A. | España | 3.100 | 4.185 | 4.400 |
| **H. J. Barreras, S.A.** | C-1651 | Portacont. | CIA. TRANSATLANTICA | España | 13.850 | 12.465 | 16.500 |
| | C-1652 | Portacont. | CIA. TRANSATLANTICA | España | 13.850 | 12.465 | 16.500 |
| | C-1653 | Ferry | MARITIMA de Barlovento, S.L. | España | 2.999 | 6.748 | 3.350 |
| **Metalships & Docks** | C-282 | Otros Buques | SACYR VALLEHERMOSO | España | 2.169 | 6.941 | 0 |
| | C-283 | Otros Buques | NORTH SEA COMMANDER SHIPPING AS | Noruega | 8.400 | 16.800 | 7.000 |
| **Naval Gijón, S.A.** | C-700 | Portacont. | KOMROWSKI | Alemania | 10.750 | 12.900 | 8.000 |
| | C-701 | Portacont. | KOMROWSKI | Alemania | 10.750 | 12.900 | 8.000 |
| | C-702 | Portacont. | KOMROWSKI | Alemania | 10.750 | 12.900 | 8.000 |
| | C-703 | Portacont. | KOMROWSKI | Alemania | 10.750 | 12.900 | 8.000 |
| **Unión Naval Valencia, S.A** | C-383 | Otros Buques | G&P RIMORCHIATORI S.R.L. | Italia | 450 | 2.250 | 343 |
| **Izar - Factoría de Sestao** | C-331 | LNG | KNUTSEN | Noruega | 90.814 | 68.117 | 68.200 |


**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*
*E-mail: Ramon.Iturre@macgregor-group.com*

**MacGREGOR**

**Tabla 13.- Cartera de pedidos de los astilleros nacionales en 31-12- 05 (Clasificación por astilleros)**

| Astillero | Núm | Tipo | Armador | País | GT | CGT | tpm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Astilleros Armón, S.A.** | C-576 | Pesquero | SOCIETE PECHERIE SAHARIENNE DE | Marruecos | 281 | 1.124 | 0 |
| | C-587 | Pesquero | CHEYMAPA | España | 428 | 1.712 | |
| | C-588 | Pesquero | CHEYMAPA | España | 428 | 1.712 | |
| | C-598 | Pesquero | P. Gestiak | Irlanda | 429 | 1.716 | 0 |
| | C-626 | Otros Buques | HIDRAUMAR, S.R.L. | Portugal | 498 | 2.490 | 283 |
| | C-627 | Otros Buques | OCEAN, S.R.L. | Italia | 498 | 2.490 | 283 |
| | C-631 | Otros Buques | ADRIA Tow S.R.L. | Eslovenia | 498 | 2.490 | 283 |
| | C-634 | Pesquero | ARMEMENT Perault | Francia | 187 | 748 | 0 |
| | C-635 | Otros Buques | ADM. Dos Portos de Madeira, S.A. | Portugal | 240 | 1.200 | 0 |
| **Astilleros Armón Vigo** | C-012 | Pesquero | MAR de Islandia, S.L. | España | 620 | 2.480 | 0 |
| | C-016 | Pesquero | PESCAROS, S.L. | España | 427 | 1.708 | 294 |
| | C-045 | Pesquero | POMBO, Lda | Irlanda | 349 | 1.396 | |
| | C-052 | Pesquero | SALEM CHABAHAR PRODUCTS FOOD, CO. | Iran | 3.300 | 6.600 | 0 |
| | C-054 | Trans. Prod. | J & L SHIPPING, LTD | España | 4.200 | 6.720 | 6.000 |
| **Astilleros Gondán S.A.** | C-429 | Otros Buques | SOLENT Towage Ltd | Reino Unido | 1.500 | 4.800 | 0 |
| | C-430 | Otros Buques | EUROMARINE Industries Inc | Reino Unido | 3.000 | 6.000 | 0 |
| | C-431 | Otros Buques | AGENCIA Estatal de Administración | España | 600 | 3.000 | 0 |
| | C-432 | Otros Buques | EDDA Supply Vessel | Reino Unido | 3.950 | 7.900 | 0 |
| **Astilleros de Huelva, S.A.** | C-820 | Carguero | Seatruck Ferries, Ltd | Reino Unido | 14.700 | 19.845 | 3.800 |
| | C-821 | Carguero | Seatruck Ferries, Ltd | Reino Unido | 14.700 | 19.845 | 3.800 |
| | C-822 | Carguero | Seatruck Ferries, Ltd | Reino Unido | 14.700 | 19.845 | 3.800 |
| | C-823 | Carguero | Seatruck Ferries, Ltd | Reino Unido | 14.700 | 19.845 | 3.800 |
| | C-826 | Trans. Prod. | MARITTIMA Etnea | Italia | 8.600 | 9.030 | 10.000 |
| | C-827 | Trans. Prod. | MARITTIMA Etnea | Italia | 10.240 | 10.752 | 12.500 |
| **Astilleros Murueta, S.A.** | C-245 | Pesquero | PESQUERAS ECHEBASTAR, S.A. | España | 3.796 | 7.592 | 2.800 |
| | C-257 | Carguero | NAVIERA Murueta S.A. | España | 3.919 | 5.291 | 5.750 |
| | C-258 | Carguero | NAVIERA Murueta S.A. | España | 3.919 | 5.291 | 5.750 |
| | C-261 | Carguero | ARKLOW Shipping | Irlanda | 2.999 | 4.049 | 4.500 |
| | C-262 | Carguero | ARKLOW Shipping | Irlanda | 2.999 | 4.049 | 4.500 |
| | C-263 | Carguero | ARKLOW Shipping | Irlanda | 2.999 | 4.049 | 4.500 |
| | C-264 | Carguero | ARKLOW Shipping | Irlanda | 2.999 | 4.049 | 4.500 |
| | C-265 | Carguero | ARKLOW Shipping | Irlanda | 2.999 | 4.049 | 4.500 |
| | C-266 | Carguero | ARKLOW Shipping | Irlanda | 2.999 | 4.049 | 4.500 |
| **Astilleros Zamacona, S.A.** | C-616 | Otros Buques | UNTERWESER REEDEREI GmbH | Alemania | 635 | 3.175 | 242 |
| | C-618 | Otros Buques | SOCIEDAD DE SALVAMENTO y Seguridad | España | 3.010 | 6.020 | 3.130 |
| | C-619 | Otros Buques | SOCIEDAD DE SALVAMENTO y Seguridad | España | 3.010 | 6.020 | 3.130 |
| | C-625 | Otros Buques | ENTERPRISE PORTUAIRE DE Bejaia | Argelia | 80 | 400 | 29 |
| | C-636 | Otros Buques | REMOLCADORES DE BARCELONA, S.A | España | 370 | 1.850 | 210 |
| | C-637 | Otros Buques | REMOLCADORES DE BARCELONA, S.A | España | 370 | 1.850 | 210 |
| | C-642 | Otros Buques | VIKING OFFSHORE SERVICES | Reino Unido | 1.550 | 4.960 | 1.550 |
| | C-643 | Otros Buques | VIKING OFFSHORE SERVICES | Reino Unido | 1.550 | 4.960 | 1.550 |
| | C-644 | Otros Buques | VIKING OFFSHORE SERVICES | Reino Unido | 1.550 | 4.960 | 1.550 |
| | C-645 | Otros Buques | VIKING OFFSHORE SERVICES | Reino Unido | 1.550 | 4.960 | 1.550 |
| | C-646 | Otros Buques | VIKING OFFSHORE SERVICES | Reino Unido | 1.550 | 4.960 | 1.550 |
| | C-647 | Otros Buques | VIKING OFFSHORE SERVICES | Reino Unido | 1.550 | 4.960 | 1.550 |
| **Balenciaga, S.A.** | C-394 | Otros Buques | Remolcadores De Puerto Y Altura, S.A. | España | 466 | 2.330 | 0 |
| | C-430 | Otros Buques | Craig Group LTD | Reino Unido | 1.130 | 3.616 | 0 |
| | C-431 | Otros Buques | Craig Group LTD | Reino Unido | 1.130 | 3.616 | 0 |
| | C-432 | Otros Buques | George Craig Group LTD. | Reino Unido | 1.130 | 3.616 | 0 |
| | C-433 | Otros Buques | George Craig Group LTD. | Reino Unido | 1.130 | 3.616 | 0 |
| | C-434 | Otros Buques | George Craig Group LTD. | Reino Unido | 1.130 | 3.616 | |
| | C-435 | Otros Buques | George Craig Group LTD. | Reino Unido | 3.250 | 6.500 | 0 |
| **C.N. Freire S.A.** | C-589 | Pesquero | MAR de las Antillas, N.V. | Antillas Holandesas | 3.300 | 6.600 | 2.300 |
| | C-600 | Otros Buques | CSIC | España | 2.758 | 8.826 | 0 |
| | C-631 | Carguero | CARISBROOKE SHIPPING | Holanda | 2.999 | 4.049 | 0 |
| | C-632 | Carguero | CARISBROOKE SHIPPING | Holanda | 2.999 | 4.049 | 0 |
| | C-633 | Carguero | CARISBROOKE SHIPPING | Holanda | 2.999 | 4.049 | 0 |
| | C-634 | Carguero | CARISBROOKE SHIPPING | Holanda | 2.999 | 4.049 | 0 |
| | C-635 | Carguero | CARISBROOKE SHIPPING | Holanda | 2.999 | 4.049 | 0 |
| | C-636 | Carguero | CARISBROOKE SHIPPING | Holanda | 2.999 | 4.049 | 0 |
| **Factorías Vulcano, S.A.** | C-489 | Trans. Prod. | CANACA Shipping | Chipre | 13.500 | 14.175 | 20.750 |
| | C-490 | Trans. Prod. | GLENCLOVE LV Consultadoria | Portugal | 13.740 | 14.427 | 21.600 |
| | C-491 | Trans. Prod. | AUGUSTA Due, S.R.L. | Italia | 12.085 | 12.689 | 21.300 |
| | C-521 | Otros Buques | BOA Deep CII. AS. | Noruega | 15.800 | 23.700 | 11.000 |

**Tabla 13.- Cartera de pedidos de los astilleros nacionales en 31-12- 05 (Clasificación por astilleros) (Cont.)**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **F. N. Marín, S.A.** | C-145 | Carguero | NAVINORTE, S.A. | España | 3.000 | 4.050 | 4.500 |
| | C-146 | Carguero | NAVINORTE, | España | 3.000 | 4.050 | 4.500 |
| | C-149 | Carguero | NAVEIRO Transportes Marítimos, S.A. | Portugal | 3.100 | 4.185 | 4.400 |
| | C-150 | Carguero | NAVEIRO Transportes Marítimos, S.A. | Portugal | 3.100 | 4.185 | 4.400 |
| | C-151 | Carguero | NAVEIRO Transportes Marítimos, S.A. | Portugal | 3.100 | 4.185 | 4.400 |
| | C-152 | Carguero | CEFERINO Nogueira, S.A. | España | 3.100 | 4.185 | 4.400 |
| | C-153 | Carguero | CEFERINO | España | 3.100 | 4.185 | 4.400 |
| **H. J. Barreras, S.A.** | C-1629 | Trans. Prod. | PETROMARINE | Francia | 6.400 | 6.720 | 0 |
| | C-1645 | Ferry | NAVIERA del Canal, S.L. | España | 17.343 | 19.944 | 2.850 |
| | C-1646 | Ferry | NAVIERA NORMANDIE,S.L. | España | 17.343 | 19.944 | 2.850 |
| | C-1650 | Ferry | MARITIMA de Sotavento | España | 17.343 | 19.944 | 0 |
| | C-1651 | Portacont. | CIA. TRANSATLANTICA | España | 13.850 | 12.465 | 16.500 |
| | C-1652 | Portacont. | CIA. TRANSATLANTICA | España | 13.850 | 12.465 | 16.500 |
| | C-1653 | Ferry | MARITIMA de Barlovento, S.L. | España | 2.999 | 6.748 | 3.350 |
| **Metalships & Docks** | C-283 | Otros Buques | NORTH SEA COMMANDER SHIPPING AS | Noruega | 8.400 | 16.800 | 7.000 |
| **Naval Gijón, S.A.** | C-610 | Trans. Prod. | PASQUIER NAVEGACAO Lda | Portugal | 24.185 | 19.348 | 35.000 |
| | C-700 | Portacont. | KOMROWSKI | Alemania | 10.750 | 12.900 | 8.000 |
| | C-701 | Portacont. | KOMROWSKI | Alemania | 10.750 | 12.900 | 8.000 |
| | C-702 | Portacont. | KOMROWSKI | Alemania | 10.750 | 12.900 | 8.000 |
| | C-703 | Portacont. | KOMROWSKI | Alemania | 10.750 | 12.900 | 8.000 |
| **Unión Naval Valencia, S.A** | C-371 | Trans. Prod. | CIRESA Bunker S.A. | España | 2.896 | 4.634 | 5.000 |
| | C-383 | Otros Buques | G&P RIMORCHIATORI S.R.L. | Italia | 450 | 2.250 | 343 |
| | C-384 | Otros Buques | SERVICIOS AUXILIARES DE PUERTOS, S | España | 290 | 1.450 | 0 |
| | C-385 | Otros Buques | SERVICIOS AUXILIARES DE PUERTOS, S | España | 290 | 1.450 | 0 |
| | C-386 | Otros Buques | CIA VALENCIANA DE REMOLCADORES, S.A. | España | 290 | 1.450 | 0 |
| | C-392 | Otros Buques | REMOLCADORES Boluda, S.A. | España | 395 | 1.975 | 0 |
| | C-393 | Otros Buques | REMOLCADORES | España | 395 | 1.975 | 0 |
| **Izar - Factoría de Gijón** | C-370 | Otros Buques | INSTITUTO Social de la Marina | España | 2.623 | 8.394 | 670 |
| **Izar - Factoría de Sestao** | C-331 | LNG | KNUTSEN | Noruega | 90.814 | 68.117 | 68.200 |

**Tabla 14.- Buques mayores de 100 gt comenzados por los astilleros nacionales en 2005 (Clasificación por astilleros)**

| Astillero | Núm | Tipo | Armador | País | GT | CGT | tpm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Astilleros Armón, S.A.** | C-584 | Otros Buques | APDL PORTO DE LEIXOES E MADEIRA, S.A. | Portugal | 273 | 1.365 | 0 |
| | C-587 | Pesquero | CHEYMAPA | España | 428 | 1.712 | |
| | C-588 | Pesquero | CHEYMAPA | España | 428 | 1.712 | |
| | C-592 | Pesquero | THESTA & CUNHAS | Portugal | 255 | 1.020 | 0 |
| | C-597 | Pesquero | HENRY GADCHAN | Irlanda | 162 | 648 | 0 |
| | C-598 | Pesquero | P. GESTIAK | Irlanda | 429 | 1.716 | 0 |
| | C-608 | Pesquero | IDURRE, S.A. | España | 330 | 1.320 | 163 |
| | C-621 | Otros Buques | REMOLQUES UNIDOS | España | 425 | 2.125 | |
| | C-622 | Otros Buques | REMOLQUES UNIDOS | España | 425 | 2.125 | 0 |
| | C-625 | Pesquero | ITSASMUTIL | España | 107 | 428 | 0 |
| | C-626 | Otros Buques | HIDRAUMAR, S.R.L. | Portugal | 498 | 2.490 | 283 |
| | C-627 | Otros Buques | OCEAN, S.R.L. | Italia | 498 | 2.490 | 283 |
| | C-628 | Pesquero | Pª CANARIA 2004 | España | 1.058 | 3.174 | 0 |
| | C-634 | Pesquero | ARMEMENT PERAULT | Francia | 187 | 748 | 0 |
| | C-635 | Otros Buques | ADM. DOS portos de Madeira, S.A. | Portugal | 240 | 1.200 | 0 |
| **Astilleros Armón Vigo** | C-012 | Pesquero | MAR de Islandia, S.L. | España | 620 | 2.480 | 0 |
| | C-043 | Otros Buques | SOCIEDAD Estatal de Salvamento y Seguridad | España | 1.780 | 5.696 | 0 |
| | C-045 | Pesquero | POMBO, Lda | Irlanda | 349 | 1.396 | |
| **Astilleros Gondán, S.A.** | C-432 | Otros Buques | EDDA Supply Vessel | Reino Unido | 3.950 | 7.900 | 0 |
| **Astilleros de Huelva, S.A.** | C-803 | Pesquero | MAROC-ANDALOUSIE de Peche, S.A. | Marruecos | 256 | 1.024 | 0 |
| | C-804 | Pesquero | MAROC-ANDALOUSIE | Marruecos | 256 | 1.024 | 0 |
| | C-805 | Pesquero | MAROC-ANDALOUSIE | Marruecos | 256 | 1.024 | 0 |
| | C-806 | Pesquero | MAROC-ANDALOUSIE | Marruecos | 256 | 1.024 | 0 |
| | C-807 | Pesquero | MAROC-ANDALOUSIE | Marruecos | 256 | 1.024 | 0 |
| | C-808 | Pesquero | MAROC-ANDALOUSIE | Marruecos | 256 | 1.024 | 0 |
| | C-820 | Carguero | Seatruck Ferries, Ltd | Reino Unido | 14.700 | 19.845 | 3.800 |
| **Astilleros J. Valiña, S.A.** | C-211 | Pesquero | PESQUERA MIRADOURO | Portugal | 2.842 | 8.526 | 0 |
| **Astillero Zamacona, S.A.** | C-615 | Otros Buques | UNTERWESER Reederei GmbH | Alemania | 633 | 3.165 | 332 |
| | C-616 | Otros Buques | UNTERWESER Reederei GmbH | Alemania | 635 | 3.175 | 242 |
| | C-618 | Otros Buques | SOCIEDAD de Salvamento y Seguridad Marítima | España | 3.010 | 6.020 | 3.130 |
| | C-619 | Otros Buques | SOCIEDAD de Salvamento y Seguridad Marítima | España | 3.010 | 6.020 | 3.130 |
| **Balenciaga, S.A.** | C-429 | Otros Buques | CRAIG Group, Ltd | R.Unido | 1.130 | 3.616 | 0 |
| | C-430 | Otros Buques | CRAIG Group, Ltd | R.Unido | 1.130 | 3.616 | 0 |
| | C-431 | Otros Buques | CRAIG Group, Ltd | R.Unido | 1.130 | 3.616 | 0 |
| **C.N. Freire, S.A.** | C-589 | Pesquero | MAR de las Antillas, N.V. | Antillas Holandesas | 3.300 | 6.600 | 2.300 |
| | C-600 | Otros Buques | CSIC | España | 2.758 | 8.826 | 0 |
| | C-631 | Carguero | CARISBROOKE SHIPPING | Holanda | 2.999 | 4.049 | 0 |
| **Factorías Vulcano** | C-490 | Trans. Prod. | GLENCLOVE LV CONSULTADORIA | Portugal | 13.740 | 14.427 | 21.300 |
| | C-491 | Trans. Prod. | AUGUSTA DUE, S.R.L. | Italia | 12.085 | 12.689 | 21.600 |
| | C-521 | Otros Buques | BOA DEEP CII. AS. | Noruega | 15.800 | 23.700 | 11.000 |
| **F.N. Marín** | C-149 | Carguero | NAVEIRO Transportes Marítimos S.A. | Portugal | 3.100 | 4.185 | 4.400 |
| **H.J. Barreras, S.A** | C-1646 | Ferry | NAVIERA NORMANDIE,S.L. | España | 17.343 | 19.944 | 2.850 |
| | C-1651 | Portacont. | CIA. TRANSATLANTICA | España | 13.850 | 12.465 | 16.500 |
| | C-1652 | Portacont. | CIA. TRANSATLANTICA | España | 13.850 | 12.465 | 16.500 |
| | C-1653 | Ferry | MARITIMA DE Barlovento, S.L. | España | 2.999 | 6.748 | 3.350 |
| **Metalship & Docks** | C-282 | Otros Buques | SACYR VALLEHERMOSO | España | 2.169 | 6.941 | |
| **Unión Naval de Valencia, S.A.** | C-392 | Otros Buques | REMOLCADORES Boluda, S.A. | España | 395 | 1.975 | 0 |
| | C-393 | Otros Buques | REMOLCADORES Boluda, S.A. | España | 395 | 1.975 | 0 |
| | C-425 | Otros Buques | MARÍTIMA del Saler | España | 369 | 1.845 | 215 |
| **Izar - Factoría de Gijón** | C-370 | Otros Buques | INSTITUTO Social de la Marina | España | 2.623 | 8.394 | 670 |
| **Izar - Factoría de Sestao** | C-331 | LNG | KNUTSEN | Noruega | 90.814 | 68.117 | 68.200 |

**Tabla 15.- Buques mayores de 100 gt botados por los astilleros nacionales en 2005 (Clasificación por astilleros)**

| Astillero | Núm | Tipo | Armador | País | GT | CGT | tpm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Astilleros Armón, S.A.** | C-584 | Otros Buques | APDL PORTO DE LEIXOES E MADEIRA, S.A. | Portugal | 273 | 1.365 | 0 |
| | C-592 | Pesquero | THESTA & Cunhas | Portugal | 255 | 1.020 | 0 |
| | C-597 | Pesquero | HENRY GADCHAN | Irlanda | 162 | 648 | 0 |
| | C-598 | Pesquero | P. GESTIAK | Irlanda | 429 | 1.716 | 0 |
| | C-608 | Pesquero | IDURRE, S.A. S.A. | España | 330 | 1.320 | 163 |
| | C-617 | Otros Buques | MAN SHIPPING Ltd | Reino Unido | 490 | 2.450 | 0 |
| | C-618 | Otros Buques | DELIMITRI SHIPPING Ltd | Reino Unido | 490 | 2.450 | 0 |
| | C-621 | Otros Buques | REMOLQUES UNIDOS | España | 425 | 2.125 | |
| | C-622 | Otros Buques | REMOLQUES UNIDOS | España | 425 | 2.125 | 0 |
| | C-625 | Pesquero | ITSASMUTIL | España | 107 | 428 | 0 |
| | C-627 | Otros Buques | OCEAN, S.R.L. | Italia | 498 | 2.490 | 283 |
| | C-628 | Pesquero | Pª Canaria 2004 | España | 1.058 | 3.174 | 0 |
| | C-635 | Otros Buques | ADM. DOS PORTOS DE MADEIRA, S.A. | Portugal | 240 | 1.200 | 0 |
| **Astilleros Armón Vigo** | C-012 | Pesquero | MAR de Islandia, S.L. | España | 620 | 2.480 | 0 |
| | C-023 | Pesquero | GEMMA María, S.L. | España | 699 | 2.796 | 0 |
| | C-038 | Pesquero | FREIREMAR, S.A. | España | 942 | 3.768 | 0 |
| | C-042 | Otros Buques | SOCIEDAD Estatal de Salvamento y Seguridad | España | 1.780 | 5.696 | 0 |
| | C-043 | Otros Buques | SOCIEDAD Estatal de Salvamento y Seguridad | España | 1.780 | 5.696 | 0 |
| **Astilleros Gondán S.A.** | C-429 | Otros Buques | SOLENT Towage Ltd. | Reino Unido | 1.500 | 4.800 | 0 |
| | C-430 | Otros Buques | EUROMARINE Industries Inc | Reino Unido | 3.000 | 6.000 | 0 |
| | C-431 | Otros Buques | AGENCIA Estatal de Administración Tributaria | España | 600 | 3.000 | 0 |
| **Astilleros de Huelva, S.A.** | C-803 | Pesquero | MAROC-ANDALOUSIE DE PECHE, S.A. | Marruecos | 256 | 1.024 | 0 |
| | C-804 | Pesquero | MAROC-ANDALOUSIE DE PECHE, S.A. | Marruecos | 256 | 1.024 | 0 |
| | C-805 | Pesquero | MAROC-ANDALOUSIE DE PECHE, S.A. | Marruecos | 256 | 1.024 | 0 |
| | C-806 | Pesquero | MAROC-ANDALOUSIE DE PECHE, S.A. | Marruecos | 256 | 1.024 | 0 |
| | C-807 | Pesquero | MAROC-ANDALOUSIE DE PECHE, S.A. | Marruecos | 256 | 1.024 | 0 |
| | C-808 | Pesquero | MAROC-ANDALOUSIE DE PECHE, S.A. | Marruecos | 256 | 1.024 | 0 |
| **Astilleros J. Valiña, S.A.** | C-211 | Pesquero | PESQUERA MIRADOURO | Portugal | 2.842 | 8.526 | 0 |
| **Astilleros Murueta, S.A.** | C-242 | Otros Buques | MINIST. DE DEFENSA NACIONAL (ARMADA | Ecuador | 450 | 2.250 | 60 |
| | C-243 | Otros Buques | MINIST. DE DEFENSA NACIONAL (ARMADA | Ecuador | 450 | 2.250 | 60 |
| | C-244 | Otros Buques | MINIST. DE DEFENSA NACIONAL (ARMADA | Ecuador | 450 | 2.250 | 60 |
| | C-245 | Pesquero | PESQUERAS ECHEBASTAR,S.A. | España | 3.796 | 7.592 | 2.800 |
| **Astilleros Zamacona, S.A.** | C-611 | Otros Buques | REMOLCADORES Y SERVICIOS MARITIMOS, | España | 324 | 1.620 | 78 |
| | C-612 | Otros Buques | REMOLCADORES Y SERVICIOS MARITIMOS, | España | 324 | 1.620 | 78 |
| | C-613 | Otros Buques | REMOLC. DE BARCELONA, S.A./BANSALEASE | España | 386 | 1.930 | 210 |
| | C-614 | Otros Buques | REMOLC.DE BARCELONA, S.A./BANSALEASE | España | 386 | 1.930 | 210 |
| | C-615 | Otros Buques | UNTERWESER REEDEREI GmbH | Alemania | 633 | 3.165 | 332 |
| | C-616 | Otros Buques | UNTERWESER REEDEREI GmbH | Alemania | 635 | 3.175 | 242 |
| **Balenciaga, S.A.** | C-428 | Otros Buques | CRAIG Group, Ltd | Reino Unido | 1.130 | 3.616 | 0 |
| | C-429 | Otros Buques | CRAIG Group, Ltd | Reino Unido | 1.130 | 3.616 | 0 |
| | C-430 | Otros Buques | CRAIG Group, Ltd | Reino Unido | 1.130 | 3.616 | 0 |
| **C.N. Freire, S.A.** | C-589 | Pesquero | MAR de las Antillas, N.V. | Antillas Holandesas | 3.300 | 6.600 | 2.300 |
| **Factorías Vulcano, S.A.** | C-490 | Trans. Prod. | GLENCLOVE LV Consultadoria | Portugal | 13.740 | 14.427 | 21.600 |
| | C-521 | Otros Buques | BOA Deep CII. AS. | Noruega | 15.800 | 23.700 | 11.000 |
| **F. N. Marín, S.A.** | C-145 | Carguero | NAVINORTE, S.A. | España | 3.000 | 4.050 | 4.500 |
| | C-147 | Otros Buques | XUNTA de Galicia | España | 500 | 2.500 | 0 |
| **H. J. Barreras, S.A.** | C-1629 | Trans. Prod. | PETROMARINE | Francia | 6.400 | 6.720 | 0 |
| | C-1645 | Ferry | NAVIERA del Canal, S.L. | España | 17.343 | 19.944 | 2.850 |
| | C-1650 | Ferry | MARITIMA de Sotavento | España | 17.343 | 19.944 | 0 |
| **Metalships & Docks** | C-282 | Otros Buques | SACYR VALLEHERMOSO | España | 2.169 | 6.941 | |
| **Naval Gijón, S.A.** | C-610 | Trans. Prod. | PASQUIER NAVEGACAO Lda | Portugal | 24.185 | 19.348 | 35.000 |
| **Unión Naval Valencia, S.A** | C-375 | Otros Buques | REMOLCADORES Boluda, S.A. | España | 374 | 1.870 | 239 |
| | C-377 | Otros Buques | REMOLCADORES Boluda, S.A. | España | 374 | 1.870 | 239 |
| | C-380 | Otros Buques | ARTIC SHIPPING, S.A. | España | 290 | 1.450 | 0 |
| | C-381 | Otros Buques | SCHIFER MARITIME, S.A. | España | 425 | 2.125 | 0 |
| | C-382 | Otros Buques | SCHIFER MARITIME, S.A. | España | 425 | 2.125 | 0 |
| | C-425 | Otros Buques | MARÍTIMA DEL SALER | España | 369 | 1.845 | 215 |

la química del triángulo rojo
En la industria naval
y 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
Impimaciones
Sika®
Sika S.A. · C/ Aragoneses, 17 · 28108 ALCOBENDAS (Madrid) · Tel. 91 657 23 75 · Fax 91 662 19 38 · www.sika.es · info@es.sika.com

## Tabla 16.- Buques mayores de 100 gt entregados por los astilleros nacionales en 2005 (Clasificación por astilleros)

| Astillero | N. C. | Tipo | Armador | País | GT | CGT | tpm | Ltt (m) | Lpp (m) | M(m) | P (m) | C (m) | Cap (m³) | Propulsor | Tipo | rpm | V (n) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Astilleros Armón, S.A. | C-584 | Otros Buques | APDL PORTO DE LEIXOES E MADEIRA, S.A. | Portugal | 273 | 1.365 | 0 | 25 | 21,5 | 9,8 | 4,7 | 3,4 | | CATERPILLAR | 2x2760 kW | 1.600 | 12 |
| | C-592 | Pesquero | THESTA & Cunhas | Portugal | 255 | 1.020 | 0 | 28,5 | 24,5 | 8 | 3,5 | 3,34 | 141 | ABC | 810 CV | 750 | |
| | C-597 | Pesquero | HENRY GADCHAN | Irlanda | 162 | 648 | 0 | 20 | 16,9 | 7 | 3,5 | 3,05 | 19,5 | | 500 CV | 1.800 | 0 |
| | C-608 | Pesquero | IDURRE, S.A. S.A. | España | 330 | 1.320 | 163 | 33 | 27,25 | 7,7 | 3,5 | 3,13 | 135 | CATERPILLAR | 350 kW | 1.200 | 11 |
| | C-616 | Otros Buques | Hill Shipping Ltd | Reino Unido | 498 | 2.490 | 0 | 33 | 28,7 | 11 | 5,6 | 4,4 | | A.B.C. | 2x1850 kW | 1.000 | 13 |
| | C-617 | Otros Buques | MAN SHIPPING Ltd | Reino Unido | 490 | 2.450 | 0 | 33 | 28,7 | 11 | 5,6 | 4,4 | | A.B.C. | 2x1850 kW | 1.000 | 14 |
| | C-618 | Otros Buques | DELIMITRI SHIPPING Ltd | Reino Unido | 490 | 2.450 | 0 | 33 | 28,7 | 11 | 5,6 | 4,4 | | A.B.C. | 2x1850 kW | 1.000 | 14 |
| | C-621 | Otros Buques | REMOLQUES UNIDOS | España | 425 | 2.125 | 31,5 | 27,3 | 11,2 | 5,4 | 4,2 | | | CATERPILLAR | 2X2500 HP | 1.600 | 12 |
| | C-622 | Otros Buques | REMOLQUES UNIDOS | España | 425 | 2.125 | 0 | 31,5 | 27,3 | 11,2 | 5,4 | 4,2 | | CATERPILLAR | 2X2500 HP | 1.600 | 12 |
| | C-625 | Pesquero | ITSASMUTIL | España | 107 | 428 | | | | | | 0 | 0 | 0 | | | |
| | C-628 | Pesquero | Pª Canaria 2004 | España | 1.058 | 3.174 | 0 | 55 | 74,6 | 10,2 | 4,1 | 0 | 632 | CATERPILLAR | 1378 kW | 1.200 | 13 |
| Astilleros Armón Vigo | C-023 | Pesquero | GEMMA María, S.L. | España | 699 | 2.796 | 0 | 47,7 | 39,63 | 9,8 | 3,95 | 3,9 | | | 1x1448 BHP | 0 | 0 |
| | C-038 | Pesquero | FREIREMAR, S.A. | España | 942 | 3.768 | 0 | 53,85 | 42 | 11 | 4,4 | 4 | | | 1x1694 BHP | 0 | 0 |
| | C-042 | Otros Buques | SOCIEDAD Estatal de Salv. y Seguridad | España | 1.780 | 5.696 | 0 | 56 | 48 | 15 | 9,7 | 5,5 | | MAK | 2 x 3.840 kW | 600 | 15 |
| | C-043 | Otros Buques | SOCIEDAD Estatal de Salv. y Seguridad | España | 1.780 | 5.696 | 0 | 56 | 48 | 15 | 9,7 | 5,5 | | MAK | 3 x 3.840 kW | 600 | 15 |
| | C-046 | Pesquero | PESQUERA Alba, S.L. | España | 238 | 952 | 0 | 29,5 | 23,9 | 7,5 | 3,5 | 3,1 | | | 1x850 BHP | 0 | |
| Astilleros Gondán S.A. | C-428 | Otros Buques | BUGSERTJENESTE II AS KS | Noruega | 643 | 3.215 | 0 | 37 | 33,85 | 14 | 5,4 | 6,5 | | Rolls-Royce | 2x2.700 kW | 0 | 15 |
| Astilleros de Huelva, S.A. | C-791 | Pesquero | PESCABONA, S.A.R.L. | Marruecos | 370 | 1.480 | 0 | 28,8 | 23,2 | 8 | 5,85 | 3,5 | 150 | | 550 HP | 1.200 | 11 |
| | C-792 | Pesquero | PESCABONA, S.A.R.L. | Marruecos | 370 | 1.480 | 0 | 28,8 | 23,2 | 8 | 5,85 | 3,5 | 150 | | 550 HP | 1.200 | 11 |
| | C-793 | Pesquero | PESCABONA, S.A.R.L. | Marruecos | 370 | 1.480 | 0 | 28,8 | 23,2 | 8 | 5,85 | 3,5 | 150 | | 550 HP | 1.200 | 11 |
| | C-803 | Pesquero | MAROC-ANDALOUSIE DE PECHE, S.A. | Marruecos | 256 | 1.024 | 0 | 30,8 | 25,2 | 8 | 3,55 | 3,5 | | | 550 HP | 1.200 | 11 |
| | C-804 | Otros Buques | MAROC-ANDALOUSIE DE PECHE, S.A. | Marruecos | 256 | 1.024 | 0 | 30,8 | 25,2 | 8 | 3,55 | 3,5 | | | 550 HP | 1.200 | 11 |
| | C-805 | Otros Buques | MAROC-ANDALOUSIE DE PECHE, S.A. | Marruecos | 256 | 1.024 | 0 | 30,8 | 25,2 | 8 | 3,55 | 3,5 | | | 550 HP | 1.200 | 11 |
| | C-806 | Otros Buques | MAROC-ANDALOUSIE DE PECHE, S.A. | Marruecos | 256 | 1.024 | 0 | 30,8 | 25,2 | 8 | 3,55 | 3,5 | | | 550 HP | 1.200 | 11 |
| | C-807 | Otros Buques | MAROC-ANDALOUSIE DE PECHE, S.A. | Marruecos | 256 | 1.024 | 0 | 30,8 | 25,2 | 8 | 3,55 | 3,5 | | | 550 HP | 1.200 | 11 |
| | C-808 | Otros Buques | MAROC-ANDALOUSIE DE PECHE, S.A. | Marruecos | 256 | 1.024 | 0 | 30,8 | 25,2 | 8 | 3,55 | 3,5 | | | 550 HP | 1.200 | 11 |
| Astilleros J. Valiña, S.A. | C-211 | Pesquero | PESQUERA MIRADOURO | Portugal | 2.842 | 8.526 | 0 | 73,8 | 68,8 | 14 | 9,1 | 5 | 1700 | MAK | 1x2880 kW | 600 | 15 |
| Astilleros Murueta, S.A. | C-242 | Otros Buques | MINIST. DE DEFENSA NACIONAL (ARMADA | Ecuador | 450 | 2.250 | 60 | 45 | 40 | 10 | 5 | 2,5 | | MTU | 2 x 2.720 kW | 2.100 | 25 |
| | C-243 | Otros Buques | MINIST. DE DEFENSA NACIONAL (ARMADA | Ecuador | 450 | 2.250 | 60 | 45 | 40 | 10 | 5 | 2,5 | | MTU | 3 x 2.720 kW | 2.100 | 25 |
| | C-244 | Otros Buques | MINIST. DE DEFENSA NACIONAL (ARMADA | Ecuador | 450 | 2.250 | 60 | 45 | 40 | 10 | 5 | 2,5 | | MTU | 4 x 2.720 kW | 2.100 | 25 |
| Astilleros Zamacona, S.A. | C-611 | Otros Buques | REMOLCADORES Y SERVICIOS MARITIMOS, | España | 324 | 1.620 | 78 | 27,6 | 26,8 | 15,3 | 3,3 | 5,1 | | CATERPILLAR | 2x1865 kW | 1.600 | 12 |
| | C-612 | Otros Buques | REMOLCADORES Y SERVICIOS MARITIMOS, | España | 324 | 1.620 | 78 | 27,6 | 26,8 | 15,3 | 3,3 | 4,65 | | CATERPILLAR | 2x2500 CV | 1.600 | 12 |
| | C-613 | Otros Buques | REMOLC. DE BARCELONA, S.A./BANSALEASE | España | 386 | 1.930 | 210 | 29,5 | 28 | 11 | 4 | 6,72 | | BERGEN | 2x2400 kW | 1.000 | 13 |
| | C-614 | Otros Buques | REMOLC. DE BARCELONA, S.A./BANSALEASE | España | 386 | 1.930 | 210 | 29,5 | 28 | 11 | 4 | 6,18 | | BERGEN | 2x2400 kW | 1.000 | 12 |
| | C-615 | Otros Buques | UNTERWESER REEDEREI GmbH | Alemania | 633 | 3.165 | 332 | 36,5 | 34,7 | 12,5 | 4,9 | 6,25 | 65 t | MAK | 2X2640 kW | 750 | 14 |
| Balenciaga, S.A. | C-392 | Otros Buques | REMOLCADORES de Puerto y Altura, S.A. | España | 466 | 2.330 | 0 | 33 | 28,65 | 12 | 5,6 | 4,3 | | MAN | 2x3237 CV | 800 | 13 |
| | C-393 | Otros Buques | REMOLCADORES | España | 466 | 2.330 | 0 | 33 | 28,65 | 12 | 5,6 | 4,3 | | MAN | 2x3237 CV | 800 | 13 |
| | C-428 | Otros Buques | CRAIG Group, Ltd | Reino Unido | 1.130 | 3.616 | 0 | 48,25 | 41,5 | 11 | 4,8 | 4,25 | | DEUTZ | 2X1400 kW | 1.015 | 14 |
| | C-429 | Otros Buques | CRAIG Group, Ltd | Reino Unido | 1.130 | 3.616 | 0 | 48,25 | 41,5 | 11 | 4,8 | 4,25 | | DEUTZ | 2X1400 kW | 1.015 | 14 |
| F. N. Marín, S.A. | C-147 | Otros Buques | XUNTA de Galicia | España | 500 | 2.500 | 0 | | | | | | | | | | |
| H.J. Barreras | C-1626 | Ferry | NAVIERA Armas | España | 17.343 | 19.944 | 2.850 | 142,8 | 125 | 24,2 | 13,5 | 5,7 | | | 2X8400KW | 500 | 21 |
| Metalship & Docks | C-282 | Otros Buques | SACYR VALLEHERMOSO | España | 2.169 | 6.941 | 0 | | | | | | | | | | |
| Unión Naval Valencia, S.A. | C-375 | Otros Buques | REMOLCADORES Boluda, S.A. | España | 374 | 1.870 | 239 | 29,5 | 28 | 11 | 4 | | | | 2x2025 kW | 1.000 | 13 |
| | C-377 | Otros Buques | REMOLCADORES Boluda, S.A. | España | 374 | 1.870 | 239 | 29,5 | 28 | 11 | 4 | | | | 2x2025 kW | 1.000 | 13 |
| | C-378 | Pasaje | ARTIC SHIPPING, S.A. | España | 290 | 1.450 | 0 | 23,8 | 21,46 | 11 | 4,72 | | | | 2x1600 kW | 1.600 | 13 |
| | C-379 | Pasaje | ARTIC SHIPPING, S.A. | España | 290 | 1.450 | 0 | 23,8 | 21,46 | 11 | 4,72 | | | | 2x1600 kW | 1.600 | 13 |
| | C-380 | Pasaje | ARTIC SHIPPING, S.A. | España | 290 | 1.450 | 0 | 23,8 | 21,46 | 11 | 4,72 | | | | 2x1600 kW | 1.600 | 13 |
| | C-381 | Otros Buques | SCHIFER MARITIME, S.A. | España | 425 | 2.125 | 0 | 31,7 | 28 | 10,6 | 5,8 | | | | 1 x 2030KW | 1.000 | 13 |
| | C-382 | Otros Buques | SCHIFER MARITIME, S.A. | España | 425 | 2.125 | 0 | 31,7 | 28 | 10,6 | 5,8 | | | | 2 x 2030KW | 1.000 | 13 |
| | C-425 | Otros Buques | MARITIMA DEL SALER | España | 369 | 1.845 | 215 | 29,5 | 28 | 11 | 4 | | 35 t | | 2X1140 kW | 1.600 | 12 |
| Izar - Factoría de Sevilla | C-294 | Ferry | E.N.T.M.V | Argelia | 33.333 | 30.000 | 2.900 | 145 | 130 | 24 | 14,65 | 6,3 | | WARTSILA | 2x25200 kW | 600 | 22 |
| Izar - Astillero San Fernando | C-399 | Ferry | M.COMERCIO e Industria | I.Faroe | 12.357 | 14.210 | 2.100 | 135 | 123 | 22,7 | 13,6 | 5,6 | | IZAR MAN | 4x13440 kW | 750 | 21 |

# Actividades de Navantia durante 2005

Los trabajos más destacados realizados en los diferentes astilleros del grupo Navantia a lo largo del año 2005 son:

## Astillero de San Fernando-Puerto Real

Entrega por el Astillero de San Fernando-Puerto Real de dos buques oceánicos de crucero propulsados por dos motores diesel de 820 kW de potencia unitaria. Con 41,75 m de eslora total, 8,20 m de manga máxima, 2,15 de calado de trazado, 292 toneladas de desplazamiento a media carga, que puede desarrollar 13 nudos de velocidad de crucero y una autonomía de 3.000 millas. El casco está realizado en acero y la superestructura en aluminio.

Entrega de dos catamaranes construidos en el astillero de Navantia San Fernando a la Junta de Andalucía para el transporte de pasajeros en la Bahía de Cádiz. Los catamaranes están adaptados a personas con movilidad reducida destacando por el reducido nivel de vibraciones y ruidos. Sus características principales son: 27,00 m de eslora total, 7,80 m de manga de trazado, un Registro Total Bruto menor de 100 t, 150 pasajeros, 20 nudos y una potencia propulsora 2 x 800 HP

Entrega de el ferry Ro-Pax *Smyril* por el Astillero de San Fernando-Puerto Real destinado a realizar trayectos entre las Islas Feroe. El buque está diseñado para operar en condiciones de vientos de fuerte intensidad, elevados estados de la mar y en puertos de accesos extremadamente complicados. Los sistemas han sido dimensionado para trabajar a temperaturas ambientales de hasta –20 °C. Las características técnicas del buque son: 135,00 m de eslora total, 22,70 m de manga, 13,60 m de puntal a cubierta intemperie, 5,60 m de calado de diseño, con un desplazamiento de 2.100 toneladas, una velocidad de servicio de 21 nudos y una autonomía de 5.700 millas. La propulsión está compuesta por 4 motores diesel MAN / B&W 7L 32/40 acoplados por parejas con una potencia total de 13.440 kW. Pudiendo transportar 976 pasajeros y 200 coches al disponer de 970 m lineales para carga rodada.

## Cartagena

El astillero de Cartagena ha realizado la popa de dos submarinos convencionales de tercera generación para la Armada Chilena de la clase Scorpene. Una de las popas ha sido enviada al astillero francés DCN en Cherburgo para ensamblar la proa. El otro submarino, el *Carrera,* se está ensamblando en Cartagena después de recibir la proa construida en DCN. Las características principales de estos submarinos son: 66,45 m de eslora, 6,2 m de diámetro del casco resistente, 1.550 toneladas de desplazamiento en superficie, 1.705 toneladas de desplazamiento sumergido, en superficie puede desarrollar una velocidad de 11 nudos y sumergido puede desarrollar una velocidad de 20,5 nudos; su autonomía es de 45 días con una dotación de 31 personas.

Izar Cartagena ha entregado el cazaminas *Tajo* de la clase Segura. En el diseño del cazaminas se ha tenido en cuenta la necesidad de dotarle de un bajo nivel de detectabilidad en magnetismo, ruido y presión. Está proyectado para mantener libre de minas los accesos a puertos, bases navales y derrotas costeras. Siendo su principal cometido la detección, clasificación, localización, identificación y neutralización de minas de fondo y orinque.

## Fene

Botadura de la fragata *Méndez Núñez* de la clase F-104 para la Armada Española construida en Fene Astillero de El Ferrol. Sus dimensiones principales son: 146,70 m de eslora total, 18,60 m de manga máxima, una dotación de 182 personas, un desplazamiento de 5.800 toneladas y una velocidad máxima de 28 nudos. El sistema de propulsión es un sistema CODAG con doble línea de ejes con dos hélices de paso controlable que le confiere una autonomía de 4.500 millas a 18 nudos. El perfil de la *Méndez Núñez* es esencialmente polivalente, sus puntos fuertes están en los segmentos antisubmarino y antiaéreo. Tiene instalado el sistema de combate AEGIS que permite la interacción con los sistemas de combate de otros buques.

Botadura de la fragata *Fridtjof Nansen* de la clase F-310, para la Real Marina Noruega construida en Fene Astillero de El Ferrol. Las F-310 están diseñadas fundamentalmente para llevar a cabo misiones de guerra antisubmarina, pero también pueden llevar a cabo operaciones antiaéreas y anti-superficie, ofreciendo también la posibilidad de llevar a cabo misiones en tiempo de paz, estando su estructura adaptada a los mares noruegos. Sus dimensiones principales son: 123,25 m de eslora total, 16,80 m de manga máxima, 9,50 m de puntal a la cubierta principal, 4,90 m de calado de diseño, una dotación de 120 personas, un desplazamiento de 5.130 toneladas y una velocidad de 26 nudos. El sistema de propulsión es un sistema CODAG con doble línea de ejes con dos hélices de paso controlable y un empujador azimutal retráctil a proa.

## Otras actividades

Además, durante el año 2005, Navantia ha consolidado su posición como grupo de reparación y mantenimiento a nivel europeo. En sus diferentes astilleros en el año 2005 se han reparado 157 buques de la Armada Española y 188 buques mercantes (57 de bandera española y 131 de bandera extranjera).

Las reparaciones en buques de la Armada Española se encuadran dentro de la implantación del programa Calidad de Vida en el Mar (CAVIMAR). En el año 2005 Navantia ha efectuado obras para implantar CAVIMAR en el portaaeronaves *Príncipe de Asturias*, en dos fragatas de la serie Santa María *(F-82 Victoria* y *F-83 Numancia)*, en tres corbetas de la serie Descubierta, en algunas patrulleras y en el buque escuela *Juan Sebastián de Elcano*. Reseñar que la implantación del programa CAVIMAR en el *Juan Sebastián de Elcano* ha sido realizada en seis meses en el astillero de Puerto Real coincidiendo con su puesta en seco anual.

Durante el año 2005 en el astillero de El Ferrol se han reparado 7 LNG y LPG. La reparación más significativa ha sido la realizada en la reconstrucción de la bodega nº 5 del LNG *Mostefa Ben Boulaid* con la instalación de nuevas membranas en el tanque de fondo y en los tanques laterales.

# Entregas de Unión Naval de Valencia

Entre los trabajos realizados a lo largo del año 2005 por el astillero Unión Naval de Valencia S.A. perteneciente al grupo Boluda, se pueden destacar:

Entrega de los dos primeros remolcadores de la serie UNV 655 VS a Remolcadores Boluda. Se trata de las construcciones 375 y 377 respectivamente *VB Furia* y *VB Poder*. Son remolcadores con un tiro a punto fijo de 55 toneladas. Están propulsados por dos motores Wartsila &L26A de 2.025 kW cada uno, con dos propulsores Voith Schneider 28GII / 210. Tiene una eslora total de 29,50 metros, una manga de 11,00 metros, un puntal máximo de 5,65 metros y un calado de 4,00 metros; pudiendo desarrollar una velocidad de 13 nudos.

El equipo de remolque está formado por un chigre hidráulico Hatlapa con 137,5 toneladas de tiro al freno y una capacidad de 150 metros de cable de 80 mm de diámetro, y con un gancho hidráulico de 55 toneladas.

Entrega de los tres primeros remolcadores de la serie UNV 352 SD a la Compañía Marítima del Pacífico empresa perteneciente al grupo Boluda en México. Se trata de las construcciones 378, 379 y 380 respectivamente *VB Tamaulipas, VB Sinaloa* y *VB Sonora* (ver revista *Ingeniería Naval* número 837, junio de 2005). Son remolcadores de acero propulsados por dos motores Caterpillar 3516 B de 1.566 kW cada uno, con dos propulsores azimutales en tobera Schottel 3054 y hélices de paso controlable. Tienen una eslora total de 23,80 metros, una manga de 11,00 metros, un puntal máximo de 4,72 metros, un tiro a punto fijo de 53 toneladas y un tiro por popa de 48 toneladas. Pudiendo desarrollar una velocidad de 12,15 nudos.

El equipo de remolque está formado por un chigre hidráulico Hatlapa con 137,5 toneladas al freno y una capacidad de tambor de 150 metros de cable de 80 mm de diámetro; y dos ganchos hidráulicos Oelkes-Eichler con capacidad para 53 toneladas cada uno.

Entrega de los dos primeros remolcadores de la serie UNV 465 SD a la Corporación Marítima Mexicana empresa participada en un 50 % por el Grupo Boluda. Se trata de las construcciones 381 y 382 respectivamente *CMM Coatzacoalcos* y *VB Papaloapan*. Son remolcadores con un tiro a punto fijo de 65 toneladas para servicio en puerto, remolque oceánico; contraincendios exterior y equipamiento antipolución. Están propulsados por dos motores Caterpillar de 2.025 kW cada uno, con dos propulsores azimutales Schottel SRP 1515 CP. Tienen una eslora total de 31,70 metros, una manga de 10,60 metros, un puntal 5,80 metros y un calado máximo de 5,10 metros; pudiendo desarrollar una velocidad de 13 nudos.

El equipo de remolque formado por dos chigres hidráulicos en proa Rolls-Royce con 162,5 toneladas de tiro al freno, con capacidad para 120 metros de estacha de 112 mm de diámetro y un chigre hidráulico en popa Rolls-Royce con 162, 5 toneladas de tiro al freno, con capacidad para 800 metros de cable de 52 mm de diámetro; y con un gancho hidráulico de 65 toneladas.

Entrega del remolcador de la serie UNV 135 AT a Enterprise Portuaire de Bejaia. Es la construcción 425 de nombre *Cap Sigli*. Es un remolcador con un tiro a punto fijo de 35 toneladas para servicio en puerto, remolque oceánico; contraincendios exterior y equipamiento antipolución. Está propulsado por dos motores MAK 6M20 de 1.140 kW cada uno con dos propulsores azimutales Rolls-RoyceAquamaster US 155 FP. Tiene una eslora de 29,50 metros, una manga de 11,00 metros, un puntal máximo de 5,60 metros y un calado de 4,00 metros; y puede desarrollar una velocidad de 11,7 nudos.

El equipo de remolque está formado por un chigre hidráulico Hatlapa para 87,5 toneladas al freno con una capacidad de 200 metros de cable de 80 mm de diámetro y un gancho de remolque Mampey de 40 toneladas.

# Surcando los Siete Mares

ISO 14001 ISO 9001

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

Astillero BARRERAS
VIGO

ECONOMIA PAG.39-42 21/6/06 13:44 Página 1



# La situación económica española. ¿Demasiado pronto para opinar?

Alvaro González de Aledo Rittwagen, Doctor Ingeniero Naval

## La postura oficial

La postura oficial sobre la situación económica actual en España es claramente optimista, porque se fundamente principalmente en el fuerte crecimiento del Producto Interior Bruto, sin duda muy por encima del promedio de la Unión Europea, y ello pese a la escalada de precios del petróleo, se argumenta, y al aumento de los tipos de interés, circunstancias que, añado yo, no son exclusivas nuestras.

A veces se enuncian, pero tratando de minimizarlos, los elementos negativos. En el último informe conocido por la prensa a finales de mayo, poco antes de escribir este trabajo, el Secretario de Estado de Economía admitía el inadecuado patrón de nuestra economía, que crece sobre la base de una fuerte contribución de la demanda interna y con un mal comportamiento del sector exterior. Según dicho informe, la inversión en bienes de equipo también se desacelera, mientras que la inversión en construcción irá experimentando una progresiva reducción, en línea con el elevado endeudamiento de las familias y la tendencia al alza de los tipos de interés. También aumenta el gasto público, que no presenta síntomas de reducirse, sino todo lo contrario, añado también yo, con los nuevos planteamientos económicos de los Estatutos de Autonomía, iniciados por el de Cataluña.

Desde hace unos meses se están alzando en España algunas voces críticas muy autorizadas contra este excesivo optimismo oficial y se exigen reformas importantes que no son ni siquiera enunciadas por los políticos. En Europa se manifiesta también preocupación por la situación económica italiana y española, y su posible incidencia sobre la estabilidad del euro.

## La tremenda amenaza de la inflación

En el número de octubre.de 2002 de esta revista publiqué un artículo con el título **La convergencia de España con la Unión Europea (referencia 1),** uno de cuyos capítulos llevaba el mismo título que este apartado. Si el calificativo de tremenda podía parecer entonces exagerado, la situación ahora, pasados casi cuatro años, es todavía más preocupante a causa del continuado deterioro, especialmente grave en los dos últimos años.

Las ideas que voy a exponer aquí las conocemos todos. Lo que voy a tratar es de justificarlas con algunos números. Pretendo limitarme al análisis de la evolución de la inflación y sus consecuencias más inmediatas: elevación de los costes salariales que, al no poder ser íntegramente compensados con una mejora de la productividad, ocasionan una pérdida continuada y progresiva de la competitividad, con su incidencia sobre las exportaciones, con una ralentización que, en efecto, alcanza ya unos niveles probablemente insostenibles.

Como referencia concreta, según el **Global Competitiveness Report 2005/2006 (2),** elaborado por el World Economic Forum de Ginebra, España ha pasado en el rango de la competitividad de los 117 Países analizados del puesto 23 en el año 2004 al 29 en 2005. No es consuelo que otras economías europeas hayan sufrido también descensos.

En el **Cuadro 1.- Índice de Precios al Consumo armonizados a diciembre de 2005, con Base 100 año 1996,** he recogido para los Países de la UE-25 el índice de inflación acumulado a diciembre.2005, con Base 100 el año 1996. En el bloque de la izquierda están los quince miembros llamemos anteriores, separadamente los doce que pertenecen a la Unión Monetaria y han adoptado el euro. Y en el bloque de la derecha los diez Países de nuevo ingreso en 2004.

Un crecimiento de los precios en España de casi un 31 % en nueve años es sencillamente grave en sí mismo, pero más todavía si se compara con los Países de nuestro entorno económico.

Habitualmente se utiliza la comparación con la media de inflación en la Unión Europea o bien la de la Unión Monetaria, en este caso el 19,5 %. Esa media no me parece en absoluto significativa, pues poco nos afecta la inflación de Hungría o Eslovenia entre los nuevos miembros, pongo por caso, o incluso de Grecia entre los anteriores, países con los que el comercio exterior español es escaso. Creo, por el contrario, que hay que comparar nuestra inflación con la de nuestros principales clientes, a los que van dirigidos nuestros productos, que son Francia en un lugar muy destacado y seguidamente en magnitudes muy similares Alemania, Italia, Portugal y Reino Unido.

**Cuadro 1.– Índice de Precios al Consumo armonizados a diciembre de 2005 – Base 100 año 1996**

| País | Índice | País | Índice |
|---|---|---|---|
| Alemania | 114,3 | **Incorporados en 2004** | |
| Austria | 115,5 | Chipre | 129,5 |
| Bélgica | 118,4 | República Checa | 139,1 |
| España | 130,9 | República Eslovaca | 188,6 |
| Finlandia | 115,0 | Eslovenia | 178,2 |
| Francia | 116,2 | Estonia | 153,6 |
| Grecia | 140,2 | Hungría | 218,5 |
| Holanda | 124,4 | Letonia | 148,0 |
| Irlanda | N.D. | Lituania | 126,6 |
| Italia | 123,7 | Malta | 128,1 |
| Luxemburgo | 124,4 | Polonia | 173,9 |
| Portugal | 129,8 | | |
| **Unión Monetaria** | **119,5** | | |
| Dinamarca | 119,4 | **Total Unión Europea** | **119,0** |
| Reino Unido | 114,7 | | |
| Suecia | 115,1 | | |

Fuente – www.ine.es – IPC armonizado (UE)

Por ello, ha preparado también el Cuadro 2- IPC acumulado en 5 Países seleccionados, a diciembre de 2000 y diciembre de 2005, con Base 100 el año 1996, con los datos correspondientes a los cinco Países antes nombrados, que absorben, como veremos inmediatamente, casi el 60% de nuestras exportaciones totales.

En mi opinión, sigue vigente la voz de alarma que di en mi artículo de hace cuatro años, e insisto que la situación es ahora todavía más grave. La inflación en España sigue siendo cada año aproximadamente el doble que la de Francia, Alemania y Reino Unido. Pero siendo el doble, en el año 2000 nos separaban unos 5 puntos porcentuales de esos Países y la diferencia ahora es de 15 puntos y así seguirá aceleradamente creciendo si no se le pone remedio.

**Cuadro 2 – IPC acumulado en 5 Países seleccionados, a diciembre de 2000 y diciembre.2005, Base 100 año 1996**

| País | 2000 | 2005 |
|---|---|---|
| España | 109,7 | 130,9 |
| Francia | 104,4 | 116,2 |
| Alemania | 104,9 | 114,3 |
| Italia | 108,4 | 123,7 |
| Portugal | 109,4 | 129,8 |
| Reino Unido | 105,6 | 114,7 |

Fuente – www.ine.es – IPC armonizado (UE)

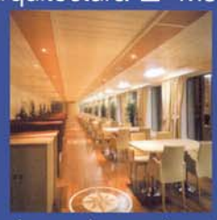
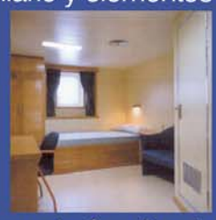
## Consecuencias inmediatas: pérdida de competitividad y el remedio histórico de la devaluación de la moneda

El aumento del diferencial de inflación produce de manera inexorable una pérdida de competitividad y la inevitable reducción de las exportaciones. Por otra parte, disponer como ahora de una moneda fuerte, como es el euro, hace los precios exteriores muy atractivos, con el consiguiente aumento de las importaciones, por lo que la presión se produce por los dos lados. Históricamente, para restablecer la competitividad ante una situación como ésta, el remedio era la devaluación de la moneda,

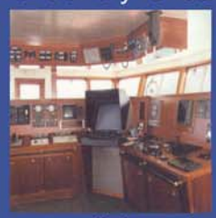
UNE-EN-ISO 9001
DNV
ACREDITADO POR ENAC
EMPRESA CERTIFICADA

## Tecnología · Calidad · Garantía

□ Ingeniería □ Arquitectura □ Mobiliario y elementos

decorativos □ Equipos de cocina, lavandería y fonda



□ Acero de superestructura □ Aire acondicionado

□ Tuberías □ Equipo metálico de armamento

GONSUSA
M. GONZALEZ SUAREZ, S.A.

## HABILITACIÓN NAVAL INTEGRAL

*Diseño, fabricación y montaje de instalaciones "llave en mano" desde 1961*

Rúa da Iglesia, 29 Bembrive • 36313 Vigo (España) • Tel.: +34 986 42 45 60 • Fax: +34 986 42 49 55
www.gonsusa.es e-mail: gonsusa@gonsusa.es

solución afortunadamente desaparecida con la adopción del euro en 1999.

El **Cuadro 3 – Últimas devaluaciones de la peseta.- (3)**, recoge las producidas desde la entrada de España en el Mecanismo de Cambios del SME en 1989, hasta la adopción del euro.

**Cuadro 3 – Últimas devaluaciones de la peseta–**

| Fecha | Paridad pts/DM | Devaluación aprox. % |
|---|---|---|
| 19.jun.89 | 65,00 | |
| 17.sep.92 | 68,42 | 5,0 |
| 22.nov.92 | 72,79 | 6,0 |
| 14.may.03 | 79,11 | 8,0 |
| 06.mar.95 | 85,07 | 7,0 |

Fuente: Banco de España –Servicio de Estudios

Una devaluación es el reconocimiento del fracaso de una política económica y fueron especialmente graves tres devaluaciones sucesivas con respecto a la paridad central, realizadas en poco más de medio año desde septiembre de 1992 a mayo de 1993.

La última depreciación de la peseta anterior fue en 6 de diciembre de 82, fecha en la que el dólar USA pasó de cotizar 117,59 pts. a 127,24 pts.

## Evolución reciente de las Exportaciones

En el **Cuadro 4.- Exportaciones a determinados Países,** he recogido de 2001 a 2005 las exportaciones totales españolas y las dirigidas a Francia, Alemania, Italia, Portugal, y Reino Unido, nuestros más importantes clientes, como ya he dicho, y que el conjunto de todos ellos representa alrededor de un 60% del total de nuestras exportaciones.

Como puede comprobarse, las exportaciones a estos cinco Países han aumentado un 13,3 % en el conjunto de los cuatro años entre 2001 y 2005, algo más de un 3 % anual acumulativo, lo que no parece estar nada mal. Sin embargo, esto ya constituye un segundo motivo de preocupación, cuando se compara con el crecimiento de algo más del 4,3 % de las exportaciones en su conjunto. Estamos perdiendo capacidad de exportación a nuestros clientes naturales más próximos.

## El Déficit de la Balanza Comercial

Lo verdaderamente grave se hace patente cuando se hace entrar en juego las importaciones y aparece el déficit comercial.

En el Cuadro 5 - Balanza Comercial española analizo la evolución de las Importaciones, Exportaciones y Déficit de la Balanza Comercial en los últimos 10 años (4), distinguiendo los dos primeros cuatrienios y los dos últimos años.

**Cuadro 5 - Balanza Comercial Española – Índices de Incremento Anual**

| Operación | 1996/99 % | 2000/03 % | Año 2004 % | Año 2005 % |
|---|---|---|---|---|
| Importaciones | 13,2 | 7,4 | 11,9 | 11,7 |
| Exportaciones | 11,4 | 7,2 | 6,0 | 4,9 |
| Déficit Comercial | 19,9 | 8,1 | 29,1 | 26,1 |

Fuente – www.ine.es – Economía.- Balanza Comercial por Importaciones/Exportaciones y año

En los cuatro años de 1996 a 1999, que tomo como referencia, las importaciones crecieron a un ritmo del 13,2 % anual, las exportaciones al 11,4 %, y el déficit comercial casi al 20 % anual. En el cuatrienio siguiente, con el euro ya establecido, se corrigió fuertemente el desequilibrio, a pesar de que la inflación en España había crecido cinco puntos más que la de nuestros competidores más próximos. En efecto, las exportaciones crecieron a un ritmo medio más reducido, sólo al 7,2 %. Sin embargo de alguna manera se contuvo también el ritmo de crecimiento de las Importaciones a un 7,4 %, con lo que se redujo muy sensiblemente el crecimiento del saldo negativo de la Balanza Comercial, del 20 % al 8 %.

Tradicionalmente el déficit de la Balanza Comercial se compensaba y superaba en España con los ingresos por turismo. Pero aproximadamente en el año 2000 dejó de suceder eso y el último dato que he encontrado, del año 2003, el superavit de la Balanza de Turismo solo ha cubierto del orden de dos tercios del déficit de la Balanza Comercial.

Veamos lo que ha pasado en los dos últimos años: el ritmo de crecimiento de las exportaciones se ha reducido todavía más, al 6 % y 4,9 % respectivamente, menos de la mitad del periodo de referencia el cuatrienio 1996/1999. Pero no se ha conseguido contener las importaciones, animadas por el excesivo consumismo, con incrementos del 12 % próximo al 13 % del periodo de referencia. Consecuencia de ello, el déficit de la Balanza Comercial ha tenido un crecimiento disparatado en los dos últimos años, en porcentajes cercanos al 30 % anual.

Actualmente, el saldo negativo de la Balanza Comercial es ya del orden del 7 % de PIB, el porcentaje más alto de todos los Países del Mundo, después de los Estados Unidos. Realmente, hay que preguntarse si esta situación es sostenible. Insisto en que ya no se puede recurrir al fácil pero pernicioso recurso de devaluación de la moneda.

Otra forma de observar el mismo problema es mediante el porcentaje de las importaciones que se cubre con las exportaciones, como se recoge en el Cuadro 6 para los mismos periodos de tiempo, y que confirma el acelerado deterioro que se está produciendo:

En resumen, creo que los números confirman que nuestra economía está perdiendo competitividad a pasos agigantados, como consecuencia del creciente diferencial de inflación con relación a los Países de nuestro más próximo entorno económico, y que es urgente poner remedio a esta grave situación, aunque no parece que el Gobierno tenga entre sus prioridades esta necesaria lucha contra la inflación, verdadero cáncer de nuestra economía.

**Cuadro 6.- Porcentaje de Cobertura de las Importaciones por las Exportaciones**

| Operación | 1996/99 % | 2000/03 % | Año 2004 % | Año 2005 % |
|---|---|---|---|---|
| Cobertura de las Importaciones | 80,8 | 74,7 | 70,7 | 66,4 |

Fuente – www.ine.es – Economía.- Balanza Comercial por Importaciones/Exportaciones y año

La corrección pasa seguramente por una reducción del gasto público, por estímulos para el ahorro y la inversión, por la reducción del consumo de los hogares, por la disminución de su deuda (la deuda de los hogares es ya superior a su renta anual disponible), por la actualización de los salarios de acuerdo con los aumentos de productividad y no con la inflación esperada, etc. Pero los economistas sabrán qué instrumentos hay que poner en marcha para remediar esta situación, lo único que yo he querido destacar en estas notas es la urgencia de hacerlo.

Volviendo al título de este artículo ¿es demasiado pronto para opinar? Tal vez sí, pero si se tarda mucho en actuar, probablemente llegaremos demasiado tarde.

**Cuadro 4 – Exportaciones a determinados Países (millones de euros)**

| País | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | Aumento en 4 años, % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Total Mundial | 129,771 | 133.268 | 138.119 | 146.452 | 153.652 | 18,4 |
| Francia | 25.324 | 25.351 | 26.529 | 28.396 | 29.553 | 16,7 |
| Alemania | 15.376 | 15.318 | 16.492 | 17.090 | 17.532 | 14,0 |
| Italia | 11,700 | 12.551 | 13.416 | 13.224 | 12.869 | 10,0 |
| Portugal | 13.225 | 13.560 | 13.292 | 14.265 | 14.655 | 10,8 |
| Reino Unido | 11.714 | 12.863 | 12.902 | 13.226 | 13.027 | 11,2 |
| Total 5 Países | 77.339 | 79.643 | 82.631 | 86.201 | 87.636 | 13,3 |

Fuente – www.ine.es – Economía.- Comercio Exterior de España por Países y áreas.

## Referencias


(1) – Alvaro G. de Aledo – **La convergencia de España con la Unión Europea,** Ingeniería Naval, octubre de 2002.

(2) – World Economic Forum – **Global Competitiveness Report 2005-2006,** septiembre de 2005

(3) – **Servicio de Estudios del Banco de España.** Datos facilitados directamente por la Oficina de Estadística y Central de Balances, del Servicio de Estudios.

(4) – **Instituto Nacional de Estadística** - www.ine.es – Economía, Comercio Exterior.

SINAVAL 2007

FERIA INTERNACIONAL DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y PORTUARIA

eurofishing

FERIA INTERNACIONAL DE LA INDUSTRIA PESQUERA

EL SECTOR MARÍTIMO
VIENTO EN POPA

Entre el **24** y el **27** de **enero de 2007**, se celebra una nueva edición de **SINAVAL/EUROFISHING**. Este evento bienal, marco expositor de las últimas tecnologías y avances en las industrias de la construcción naval y pesquera, será una excelente oportunidad para las relaciones comerciales. Un punto de encuentro clave, donde se desarrollarán acciones encaminadas al impulso del sector marítimo.

B! E! C! BILBAO EXHIBITION CENTRE

EXPOSSIBLE!

94 428 54 00
www.bilbaoexhibitioncentre.com/sinaval
sinaval@bilbaoexhibitioncentre.com

UNITOR
SHIPS EQUIPMENT

One hat.
Multiple capabilities.

Specialist people, products and services for new building and retrofit

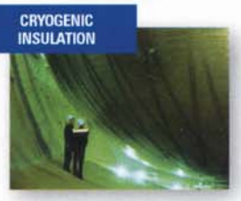
For over 30 years Unitor has provided engineered systems, products and service to the new building, conversion and repair markets worldwide. All designs are proven through years of operating experience. Major project engineering and supplies centres in Europe and Asia support the local Unitor Ships Equipment offices. When the vessel is put in operation, these dedicated resources are further strengthened by Unitor's worldwide network of service stations and full range of spare parts and engineering consumables.

SAFETY

NITROGEN INERT GAS

HEATING VENTILATING & AIR CONDITIONING

CRYOGENIC INSULATION



MAINTENANCE & REPAIR

Unitor strives to be the leader in the areas of safety, refrigeration, gas, welding, insulation, chemicals and maintenance & repair systems, products and service for the marine and offshore market. Unitor operates the largest marine supply network with 71 Unitor offices and 156 agents in 73 countries. Service and delivery is carried out in 145 shipyards and 1603 ports.

UNITOR

www.unitor.com

INGENIERIA PAG.43-44 21/6/06 13:45 Página 1



# Mantenimiento Basado en Condición (CBM) en buques de uso civil y militar

## Introducción

Como cualquier otra instalación, un buque es un entorno altamente tecnológico; aun teniendo en cuenta consideraciones particulares como la accesibilidad, espacio, pesos autorizados o normativas a seguir o el tipo específico de maquinaria rotativa con el que esté equipado, existen criterios comunes a otras aplicaciones que determinan el estándar a seguir en la implantación de una estrategia de mantenimiento.

Un principio básico es la existencia siempre de 3 componentes al aplicar una estrategia de mantenimiento:

- **Reactivo:** dejar funcionar el equipo hasta que falle. Aplicable a elementos de bajo coste y fácilmente sustituibles, y cuya situación de fuera de servicio por fallo no suponga un peligro o merma de capacidades importantes.
- **Preventivo:** Tareas de mantenimiento programadas en base a especificaciones de fabricante, requerimientos o experiencia, por ejemplo. Es un mantenimiento basado en calendario u horas de funcionamiento.
- **Predictivo:** Mantenimiento basado en la monitorización o seguimiento de tendencias de magnitudes físicas del equipo (vibración en maquinaría rotativa, temperatura, velocidad, estado de rodamientos, etc.) indicativas de su estado o condición. La intervención de mantenimiento se realiza cuando existe un problema potencial, detectado al monitorizar esas variables, y cuando la misma alcanza valores por encima de niveles de Alarma preestablecidos por Normativa y/o Experiencia.

Esta última aproximación es la más aconsejable dado el entorno de trabajo de los equipos y de la cual podemos obtener más beneficios.

La reducción de tripulación en los buques supone también un factor a tener en cuenta desde el punto de vista de mantenimiento y la carga de trabajo a asignar. Un correcto uso de la tecnología nos permitirá encontrar un balance adecuado. No olvidemos que el mantenimiento en un navío es una de las actividades más críticas para garantizar la seguridad en las personas y los bienes.

## Mantenimiento Basado en Condición: CBM/Mantenimiento Predictivo

El Mantenimiento Basado en Condición-CBM- es la aplicación de técnicas para minimizar las acciones de mantenimiento en los equipos sin sacrificar su integridad y disponibilidad.

La premisa básica es que el mantenimiento es realizado cuando un cambio en las tendencias de buen funcionamiento de la máquina es detectado. Cualquier equipamiento mecánico y muchos de tipo eléctrico son susceptibles de ser mantenidos aplicando un programa CBM; eso incluye, pero no se limita, a motores, ventiladores, reductores, bombas, compresores, soplantes, Turbinas, Turbocompresores, etc.

El número y tipo de maquinas a incluir en el Programa de CBM debe estar basado en criterios técnico-económicos tales como el coste de reparación, la criticidad del equipo, accesibilidad a recambios, tiempo permitido de parada, tiempo de evolución al fallo, etc.

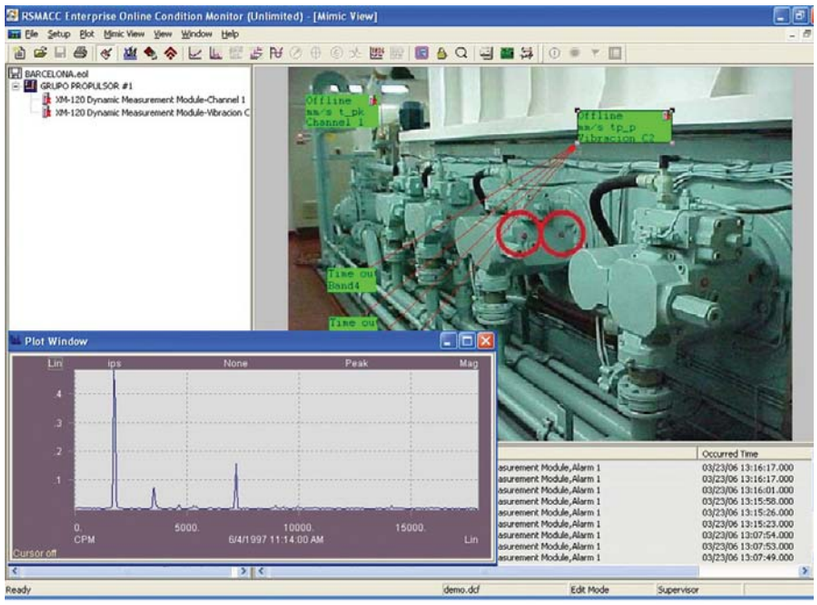
Dentro del ámbito de maquinaria rotativa, el parámetro más habitual a monitorizar es la vibración. Dentro de una embarcación, basándonos en la criticidad de los elementos a monitorizar, elegiremos con qué frecuencia se realiza la recogida de datos para estudiar las tendencias; en función de la periodicidad, utilizaremos una tecnología u otra.

## Sistema en línea *(On-Line)*

Los Sistemas en Línea o de Monitorización en Continuo nos permiten la recogida en tiempo real de múltiples señales de transductores y enviar la información a un ordenador donde procesaremos los datos.

Una embarcación nos fija unos límites muy estrictos en cuanto al volumen, peso, vibración máxima, etc. de los bienes que formen parte de él; al implementar un sistema electrónico para predictivo es importante tener en cuenta estas consideraciones. XM ™ es un sistema de protección y monitorización en tiempo real de parámetros tales como vibración, velocidad, presión, temperatura, etc.

Entre sus características, cabe destacar su reducido tamaño y peso y el estar certificado para la utilización en entornos marinos (peso de un módulo de medida: 193 g). Una consideración adicional, común en este caso a otros entornos, es que el sistema sea fácilmente integrable con otros sistemas de automatización y control existentes en el buque, tales como el Sistema Integrado de Control de Plataforma. XM es un dispositivo Devicenet por lo que su integración a otros dispositivos y redes se realiza sin ningún problema.




La ventaja de un sistema en línea es el poder centralizar la visualización de datos e incluso, en elementos muy críticos, que sea el propio módulo quien dispare una alarma o pare la máquina, garantizándose así la Protección de la Maquinaria Critica.

## Sistemas *off-line:*

Si el elemento a monitorizar no es crítico o su tendencia al fallo es lenta, el uso de un instrumento portátil de colección de datos es aconsejable. La ruta de medidas se realiza con una determinada periodicidad y posteriormente los datos se vuelcan en el software de recogida de históricos y análisis. De nuevo, teniendo en cuenta las particularidades de realizar esta tarea en una embarcación, es aconsejable que el instrumento sea ligero, con pantalla de buena visibilidad y que incluya mínimas funciones de análisis para realizar diagnostico in-situ; Enpac 2500™ de Rockwell Automation es un colector que datos con capacidad de análisis ideal para este tipo de tareas: está equipado con una pantalla VGA de 5.4 x 7.2 cm y sólo pesa 600 gramos; la comunicación entre el instrumento y el ordenador se pude realizar utilizando conexión USB.

## *Software*

El elemento común a las dos formas de colección de datos será el software de explotación de datos y análisis; en él evaluaremos las tendencias de las variables monitorizadas y ante un fallo potencial, analizaremos el origen del posible fallo; en el caso de vibración, estudiando la señal recogida en el dominio de la frecuencia (espectro); de nuevo el concepto integración es sumamente importante. Al software le debemos exigir la integración con otros sistemas existentes en el buque, utilizando protocolos Standard de intercambio de datos (OPC, MIMOSA, etc.)

## Arquitectura e Integración

De nuevo, el criterio de integración de nuestro sistema de mantenimiento basado en condición es común al que exigiremos a otro tipo de instalaciones; a bordo de un buque encontramos diferentes equipos como autómatas, variadores de velocidad, terminales gráficos de operador; es importante que el sistema que implementemos 'conviva' e incluso saque ventaja de aquellos elementos instalados: conectividad a PLCs, visualización de las variables en los sistemas de control y visualización, utilización de la red de datos existente, etc. Este criterio es aplicable tanto al software como al hardware

## Diagnóstico remoto

La experiencia en las instalaciones terrestres ha evidenciado que la eficacia de la implantación del CBM, así como los objetivos que ello comporta en cuanto a Reducción de Costes de Mantenimiento, Reducción de Paradas Imprevistas y, en definitiva, Aumento de Disponibilidad del Buque y Mejoras en su Explotación, descansa sobre los siguientes pilares básicos:

**Sensibilización** de Jefes, Oficiales y Jefes de Flota, con esta nueva estrategia de Mantenimiento.

**Formación Generalizada,** sobre esta nueva estrategia, que permita un cambio de mentalidad del personal habitualmente dedicado a las tareas de mantenimiento.

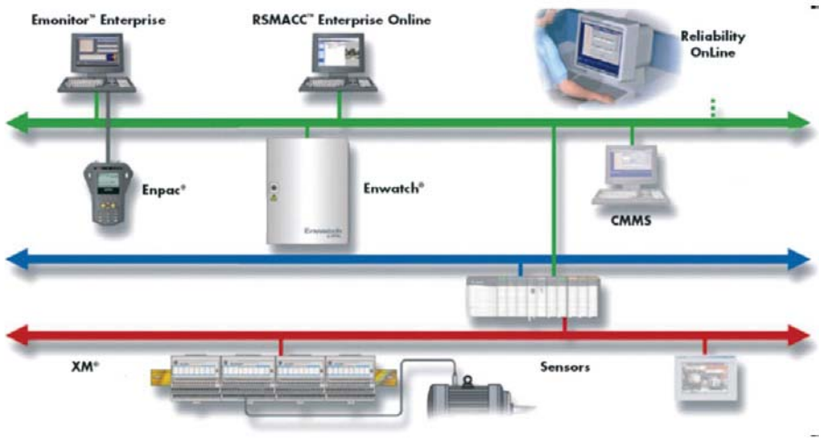
**Formación Especializada,** destinada a una (1) o dos (2) personas de a bordo, que permita su adiestramiento en el manejo de los diferentes sistemas de Mantenimiento Basado en Condición (CBM).

**Selección del Equipamiento adecuado,** según el tipo de instalación, en base a la formación aséptica (no comercial) adquirida o mediante asesoramiento externo.

Para la ***Formación Especializada,*** cuyo calificativo puede significar un pequeño freno, hemos de decir que en base a la misma experiencia anteriormente referida, que si dicha formación ha sido seleccionada adecuadamente, en base a la cualificación y experiencia del personal de a bordo, puede completarse en un periodo de dos (2) semanas con plenas garantías de que el personal destinatario dispondrá de recursos suficientes para poder diagnosticar el 90 % de las averías típicas que puedan presentarse en las maquinas o equipos acogidos al Programa de CBM.

Complementariamente, y en base a la Arquitectura del Sistema y a la Red de Comunicaciones del Buque, es posible la Asistencia Técnica de Expertos y el Diagnostico Remoto desde tierra mediante la conexión con Centros de Diagnostico Especializados.

Actualmente en nuestras instalaciones es posible visualizar, en tiempo real, los equipos críticos de tres (3) Grupos Nucleares localizados remotamente desde el Centro de Diagnostico, con personal cualificado de amplia experiencia en este servicio.



NOTICIAS PAG.45-62 21/6/06 13:51 Página 1



## Navantia comienza la construcción de los ocho patrulleros para Venezuela

El Comandante General de la República Bolivariana de Venezuela, el Almirante Armando Laguna, y el Presidente de Navantia, Juan Pedro Gómez Jaén, firmaron el pasado día 26 de mayo, en las instalaciones de Navantia en San Fernando y Puerto Real, el acta que marca el inicio de los trabajos de construcción de los ocho patrulleros para Venezuela, contratados el pasado 28 de noviembre.

Se trata de cuatro Patrulleros Oceánicos de Vigilancia de la Zona Económica Exclusiva y de cuatro Patrulleros de Vigilancia del Litoral, diseñados ambos por Navantia para misiones defensivas de las aguas territoriales venezolanas. Entre las misiones de estos patrulleros destacan las de vigilancia y protección de la zona pesquera, protección contra el contrabando, protección contra el narcotráfico, así como protección del tráfico marítimo, en general.

Este contrato supone 4 millones y medio de horas de trabajo totales, de las cuales 1.600.000 son para la industria auxiliar. La construcción de estos barcos se llevará a cabo en el Astillero de San Fernando – Puerto Real, dotando así a la zona de la Bahía de Cádiz de una plena ocupación hasta finales del año 2011.

Además de la importante carga de trabajo, este contrato puede tener un fuerte impacto comercial para Navantia, ya que le permite posicionarse con un proyecto propio de última generación en un mercado actualmente en auge, como es el de los patrulleros de altura y vigilancia.

## Agua germicida para uso alimentario e higiénico en pesqueros

EL Centro Tecnológico del Mar (CETMAR) de Vigo, en colaboración con el centro de tecnología de productos marinos y la empresa Meter Tabeada, trabaja en el desarrollo de un sistema de agua germicida para uso alimentario. Este producto podría ser utilizado en los buques pesqueros de fresco para el lavado y la producción de hielo germicida, el lavado de cajas o la esterilización de bodegas.

En el caso de los barcos congeladores, el agua serviría para el lavado anterior y posterior al eviscerado y en los sistemas de fileteado antes de la congelación. También se emplearía para la esterilización de la cadena de producción y bodegas de almacenamiento. En tierra, los almacenistas y subastadores podrán realizar un lavado similar. El equipo elimina la carga bacteriana hasta un 90 %. La investigación está ya en fase de fabricación industrial.

## GS- Hydro nuevo distribuidor de EMB para España

GS-Hydro, SA, ha llegado a un acuerdo de distribución con el prestigioso fabricante de componentes alemán EMB GMBH, convirtiéndose así en su único distribuidor oficial para España.

GS-Hydro, SA, consigue con esta incorporación completar su oferta de productos y servicios de altas prestaciones para todos sus clientes y alcanzar así su misión de "ganar tiempo para nuestros clientes", planteándoles soluciones integrales para todas sus necesidades.

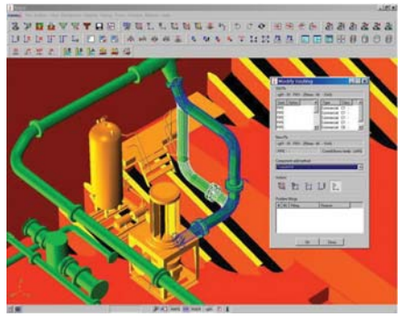
GS-Hydro, SA, es una multinacional de Ingeniería Integral especializada en transmisión de potencia hidráulica desde hace más de 20 años. Con representación en toda España, entre sus servicios y productos cabe destacar el desarrollo de proyectos de ingeniería "llave en mano", montajes de sistemas, representación de los motores hidráulicos Hägglunds, de flexibles de Gates y el servicio móvil urgente de reparaciones en obra Talysman.

## Lloyd's Register puede expedir el Documento de Conformidad para buques de mercancías peligrosas

El servicio de guardacostas de los EE.UU. (USCG) ha autorizado a Lloyd's Register para actuar en su favor en la emisión del Documento de Conformidad para los buques de bandera de EE.UU. destinados al transporte de mercancías peligrosas.

Las mercancías peligrosas requieren unas medidas de seguridad especiales para reducir los riesgos en buques, equipos, personas y puertos. Por ello se requiere un especial control de las instalaciones instaladas en el buque, prestando un interés especial a los sistemas de agua y ventilación, los equipos de protección del personal y al sistema antiincendios.

El Documento de Conformidad que autoriza a los buques para el transporte de mercancías peligrosas complementa los certificados propios de Lloyd's Register. No es la primera colaboración entre Lloyd's Register y USCG, anteriormente ha expedido certificados de seguridad a unidades móviles de perforación *offshore* (MODU). En el año 2003 USCG concedió autorizó a Lloyd's Register a expedir el certificado ACP que recoge el nivel más alto de seguridad de los Guardacostas de EE.UU.



## Sistema Foran para *Imabari Shipbuilding Co, Ltd*

La empresa española Sener Ingeniería y Sistemas S.A. ha llegado a un acuerdo con el grupo de construcción naval japonés Imabari *Shipbuilding Co, Ltd.* para el uso permanente del sistema Foran.

Este acuerdo es la continuación de un proyecto piloto comenzado el año pasado. Donde el personal de Imabari, primero fue entrenado en el uso de Foran en Tres Cantos, Madrid, durante cuatro semanas y a continuación, a finales de noviembre, comenzaron el modelado 3D de la cámara de maquinas de un VLCC en el astillero de Marugame. El proyecto piloto terminó con la generación de planos y toda la información necesaria para producción.

Animados por los resultados del proyecto piloto, Imabari ha puesto en marcha un plan para la implementación gradual y progresiva del sistema Foran en todos sus astilleros comenzando por el propio astillero de Marugame y con el diseño de detalle de un nuevo buque VLCC que será construido por el astillero de Saijo.

El astillero Imabari Shipbuilding Co tiene tres emplazamientos en Japón: Astillero de Imabari (sede central), astillero de Marugame y astillero de Saijo, con instalaciones para construir los buques de hasta 500.000 tpm. El grupo Imabari por cuota de mercado de nuevas construcciones es el más grande de Japón y el cuarto en el mundo.

# Atollvic 53: *semicustom* de crucero

Tras la presentación el 30 de junio de 2005 en el MCRY de Barcelona del crucero oceánico de 20 metros de eslora Atollvic 66, construido en acero corten/inoxidable, el astillero vigués Vicalsa ha iniciado en enero la construcción de otra unidad, esta vez un 53 pies, bajo la misma denominación Atollvic, dibujado por el estudio de ingeniería naval Xavi Cardell Yacht Design.

Este velero, de 16,35 metros de eslora y un desplazamiento de aproximadamente 24 toneladas (de las cuales 7,5 toneladas corresponden a su lastre), se trata de un *sloop* con crucetas retrasadas que se construirá íntegramente, casco, cubierta y estructura, en acero corten e inoxidable. Su manga corresponde a 4,75 metros y su calado a 2,50 metros. Su aparejo podrá levantar aproximadamente 163 m$^2$ de vela en ceñida y está previsto que se propulse con un motor de 130 caballos.

La filosofía del astillero es hacer especial hincapié en aspectos tan importantes como la seguridad, fiabilidad y el confort, por lo que el Atollvic 53 dispondrá de un generador de 8 kW, potabilizadora de 70 l/hora, termo calentador de 60 litros y aire acondicionado de 16.000 BTU.

En cubierta, el Atollvic 53 dispondrá de dos bañeras, una central de convivencia y descanso, y otra de trabajo en popa, con toda la maniobra reenviada y apoyada por *winches* eléctricos. En el interior, el armador dispondrá de dos opciones con dos o tres camarotes, siempre con dos aseos con ducha independiente.

Bajo la cabina sobresaliente de la cubierta, se encuentra el salón con una *dinette* con vistas panorámicas al exterior, con una zona de pilotaje interior al mismo nivel y, a un nivel más bajo que el salón, la cocina equipada con nevera, congelador, encimera de gas, extractor y microondas. Mientras que la altura interior del salón llega a 1,95 metros, la altura mínima en la sala de máquinas, situada bajo la *dinette,* es de 1,5 metros lo que facilita enormemente las tareas de cuidado y mantenimiento de los equipos y sistemas.

| Características principales | |
|---|---|
| Eslora total | 16,35 m |
| Manga | 4,75 m |
| Calado | 2,50 m |
| Desplazamiento | 24 t |
| Superficie vélica | 163 m$^2$ |
| Combustible | 1.500 l |
| Agua | 1.000 l |

# Próximo Congreso Nacional del Medio Ambiente

Del 27 de noviembre al 1 de diciembre de 2006 se celebrará en el Palacio Municipal de Congresos y Exposiciones de Madrid la octava edición del Congreso Nacional del Medio Ambiente CONAMA, Cumbre del Desarrollo Sostenible.

Siguiendo la evolución de anteriores ediciones, se espera que el CONAMA se convierta en un foro de encuentro de los profesionales del área medioambiental, en el que primará el ánimo constructivo para: la búsqueda de soluciones con las aportaciones de todos los sectores implicados, trabajar en grupo para compartir experiencias y trasladar estos mensajes a la sociedad.

En esta edición se celebrará una iniciativa dirigida a los responsables municipales: el encuentro local, que pretende otorgar el protagonismo a las iniciativas de los pueblos y ciudades en aras a conseguir un modelo de desarrollo más equilibrado.

Para lograr los objetivos propuestos CONAMA realizará una serie de actividades que dotan de flexibilidad al programa permitiendo acercarse a las cuestiones que marcarán la evolución del sector. Estas actividades serán:

- **Reflexiones,** presentadas por un periodista especializado, con una duración de 2 horas y un formato a modo de tertulia reunirán a representantes de las administraciones, empresas, mundo científico, académico y social para debatir sobre los grandes temas del desarrollo sostenible.
- **Mesas Redondas,** partiendo de un enfoque más técnico se presentarán temas específicos en torno la sostenibilidad y el medio ambiente considerando todas las perspectivas posibles.
- **Jornadas Técnicas,** divididas en dos partes, en la primera se realizará la presentación de comunicaciones técnicas, experiencias y proyectos concretos; y en una segunda parte en la que se debatirán las comunicaciones expuestas en mesa redonda.
- **Grupos de Trabajo,** constituidos por un panel de expertos que ha realizado unas sesiones previas antes del CONAMA que presentaran un documento de consenso en el que se reflejan las conclusiones, líneas de debate y los resultados obtenidos durante los trabajos previos.
- **Comunicaciones Técnicas,** presentadas dentro de las Jornadas Técnicas, de los Grupos de Trabajo o entregadas dentro de la documentación general del Congreso una vez aceptadas por el Comité Técnico del Congreso.
- **Salas dinámicas,** ponen a disposición de los patrocinadores un espacio donde presentar sus proyectos, líneas de actuación futuras u otro tipo de actividades relacionadas con el sector.

La información detallada, bases de participación y plazos para la presentación de trabajos están disponibles en: www.conama.org/conama8

# 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<br>164 CV a 386 CV |
| CONSUMO OPTIMO: | 224 grs./kW hora<br>165 grs./CV hora |

**SERIE 2000**

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

**SERIE 396**

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

**SERIE 4000**

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

**SERIE 595 y 1163**

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

**TURBINAS A GAS**

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

**SERIE 8000**

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

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

# Convocatorias del Museu Marítim de Barcelona

El Consorci de les Drassanes Reials i Museu Marítim de Barcelona junto con la Delegación Territorial en Cataluña de la Asociación y Colegio de Ingenieros Navales y Oceánicos de España, convocan la II Beca de Investigación "Joan Monjo i Pons" para el desarrollo de un proyecto de investigación con el objetivo de estimular los estudios y las investigaciones relacionadas con el patrimonio y la cultura marítimas.

El área de estudio será el patrimonio y la cultura marítimas en el ámbito español, aunque se dará preferencia a los proyectos que puedan cubrir un vacío importante en el conocimiento de la historia marítima catalana. Desde el punto de vista temático, podrán participar proyectos de investigación en cualquier campo relacionado con las actividades marítimas, desde el punto de vista histórico, aunque se dará preferencia a los trabajos que hagan aportaciones en el campo concreto de la historia de la ingeniería, las ciencias y la construcción naval.

El término de presentación de candidaturas finaliza el 30 de junio de 2006 a las 14 horas.

El Consorci de les Drassanes Reials i Museu Marítim de Barcelona convoca el VII Premio de Investigación "Josep Ricart i Giralt" con el objetivo de estimular las investigaciones en el campo de las ciencias sociales relacionadas con el patrimonio y la cultura marítimas en el ámbito de la costa catalana.

Las obras que opten al premio tendrán que ser inéditas. Los trabajos podrán ser presentados indistintamente en catalán o castellano. Se presentarán dos copias impresas encuadernadas, y en soporte informático compatible para PC, y en condiciones para su edición inmediata (incluidos gráficos, cuadros, apéndices, notas, bibliografía e ilustraciones, sí es el caso).

El plazo de presentación de los trabajos finalizará el 8 de septiembre de 2006 a las 14 horas.

Las candidaturas y los trabajos concursantes se presentarán en el Registro General del Consorci de les Drassanes Reials i Museu Marítim de Barcelona (Avenida de les Drassanes, s/n de Barcelona –08001–, horario de 10 a 14 horas, de lunes a viernes).

Para más información sobre estas convocatorias puede consultarse la página web del Museu Marítim de Barcelona: www.museumaritimbarcelona.org, en el telf. 93 342 99 20 y en m.maritim@diba.es

# Meteorological Data Service (MDS) para la Copa América

El MDS es un sistema meteorológico formado por 21 boyas, 6 bases en tierra, 9 barcos de investigación y un equipo de técnicos que recogen las 24 horas del día datos sobre presión, humedad, temperatura del agua, viento y la altura de las olas de los campos de regatas frente a Valencia. Esa información se la proporcionan a los equipos participantes en la Copa América. Como toda regata depende de las condiciones meteorológicas en las que se desarrolla, esta información permitirá a los equipos participantes en las regatas la toma de decisiones.

Las boyas tienen 7,7 m de altura y más de 1.600 kg de peso, se encuentran repartidas en los dos campos de regatas donde se celebrará la Copa América. Cada boya cuesta 22.500 € y fueron construidas en Nueva Zelanda. Los días de regatas recogen información cada 15 segundos y los días que no hay regata recogen información cada 5 minutos.

Cada una de las boyas tiene 12 sensores estando alimentado por paneles solares y controlado por un sistema electrónico Viper. El sistema cuenta con 5 puertos serie, 2 puertos USB, un interfaz de red Ethernet y una memoria flash para el almacenamiento de datos. Cada boya tiene un sistema de localización GPRS estando construido su cuerpo en poliuretano y su mástil en kevlar, con un esquema modular fácilmente reparable a flote por sustitución de módulos.

El MDS es una iniciativa que nació en el Protocolo de la 32ª America's Cup entre el *Defender* (la Société Nautique de Genève) y el *Challenger of Record* (el Golden Gate Yacht Club). Por medio del MDS se evita la duplicación de programas de recogida de datos equiparando los datos meteorológicos a disposición de los sindicatos participantes. Ya que en la última edición de la Copa América los equipos de mayor presupuesto contaban hasta con siete barcos meteorológicos cada uno. El Director de Regata es el responsable de implementar el MDS. Ocho de los doce equipos de la Copa América se habían adherido al protocolo cuando se llego a una modificación del mismo. Esta modificación recoge que el pago del servicio será realizado por parte de la organización de la Copa América dando una serie de normas vinculantes para el uso de los datos recogidos. Se impide a los equipos combinar la información del MDS con la información suministrada por el GPS, el radar o los sistemas LIDAR (Ligh Detection and Ranking) para evaluar el rendimiento de otro participante.

Normalmente los equipos invierten mucho tiempo y dinero en la investigación del campo de regatas que les permite predecir que rangos de viento y condiciones de mar son los que se tendrán durante la competición. El programa MDS es un elemento nivelador de la competición, ya que los 12 equipos participantes tienen el mismo material bruto sobre el que basar sus análisis y predicciones meteorológicas, su trabajo de diseño naval y la táctica en los cruces del primer tramo de ceñida.

Los equipos a través de sus modelos de predicción, tendrán un margen amplio para ser más competitivos a partir del uso e interpretación de los datos brutos. El equipo de MDS ha desarrollado un paquete de software que muestra todos los datos recopilados y permite a los equipos hacer un análisis visual del viento en la zona de los campos de regatas.

Los datos recogidos con el MDS permiten estudiar fenómenos meteorológicos poco comunes o difíciles de captar por medios tradicionales. Este ha sido el caso en el campo de Regatas Sur frente a la playa de El Saler, una de las boyas registró vientos superiores a 78,4 nudos mientras que las boyas cercanas registraban vientos entre 7,0 y 14,3 nudos, después de analizados estos datos, los meteorólogos han llegado a la conclusión que se ha logrado captar un tornado.

# La UE recomienda fomentar el uso de la electricidad del puerto por los buques atracados

Con fecha 8 de mayo de 2006 en el Diario de la Comisión Europea ha sido publicada una recomendación sobre el fomento del uso de la electricidad en puerto por los buques atracados en los puertos comunitarios, que por su interés se extracta.

Basándose en la Estrategia de la Unión Europea para reducir las emisiones atmosféricas de los buques de navegación marítima, en el programa "Aire limpio para Europa (CAFE), hacía una estrategia temática en pro de la calidad del aire", la regulación sobre las emisiones de motores actualmente en revisión por parte de la OMI, las Directivas Europeas sobre la reducción del contenido en Azufre de los combustibles líquidos y la Directiva Europea sobre el régimen comunitario de imposición de los productos energéticos.

Se recomienda a los Estados miembros la instalación de la electricidad en puerto para su uso por parte de los buques atracados en los puertos. Dicha recomendación es mayor para puertos con mala calidad del aire, alta contaminación acústica y amarres cercanos a las zonas residenciales.

En el Anexo de esta recomendación se recogen los beneficios sobre la rentabilidad y la viabilidad del uso de la electricidad en puerto para reducir las emisiones perjudiciales para el medioambiente en múltiples tipos de buques y trayectos. Siendo necesario un estudio específico caso a caso.

Se recomienda a los Estados miembros que trabajen en el seno de la OMI en la actual revisión del Convenio Internacional para prevenir la Contaminación de los Buques, buscando unificar

las normas internacionales sobre conexiones eléctricas en puerto.

Se recomienda estudiar el ofrecimiento de incentivos económicos a los explotadores de buques para que utilicen la electricidad ofrecida en puerto a los buques dentro de la legislación comunitaria.

Por último los Estados miembros deben informar a las autoridades portuarias, marítimas, sociedades de clasificación y asociaciones del sector sobre el servicio de electricidad en puerto; promover las buenas prácticas empresariales respecto al suministro de la electricidad en el puerto, e informar a la Comisión Europea sobre las medidas que se adoptan para reducir las emisiones de los buques en los puertos.

La recomendación se complementa con un somero anexo con información relativa a los costes y beneficios de la electricidad en puerto, esta información está recogida de forma más detallada en el informe presentado a la Comisión Europea: *Service Contract on Ship Emissions Assignment, Abatement and Market-based Instruments: Shoreside Electricity.* Dicho anexo se desarrolla en cinco puntos:

**Requisitos técnicos: configuración típica:** se describe una conexión típica de electricidad en puerto, considerando que pueden existir diversas configuraciones entre nave y amarradero.

**Beneficios: reducción de emisiones:** se esboza una evaluación ambiental de la reducción de emisiones contaminantes con la aplicación de la norma en un puerto con 500 amarraderos para buques con motores de tamaño medio. Reflejando la reducción de los cuatro agentes contaminantes más habituales en los puertos.

**Costes: gastos de capital y funcionamiento:** se realiza un cálculo aproximado de los costes del sistema por año por amarradero medio y por buque nuevo y modernizado y por tamaño de los motores auxiliares; referentes al ejemplo utilizado.

**Comparación de costes y beneficios:** la reducción de los cuatro agentes contaminantes tienen un beneficio monetario al reducir las tareas de limpieza en puerto. Esta reducción de costes puede llegar a ser de hasta un 80 % al año en buques con combustibles de alto precio y exención fiscal de la electricidad.

**Conclusión:** los costes y beneficios de la electricidad en puertos varían en función de la instalación y de la ubicación del mismo; de forma que su rentabilidad ha de estudiarse caso a caso siendo necesario continuar aplicando la reducción directa de emisiones de los motores de los buques.

# Royal Caribbean en aguas españolas

El mercado de cruceros español es el cuarto de Europa y es el que más crece en Europa con un aumento de las reservas de entre 10 y 15 % en los últimos cuatro años. Por ello la compañía Royal Caribbean está apostando por la inversión comercial y económica en España.

En noviembre de 2005 se ha abierto una oficina comercial en Barcelona desde donde se ofertan 8.200 plazas por semana en los tres cruceros que parten desde puerto de Barcelona.

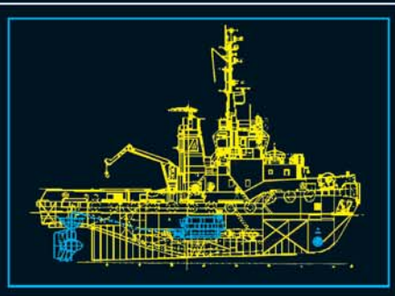
Royal Caribbean ha apostado por Barcelona como puerto base para el *Voyager of the Seas,* con capacidad para 3.800 pasajeros, 1.200 tripulantes, con 311 metros de eslora, 47 metros de manga y un desplazamiento de 147.000 toneladas. Cuenta con 1.557 camarotes, 14 cubiertas, cuatro restaurantes, 18 bares y salones y tres piscinas. Con la incorporación del *Voyager of the Seas* se duplica el número de plazas ofertadas por la compañía que partirán del puerto de Barcelona. El *Voyager of the Seas* normalmente opera en el Caribe, donde volverá en los meses de invierno y durante los meses de primavera a otoño opera en el Mediterráneo.

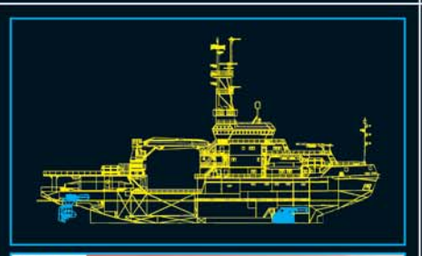
La compañía se ha marcado el objetivo de aumentar un 30 % el número de pasajeros en Europa. Con este fin Royal Caribbean ha puesto en marcha un plan estratégico de cinco años que permitirá duplicar la inversión destinada a marketing y la construcción de cinco o seis nuevos barcos.

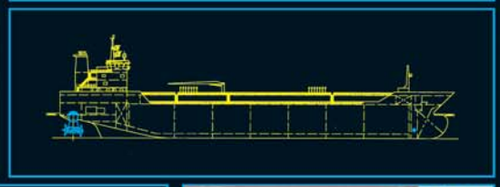
Europa se ha convertido en una zona estratégica en el mercado de cruceros, con un gran nivel de crecimiento del crucero en Europa pero con una penetración del crucero de un 1 % en Europa frente a un 3 % en Estados Unidos.

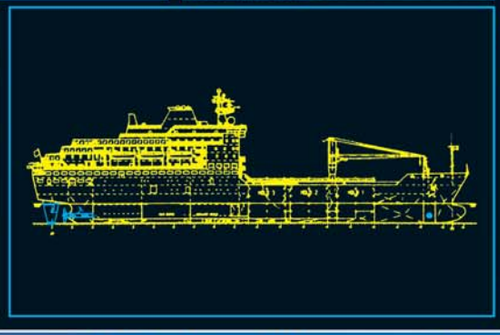
Royal Caribbean es la primera compañía internacional que apostó por operar con un crucero de nueva construcción desde Barcelona, ya que tradicionalmente las compañías internacionales destinaban sus cruceros más viejos para las salidas desde Barcelona. El gran auge de los cruceros en España se produce cuando los operadores españoles irrumpieron en un mercado normalmente dominado por compañías internacionales.

# SCHOTTEL
## for the Shipping World









**Our product range embraces 360° steerable propulsion systems, manoeuvring devices, and also complete conventional propulsion packages rated at up to 30 MW. Through our worldwide sales and service network we offer economical and reliable solutions for every imaginable maritime application. So we can provide the right thrust for your vessel.**

**WIRESA · Wilmer Representaciones, S.A. · Pinar, 6 BIS 1° · E-28006 Madrid**
**Phone: +34 (0) 91 / 4 11 02 85 · Fax: +34 (0) 91 / 5 63 06 91 · eMail: ecostoso@wiresa.com**

SCHOTTEL

*Innovators in steerable propulsion*

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

# El *Siempre Casina* naufragó por pérdida de estabilidad

El *Siempre Casina,* pesquero con base en Burela, se hundió frente a Ribadeo el 22 de febrero de 2005.

La Comisión Permanente de Investigación de Siniestros Marítimos ha descartado la vía de agua, el abordaje, el golpe de objetos flotantes o cetáceos; y concluye que el motivo del hundimiento fue la falta de equilibrio provocada por la entrada de agua a bordo que inundó los parques de pesca y los espacios bajo la cubierta principal del buque.

A estas conclusiones se ha llegado tras el análisis de las condiciones del buque, mediante el levantamiento de sus formas y los correspondientes cálculos. La estabilidad ha sido la responsable de un hundimiento con ocho desaparecidos —seis cadáveres recuperados— y un superviviente. La Comisión atribuye como desencadenante de los naufragios del *O Bahía, Nuevo Pilín* y *Enrique el Morico* también a la pérdida de estabilidad.

Las causas coincidentes de los últimos naufragios en aguas de Galicia y el Cantábrico, ha hecho que se pongan en marcha una serie de medidas para mejorar la seguridad en los buques y rectificar las deficiencias del funcionamiento del Salvamento Marítimo. La Comisión Investigadora de Siniestros Marítimos recomienda a armadores y patrones de pesqueros una serie de normas para que la navegación y el trabajo en cubierta sean más seguros.

Los principales consejos se centran en obedecer las disposiciones del Libro de Estabilidad y respetando las condiciones de asignación de francobordo, la distribución de pesos en los buques, la realización de obras de reforma, el estado de los medios de salvamento, la navegación con la prudencia necesaria en función de las condiciones meteorológicas y prevención de los riesgos en la actividad a bordo.

Para asegurar el cumplimiento de estas normas el Gobierno realiza inspecciones selectivas a bordo y en puerto. A su vez la Administración central ha decidido contribuir a la concienciación de los profesionales de la mar mediante campañas divulgativas por medio de DVD, folletos y charlas.

En el Plan Nacional de Salvamento 2006-2009, existe una partida de 13.400.000 € destinada a subvenciones para radiobalizas y chalecos, 235.000 € para la realización de estudios sobre estabilidad en pesqueros y 1.400.000 € para campañas de divulgación.

La Dirección General de la Marina Mercante ha elaborado un borrador de Real Decreto que dispone que los buques autorizados a faenar más allá de tres millas de la costa tengan que instalar radiobalizas con GPS de activación automática.

El Gobierno propone que las radiobalizas personales de hombre al agua con activación automática, sean obligatorias para todos los tripulantes de pesqueros. Para ello se está preparando un plan para incentivar económicamente la incorporación de dichos elementos de seguridad.

# Barloworld Finanzauto presenta el nuevo motor Caterpillar C 175

La compañía Barloworld Finanzauto ha presentado en España el nuevo motor Caterpillar C175, el primer grupo electrógeno dentro de una nueva familia de modelos con rango de potencias entre 2 y 4 MVA.

Los motores C175 han sido diseñados por los ingenieros de Caterpillar para cubrir las necesidades de la industria en la generación de electricidad. Destacar entre sus características técnicas el regulador electrónico ADEM A4 de última generación, el sistema de aspiración turboalimentado y el postenfriador. La alimentación de combustible se produce mediante el sistema Common Rail y el generador, de tipo SR5, incluye un sistema de excitación IE (clase H de aislamiento y clase F de incremento de temperatura e IP23) el cual es capaz de incrementar la capacidad de arranque de motores y puede mantenerse a un 300 % de la I nominal durante 10 segundos.

Para el diseño de este nuevo motor, Caterpillar ha utilizado la tecnología ACERT de control de emisiones. Los equipos con esta tecnología cumplen con las normativas de emisiones más exigentes, y ello sin mermar la densidad de potencia o perjudicar el consumo de combustible.

Para el motor C175 se han rediseñado cinco sistemas básicos, como son el de aire, combustible, electrónica de control, refrigeración y lubricación. Este motor, permite el control y diagnóstico avanzado de la temperatura del refrigerante sin necesidad de desmontar la válvula termostática.

Los C175 están equipados con la última generación de paneles de control de la serie EMCP3, los cuales incorporan medidas eléctricas de gran precisión, protecciones eléctricas, posibilidad de comunicaciones con el protocolo MODBUS RTU, módulos anunciadores para entradas/salidas adicionales, módulos de temperatura tipo termopar o RTD, diferentes ubicaciones dentro del grupo o varias opciones de interruptores de protección, entre otros. Todo ello hace que se incremente la funcionalidad del grupo electrógeno para adaptarse a las necesidades de cada aplicación, destacando que el C175 está especialmente indicado para la generación de electricidad en aplicación de emergencia, principal, continua o gestión de cargas para múltiples sectores.

| C-175 | Emergencia* | | Principal* | | Continuo* | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 16 cilindros | 3.000 kVA | 1.500 RPM | 2.750 kVA | 1.500 RPM | 2.500 kVA | 1.500 RPM |
| 20 cilindros ** | 4.000 kVA | 1.500 RPM | 3.500 kVA | 1.500 RPM | 3.000 kVA | 1.500 RPM |

*** Disponible a mediados del 2007**
**** Disponible a lo largo del 2008**

# Balsas salvavidas inflables Viking

A pesar de no ser muy frecuentes los accidentes ocurren y cuando esto sucede es necesario tener abordo el equipo de seguridad para evitar males mayores. Un equipo de balsas de salvavidas puede ser el último medio de rescate en caso de emergencia. Durante los accidentes es necesario recurrir al uso de equipos fáciles de usar y que aseguren la protección frente a los elementos.

Viking presenta su gama de balsas salvavidas para lanzar por la borda de pesqueros. Viking SOLAS, son balsas salvavidas fabricadas en caucho natural y nylon recubierto de acrílico/silicona. Están provistas de 2 a 4 bolsas de lastre de relleno rápido para su estabilidad y dos compartimentos individuales de flotabilidad dimensionados de forma que si se daña uno de estos compartimentos la balsa tiene una reserva de flotabilidad que le permite llevar al número especificado de pasajeros. En el exterior lleva una luz estroboscópica y con tiras reflectantes de alta visibilidad en la capota y los laterales.

Toda la gama está equipada con paquetes de emergencia y equipos de acuerdo al SOLAS, Directiva CE 96/98/EC, LSA Code y USCG.

La gama de Viking destinada para yates, embarcaciones de motor y pequeños pesqueros es la Viking RescYou y el modelo Viking RescYou Pro autoadrizable. Son balsas que son sometidas a extensos procedimientos de pruebas en condiciones de mar agitada y a temperaturas extremas de -15 a +65 °C. La gama RescYou cumplen con creces las normas requeridas en la ISO 9650 siendo verificadas por una entidad independiente.

Esta serie está construida en caucho natural y Nylon recubierto de acrílico/silicona; la capota, rampa de abordaje y bolsas de lastre son naranja con los compartimentos de flotabilidad en negro. Llevan dos compartimentos de flotabilidad individuales y cuatro bolsas de lastre de 60 litros cada una en el fondo de la balsa. Tienen luz interior y luz estroboscópica; con cinta reflectante en capota, laterales y compartimentos de flotabilidad. Están equipadas con paquetes de emergencia y equipo de acuerdo al SOLAS. Pudiendo venir empacadas en bolsas o en contenedores de fibra de vidrio.

# EUMARTECH 2007

Ante la importancia del sector naval en el conjunto de la Unión Europea y dentro de las consultas públicas de la European Maritime Policy. La Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España (AINE) y La Ordem dos Engenheiros de Portugal (OdE-CEN), en colaboración con la Confederation of European Maritime Technology Societies (CEMT) organiza la conferencia: *The European Maritime Policy -Implementation and Sustainable Future– International Conference;* que se celebrará en Oporto (Portugal), los días 10 y 11 de mayo de 2007.

Los trabajos presentados tocarán estos temas: Transporte Marítimo, Construcción y reparación de buques, Explotación sostenible del medio marino y, Buques de ocio y turismo marítimo.

Se solicita a los autores recogidos en el pre-programa el envío de los títulos definitivos y una síntesis de los trabajos de no más de 250 palabras a la Secretaría del Congreso. Los trabajos presentados serán revisados y seleccionados por el Comité Científico del Congreso en base a la calidad técnica, relevancia y potencial de los mismos.

El plazo para la recepción de estas síntesis es el 1 de octubre de 2006. Los autores incluidos en el programa definitivo se darán a conocer el 2 de noviembre de 2006. Los autores seleccionados serán invitados a entregar una ponencia terminada que no exceda de las 6.000 palabras con sus correspondientes ilustraciones y figuras antes de 15 de febrero de 2007.

Las direcciones de la Secretaría del Congreso son:

AINE, Tel: + 34 915751024
Fax: + 34 915771679 E-mail: aine@iies.es
Ordem dos Engenheiros,
Tel: + 351 213132660,
Fax: + 351 213132672 Email: eumartech2007@cdn.ordeng.pt

ASTILLEROS Y VARADEROS

# Francisco Cardama, S.A.

**CONSTRUCCIONES NAVALES - REPARACIONES EN GENERAL**
**CARPINTERÍA NAVAL MECÁNICA - CALDERERÍA**
**TUBERÍA - TOMA ESPESORES POR ULTRASONIDOS**

**Avda. Beiramar, 12 (Bouzas) - 36208 VIGO - Tel. +34 986 231 662 - Fax +34 986 234 051**
**E-mail: info@astilleroscardama.com - www. astilleroscardama.com**

# Presentación de www.nausat.com en Navalia

El Departamento de Comunicaciones de Nautical y Crame estuvo presente en Navalia, para dar a conocer las últimas novedades de las comunicaciones vía satélite tanto de Inmarsat como de Iridium, así como su gama de productos y servicios.

Navalia sirvió como escenario para el lanzamiento oficial de la nueva página web del Departamento de Comunicaciones de Crame: www.nautsat.com donde se recoge toda la información actualizada acerca de las diferentes soluciones de comunicaciones vía satélite para cubrir todo tipo de necesidades.

El Departamento de Comunicaciones de Crame dio a conocer fundamentalmente dos de sus productos: el software de mensajería SkyFile Mail y

las tarjetas de prepago para tripulantes Universal Happy Hour de France Telecom Mobile Satellite Communications.

Nautical ha estado presente en la Feria del Pescado de Bermeo *(Arrain Azoka)*, que se celebró del 26-28 de mayo en el parque de la Lamera.

La primera edición de Navalia abrió sus puertas en Vigo del 23 al 25 de mayo con el fin de dar a conocer el potencial de la Industria Naval y Flota Pesquera, tanto en su dimensión Nacional como Internacional, siendo durante 3 días foro de opinión y punto de encuentro de los empresarios del sector naval. Para ello Navalia pretende ser un punto de referencia para las nuevas tecnologías, productos e I+D.

# El portaaviones *USS Oriskany* hundido para ser el arrecife artificial más grande del mundo

El 17 de mayo de 2006 a 25 millas frente a la Playa de Pensacola (Florida) se ha Hundido el portaviones *USS Oriskany* para que se convierta en un arrecife artificial; siendo el primer navío de guerra del mundo usado para este fin.

El *USS Oriskany* tenía 270 metros de eslora y 32.000 toneladas de desplazamiento. La zona de aterrizaje en un sector de la popa de la cubierta de vuelo era en acero, mientras que el resto de la plataforma era en madera; esta disposición era característica en los portaaviones de la Segunda Guerra Mundial. El *USS Oriskany* fue el último de los portaaviones de la clase Essex, construidos para atender el teatro de operaciones del Pacífico.

El *USS Oriskany* participó en la Guerra de Corea, en el bloqueo de Cuba durante la crisis de los misiles soviéticos en 1962 y posteriormente fue utilizado en la Guerra de Vietnam. Siendo retirado del servicio activo en 1976.

El hundimiento se realizó por medio de la detonación de 250 kg de explosivo plástico en cargas submarinas y ha costado 19 M$. Se espera que una vez en el lecho del mar se desarrollen algas, esponjas y corales convirtiéndose en hábitat de múltiples especies de peces. Este futuro arrecife podría dejar ganancias de 92 M$ al año en ingresos turísticos a Estados Unidos al convertirse en un parque acuático submarino para la práctica del buceo y la pesca submarina.

El antiguo portaaviones ha inaugurado un programa de la Marina de Estados Unidos para convertir viejos buques de guerra en arrecifes después de retirarle productos tóxicos como el amianto, el combustible, las pinturas y el PCB (bifenil policlorado) en forma líquida. A pesar de todo no se han podido retirar todas las sustancias tóxicas para el medio marino, los estudios presentados por la Agencia de Protección Ambiental predicen la degradación de estas sustancias de forma paulatina a lo largo de los próximos diez años.

El portaaviones tardó 37 minutos en hundirse. Durante la operación sobre la cubierta de vuelo estaba una lancha especialmente diseñada para permanecer a flote después del hundimiento que contenía un generador y el equipamiento electrónico para ejecutar la detonación.

# Premio Sener a la mejor progresión en la asignatura Lenguajes de Programación

El 24 de mayo de 2006, el Director de la Fundación SENER D. Luis Vázquez Castillo, el director del Departamento Naval de SENER D. Luis García Bernáldez y el director de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales, (ETSIN), D. Jesús Panadero Pastrana firmaron en la ETSIN un Convenio por el que la empresa SENER y su Fundación patrocinan un premio a la mejor progresión académica para los estudiantes de la asignatura Lenguajes de Programación. La asignatura de Lenguajes de Programación se imparte en el primer curso de la titulación de Ingeniería Naval y Oceánica que se imparte en la ETSIN, de la Universidad Politécnica de Madrid.

Con este premio se pretende motivar el esfuerzo y premiar el progreso de los estudiantes tomando como referencia las notas medias de Bachillerato con las que se llega a la ETSIN. Se ofrece a los alumnos la oportunidad que una buena progresión respecto a la posición de partida suponga una recompensa económica, con repercusión pública y curricular.

La creación de este premio se debe a una iniciativa de los profesores de dicha asignatura, D. Antonio Souto Iglesias y D. José Luis Bravo Trinidad, así como de D. Pedro Gómez Juarros y D. Luís García Bernáldez, de SENER.

Las bases pueden ser consultadas en:
http://canal.etsin.upm.es/web_cnum/

# Primer anuncio del *SubSeaTECH 2007*

Del 25 al 28 de junio de 2007 se celebrará en San Petersburgo (Rusia) la Conferencia Internacional de Tecnología Submarina *SubSeaTECH 2007,* dentro de la Tercera Exposición Internacional de Defensa Marítima.

*SubSeaTECH 2007* está organizado por la Delegación en San Petersburgo del Instituto de la Ingeniería Marina, Ciencia Y Tecnología (BIMarEST), la Sociedad Científico Tecnológica de Astilleros de la Federación Rusa en asociación Con la Sociedad de Tecnología Submarina del Reino Unido.

Los trabajos presentados versarán sobre diferentes áreas de las tecnologías subacuáticas, tales como:

- Vehículos Submarinos (concepto, diseño, construcción). Vehículos autónomos, vehículos de control remoto, híbridos,...
- Subsistemas de los vehículos submarinos. Sistemas de propulsión, combustibles, hidrodinámica, materiales, posicionamiento,...
- Aplicaciones de los vehículos submarinos. Rescates submarinos, inspección, tendido de cables, arqueología,...
- Extracciones submarinas y sistemas de transporte, Risers, generadores de energía, perforaciones,...
- Comunicación y procesamiento de señales submarinas. Telecomunicaciones, imagen sonar y visualización,...
- Historia de la evolución de la tecnología submarina.
- Requerimientos de Seguridad, simulación y formación.

Los resúmenes tienen que presentarse antes del 30 de octubre de 2006, la notificación de los trabajos aceptados será el 30 de noviembre de 2006 y y la presentación de los trabajos finales será el 15 de marzo de 2007. Para más información consultar: www.subseatech2007.smtu.r

# Reunión de usuarios de Foran

Los días 31 de mayo, 1 y 2 de junio de 2006 se ha celebrado en Santiago de Compostela el Forum Foran Users Meeting 2006 organizada por SENER Ingeniería y Sistemas. La asistencia ha esta reunión ha sido de 45 compañías y 90 profesionales de varios países.

Las jornadas fueron inauguradas por Andrés Sendagorta de SENER Ingeniería y Sistemas. Se trataron las siguientes ponencias:

*INNOVAMAR & the R&D Policy for the Spanish Shipbuilding Industry;* impartida por Arturo González de Innovamar.
*Ship Spaces Management Tool;* impartida por Manuel Carballeira y José María Velo de Navantia Ferrol.
*The United Kingdom New Aircraft Carrier;* impartida por Eddie Chambers y Simon Knight de Aircraft Carrier Alliance.
*FORAN Application on Initial and Basic Submarine Design;* impartida por Carlos Vinicius Malherios de la Armada de Brasil.
*Semi-sumersible Drilling Rig;* impartida por Per Kittilsen de Aker Brevik.
*Access and Change Controls in FORAN;* impartida por Javier Martínez, Angel Revuelta y Rodrigo Lumbreras de SENER Ingeniería y Sistemas.
*Considerations in the Design of Sail Training Ships;* impartida por José Díaz Yraola de SENER Ingeniería y Sistemas.
*Presentation of the Bureau and Application of the Foran System in its Designs;* impartida por Anatoly M. Karpeko de Severnoye Design Bureau.
*New HVAC Diagrams and calculations tool;* impartida por Rafael de Góngora de SENER Ingeniería y Sistemas.
*Integrated Ship Electrical Design Forum 2006;* impartida por Augusto Gómez de SENER Ingeniería y Sistemas.
Interfacing FORAN Windchill; impartida por Alfonso Olmos de Navantia Cartagena.
*Tools for material reporting from Foran;* impartida por Sinisa Reljic de Rolls-Royce Marine.
*Ship Hull Monitoring in Service 3D System;* impartida por Philippe Renard de Bureau Veritas.
*Experience in FORAN New User Training;* impartida por Anita Szulc de Stogda.
*FORAN Future Strategy;* impartida por Fernando Alonso de SENER Ingeniería y Sistemas.

En la clausura Luis García de SENER Ingeniería y Sistemas, destacó el alto nivel de las ponencias presentadas, agradeciendo la asistencia a los participantes y se comprometió a continuar buscando soluciones a problemas reales que plantea el día a día la ingeniería.

SI

## COMO SI BOTARAS TU BARCO CADA DÍA

Porque con CEPSA, líder en lubricantes marinos, la maquinaria de tu buque se mantendrá siempre como el primer día. Y es que en CEPSA fabricamos y comercializamos la más amplia y avanzada gama de lubricantes para proteger tu barco. Además, te ofrecemos el mejor servicio posventa en toda la península y en la mayoría de puertos del mundo. Y las más innovadoras herramientas de optimización y diagnosis, como el **Servicio SIGPAT Online** o la elaboración de **Planos de Lubricación**, porque también nos preocupamos por tu tranquilidad y comodidad.

Somos el número 1 porque tu confianza lo merece.

www.cepsa.com/lubricantes

CEPSA LUBRICANTES, S.A. FABRICANTE Y DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO DE Mobil PARA MARINA.

CEPSA LUBRICANTES

SI

# Proyecto de ampliación del Canal de Panamá

Por Pablo Ruiz de Aguiar Díaz-Obregón

La Autoridad del Canal de Panamá ha presentado el proyecto para la ampliación del Canal de Panamá. A pesar de ser el inicio de un proceso complicado todas las partes interesadas están seguras de la realización de la ampliación.

La ampliación se centra en la construcción de un tercer juego de exclusas tanto en la entrada del Mar del Caribe (esclusas de Gatún) como en la entrada del Océano Pacífico (esclusas de Miraflores).

La ampliación del Canal no es nueva, en la década de 1940 el Ejército de Estados Unidos inició la construcción de un tercer juego de esclusas en paralelo a las existentes, con la excavación de un canal de un kilómetro de longitud en ambos extremos del Canal. Estos trabajos se realizaron, como prevención de posibles ataques sobre las esclusas del Canal durante la Segunda Guerra Mundial.

Las nuevas esclusas tendrán unas dimensiones de 427 metros de longitud, 55 metros de anchura y 18,3 metros de profundidad, permitiendo el paso a buques *Post-Panamax*.

## Historia de la construcción del Canal

Vasco Núñez de Balboa descubrió el océano Pacífico el 25 de septiembre de 1513 después de cruzar el Istmo de Panamá. La primera noticia que se tiene sobre la idea de excavar un paso de agua entre los Océanos Atlántico y Pacífico es española; en 1525 Álvaro Saavedra Cerón propone cortar el istmo por Tehuantepec en Panamá o a través del lago de Nicaragua, en 1534 Carlos I expidió una Cédula Real donde se reconoce por primera vez y de forma oficial los méritos de la ruta a través del istmo, el río Chagres es navegable en gran parte de su cauce, acortando el viaje por tierra hacia el mar del Sur recientemente descubierto.

Cuando Panamá se independiza de España el 28 de noviembre de 1821, y se anexiona voluntariamente a Colombia (en ese momento Nueva

Granada), surgirá nuevamente la idea de un canal. El 31 de diciembre de 1821, el gobierno regional panameño dictó normas para el comercio en el istmo de Panamá que declaraban libre el acceso para las naves amigas a los puertos de Panamá, Chagres y Portobelo. La vía acuática aprovecharía los recursos del Chagres y la Bahía de Limón en el Mar Caribe, y la terrestre llegaría hasta la ciudad de Panamá, en el sector Pacífico.

Entre 1850 y 1855 se construye un ferrocarril logístico a través del istmo. Finalmente, el Canal comienza a construirse a partir de la iniciativa del ingeniero francés Ferdinand de Lesseps, responsable de la construcción del Canal de Suez. El planteamiento de Lesseps era análogo al del Canal de Suez realizando un canal a nivel del mar sin esclusas. El capital inicial era en su mayoría francés por suscripción popular.

Las obras se inician el 1 de enero de 1880, a cargo de la Compañía Universal del Canal de Panamá. Nueve años más tarde estalla un escándalo por maniobras financieras fraudulentas que lleva a la empresa a la quiebra, se interrumpen las excavaciones cuando ya se habían realizado 33 kilómetros. En este periodo el Canal de Panamá se cobra 22.000 muertos por deslizamientos de tierra, explosiones accidentales de dinamita y enfermedades tropicales.

Tres años más tarde se constituyó la Compañía Nueva del Canal de Panamá nuevamente de capital francés con el fin de completar la construcción del Canal. En 1903 Estados Unidos adquiere por 40 M$ los derechos sobre la construcción del canal y la propiedad del ferrocarril trans-ístmico, forzando al gobierno de Colombia a aceptar su intervención directa. En noviembre de 1903 Estados Unidos apoya la independencia de Panamá se segrega de Colombia ocupando militarmente la zona de excavaciones.

En 1904 por 10 M$ y como pago al apoyo de su independencia las autoridades del nuevo país otorgan la autoridad plena y perpetua a Estados Unidos en una franja de 16 kilómetros a lo largo de todo el Canal. En 1905, el ingeniero ferroviario John Stevens quedó a cargo del proyecto. Suspende los trabajos de excavación y organizando una campaña de salud pública para controlar las epidemias de enfermedades tropicales. Se procede al drenaje de extensas zonas pantanosas, se instalan redes de agua potable y colectores construyéndose nuevos pueblos en la zona.

Stevens rediseñó el proyecto, al ser inviable construir el canal al nivel del mar. Proyectó construir un sistema de esclusas, y un gran lago artificial en la desembocadura del Río Chagres, de forma que además se contara con una fuente de energía hidroeléctrica para abastecer a todas las instalaciones. Stevens contó con el respaldo de una eficiente infraestructura ferroviaria ampliando la existente como apoyo al Canal. Las obras se reanudaron en 1907 con una plantilla de 24.000 obreros.

En esta etapa de construcción perdieron la vida 5.000 personas ante las condiciones de trabajo de la zona. El tramo más difícil fue el llamado Corte Culebra o Corte Gaillard, que atraviesa la columna vertebral del continente, en donde se removieron 300.000 toneladas de rocas.

El 20 de mayo de 1913, se une las excavaciones en el Corte Culebra. En octubre de ese año, el remolcador *Gatún* realiza el primer cruce de prue-

ba. El 15 de agosto de 1914, el buque *Ancón* inauguró oficialmente la vía.

Durante el periodo de la Primera Guerra Mundial el Canal solo es usado por Estados Unidos abriéndose al tráfico internacional en julio de 1920.

A pesar de las dimensiones de la obra, la construcción del Canal de Panamá fue concluida antes del tiempo previsto, y costó menos de lo esperado: un total de 400 M$ de la época.

Desde que Estados Unidos adquirió el control sobre el canal se estableció una relación cíclicamente conflictiva, ya que el gobierno panameño argumenta que no tomó parte de igual a igual en las negociaciones que permitieron que Estados Unidos estableciera su jurisdicción de forma permanente en la Zona del Canal a cambio de la construcción del mismo.

En 1964 los Presidentes Jimmy Carter y Omar Torrijos firman un tratado que permite la devolución de la soberanía del Canal a Panamá, haciéndose efectiva el 31 de diciembre de 1999.

## La ruta actual

El Canal de Panamá con un trayecto de 82 kilómetros de largo, cuyo cruce consume un promedio de nueve horas, permite acortar más de 7.000 kilómetros la distancia entre Londres y Tokio.

El Canal comienza en el Atlántico en Bahía Limón penetrando en tierra firme por puerto Cristóbal, el Canal transcurre 12 km a nivel del mar hasta las esclusas de Gatún que elevan el buque a 25,5 m respecto al nivel del mar. Los buques navegan por el lago artificial de Gatún y posteriormente a través de un canal excavado en la roca hasta llegar a la esclusa de Pedro Miguel y posteriormente a las esclusas de Miraflores que descienden los barcos a nivel del océano en el puerto de Balboa cerca de la ciudad de Panamá. Los juegos de esclusas son dobles con tres escalones cada uno.

Las compuertas de las esclusas son abatibles y están perfectamente equilibradas permitiendo su operación con un motor eléctrico de 40 CV. El movimiento de los buques en el interior de las esclusas se realiza por el remolque de locomotoras desde tierra.

El funcionamiento del canal se basa en el movimiento por gravedad de grandes masas de agua dulce contenida en la presa de Gatún. Este sistema ha podido mantenerse gracias al alto nivel de precipitaciones existente en el istmo de Panamá; ya que en cada cruce de un barco por el canal se pierden 210 millones de litros de agua dulce al no existir un sistema que permita la reutilización del agua dulce en nuevos pasos de barcos por el Canal.

## Motivos para la ampliación

La Autoridad del Canal de Panamá (ACP) ha solicitado al Congreso de Panamá la aprobación de una ley que recomiende la ampliación del Canal de Panamá; una vez aprobada la ley el Gobierno de Panamá tiene el mandato recogido en su Constitución de celebrar un referéndum nacional para poder realizar la ampliación del Canal.

La recomendación de la ACP está sustentada en 104 estudios encargados desde el año 1999. Estos estudios están divididos en seis áreas: Ambiental, Operacional, Financiera, Mercado, Técnica e Ingeniería. Previamente a la devolución del Canal al gobierno de Panamá se realizaron estudios por parte de una Comisión Tripartita formada por Panamá, Estados Unidos y Japón, que recomendó el uso de un tercer juego de esclusas en vez de un nuevo canal a nivel.

Actualmente las dimensiones de los escalones de las esclusas permiten el paso de buques con unas dimensiones máximas de 294,13 metros de eslora, 12,04 metros de manga y 12,34 metros de calado en aguas tropicales, estos barcos son conocidos como los *Panamax*. El nuevo juego de esclusas permitirá el paso de buques *post-panamax* con más de 150.000 toneladas de desplazamiento. A partir de la ampliación del Canal se espera un aumento del tránsito de buques *post-panamax* de hasta 600 millones de toneladas cada año.

También se hace necesaria esta ampliación para buques de menores dimensiones ya que las tendencias estudiadas en la evolución del tráfico marítimo son que en el año 2009 el Canal alcance su capacidad máxima, si anteriormente no se realiza obras de ampliación aumentando el número de las esclusas o abriendo un nuevo canal a nivel.

Los estudios realizados para la Comisión Tripartita determinaron que como muy tarde en el año 2010 se han de iniciar los trabajos y que en el año 2020 ha de estar operando el tercer juego de esclusas. En los últimos años el tráfico marítimo internacional ha obligado a modificar estas previsiones se ha establecido como fecha tope para culminar el proyecto el año 2014.

A la hora de plantearse la ampliación del Canal existían dos enfoques posibles la realización de un nuevo Canal a nivel del mar sobre el trazado actual que permitiría el paso de buques sin restricciones en sus dimensiones o bien realizar un tercer juego de esclusas en paralelo a las existentes con unas dimensiones que permitiesen el paso de buques *post-panamax*. Ha prevalecido esta segunda opción por consideraciones medioambientales y de presupuesto.

Es imposible valorar el impacto ambiental que tendría un Canal a nivel ya que no existen medios para el estudio sobre la repercusión que tendría para las especies marinas y las mareas; unir un mar de aguas calientes y un océano de aguas frías.

Las previsiones de coste es que si se realizase un canal a nivel el presupuesto se triplicaría respecto al presupuesto de realización de una ampliación del número de esclusas, ya que sería necesaria la excavación de una zanja de cerca de 60 km.

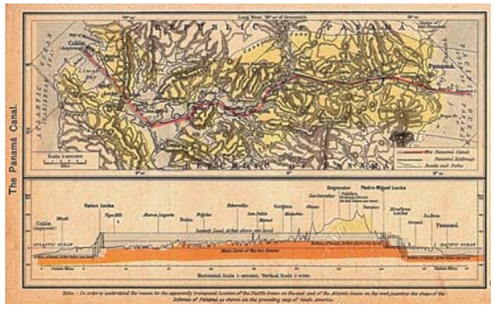
El costo de la realización de la ampliación podría alcanzar los ocho mil millones de dólares, 5.000 directamente en la ampliación del Canal y 3.000 en infraestructuras complementarias. Semejante costo supera el monto de la deuda externa de Panamá, será financiado a treinta años y pagado mediante el aumento paulatino de los derechos de tránsito.

## Descripción de la ampliación

El tercer juego de esclusas utilizaría la misma ruta de la actual vía interoceánica. La única diferencia es que en paralelo a las esclusas de Pedro Miguel y Gatún se dispondría el tercer juego de esclusas. De esta forma y para el tercer juego de esclusas en la entrada del Pacífico se reduce las estaciones de elevación de dos a una.

El volumen de agua necesario para un tercer juego de esclusas triplicará el volumen utilizado actualmente, ya que el tercer juego de esclusas permitirá el uso en paralelo de las esclusas existentes y las nuevas. Durante la construcción del tercer juego de esclusas la actividad normal del Canal no se verá afectada.

Ya se ha avanzado en la realización de las obras, en el año 2005 el Gobierno de Panamá anunció la ampliación de la Cuenca Hidrográfica del Canal. En un futuro será necesario usar un volumen de



# MOTORES MARINOS SCANIA

**Nada surca los mares con tanta potencia y menos consumo.**

NUEVO MOTOR DI-16 L

Economía operativa • Propulsores y auxiliares marinos para salas de máquinas desasistidas
Mínimo consumo de combustible y aceite • Certificación de todas las sociedades clasificatorias • Potencia contínua sin limitación de horas ni factor de carga
Garantía de cuatro años de acuerdo con las condiciones generales de garantías sin costo alguno para el cliente.

La larga experiencia y los constantes avances tecnológicos del grupo Scania, han hecho posible crear motores marinos capaces de conseguir la máxima potencia sin aumentar el consumo. Estas cualidades y los continuos estudios y aportaciones del Departamento de Investigación y Desarrollo, han contribuido a posicionar estos motores como líderes en el sector marítimo.

SCANIA
División de Motores Marinos e Industriales
www.scania.es

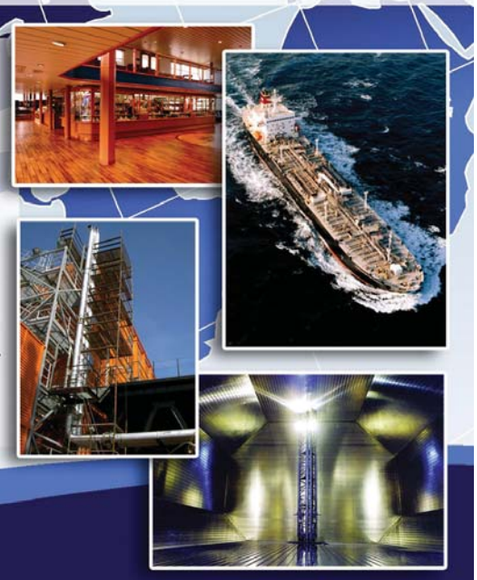
AinTec bahía
PROYECTOS NAVALES E INDUSTRIALES

Certificado ISO 9001 por BVQi

RePro

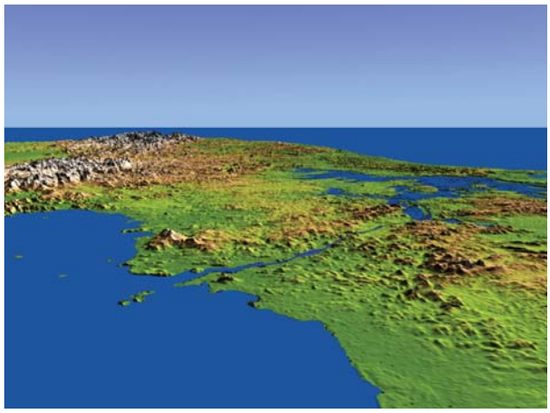
TRABAJOS DE LAS SIGUIENTES DISCIPLINAS:

- ANÁLISIS INTEGRADOS DE PROYECTOS
- GESTIÓN DE PROYECTOS NAVALES E INDUSTRIALES
- DIRECCION Y COORDINACION DE OBRAS
- INSTALACIONES LLAVE EN MANO NAVALES E INDUSTRIALES
- INGENIERÍA BÁSICA Y DE DESARROLLO
- PRUEBAS Y COMMISSIONING
- AISLAMIENTOS DE TANQUES DE BUQUES GASEROS LNG´S
- CÁMARA DE MÁQUINAS LLAVE EN MANO
- CALDERERÍA Y TUBERÍA
- ELECTRICIDAD, ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL
- HABILITACIÓN DE BUQUES LLAVE EN MANO
- HIDRÁULICA Y NEUMÁTICA
- H.V.A.C.



www.aintec.es

AINTEC BAHIA S.A.
C/Algeciras, 1 - Edificio Fenicia 2ª Planta, Oficina 1 Zona Franca - 11011 Cádiz - ESPAÑA
Tlf.: +34 956 292 032 / +34 956 292 640 / Fax: +34 956 079 339
aintec@aintec.es



agua mayor para mover los buques post-panamax y por ello se están construyendo represas en los ríos Trinidad, Siní e Indio que asegurarán el transito en el Canal y el abastecimiento de agua potable a las ciudades de Panamá y Chorrera. A su vez en los últimos años se ha avanzado en la ampliación del Corte Culebra. La ampliación por medio de esclusas aprovechará los canales existentes en ambos extremos del Canal que empezó a construir Estados Unidos en la década de 1940.

La construcción de un tercer juego de esclusas exigiría la realización de nuevas infraestructuras a lo largo de la franja del Canal. El tiempo de construcción de estas infraestructuras excede con creces el tiempo estimado para la construcción del tercer juego de esclusas, que está prevista su realización en ocho años.

Se realizarán nueve grandes tinas en cada nueva esclusa para reciclar el agua usada en los movimientos de los barcos en el Canal y que puedan reutilizarse en otros movimientos de barcos. Estos grandes volúmenes de agua dulce se moverán mediante el empleo de norias.

Las esclusas por construir tendrán compuertas corredizas rodantes, no como las actuales que son de bisagras. Por otro lado, los movimientos en las nuevas esclusas de los buques *post-panamax* serán realizados por remolcadores. En las esclusas existentes continuará el remolque por medio del arrastre por locomotoras.

## Repercusiones económicas

La Autoridad del Canal de Panamá informa que en el año 2005 se han realizado 12.111 cruces del Canal y se espera que con la ampliación en pleno funcionamiento se puedan alcanzar 20.000 cruces al año. Pero las cifras más significativas se dan en el aumento del desplazamiento de los buques, directamente podrán utilizar el Canal los 300 buques *post-panamax* existentes en la actualidad.

Se plantea que cerca de 2.300 M$ se financien directamente por el Gobierno con Banca Privada a 30 años y el resto por financiación por deuda exterior. El Gobierno de Panamá espera pagar la deuda con el incremento paulatino de los derechos de paso y sin tener que recurrir a ayudas directas de otros países que pudieran interferir con la soberanía de Panamá sobre el Canal.

En el momento que se supere el referéndum, sobre este punto no existe ninguna duda cerca de un 70 % de los panameños se declara partidario; las navieras que usan el Canal tendrán que plantearse realizar buques *post-panamax* para rentabilizar el incremento en los derechos de tránsito.

Durante la construcción de la ampliación del Canal se calcula que participen en total 40.000 personas con 7.000 trabajadores en los momentos de mayor actividad. La mayoría de estos trabajadores serán personal muy especializado contratado en el extranjero, el Gobierno de Panamá ha comenzado contactos en Europa y Estados Unidos como apoyo para la realización de la ampliación. La ampliación del Canal ha despertado el interés de empresas en todo el mundo.

Las principales rutas comerciales que se beneficiaran de la ampliación del Canal son las de la Costa Este de Estados Unidos a Asia, de la Costa Este de Estados Unidos a la Costa Oeste de Sudamérica y de Europa a la Costa Oeste de Estados Unidos y Canadá.

# Petticrows selecciona el sistema Boomstrut de trapas para sus Clase *Dragón*

Barton Marine ha sido seleccionado para suministrar su sistema de trapas Boomstrut a Petticrows LTD, que construye en Reino Unido botes de quilla fija de la clase Dragon. El sistema que hasta ahora sólo era un extra en el Dragon de 8,9 m, proporciona una rápida respuesta y una resistencia constante que permite un mayor control de la vela mayor.

Petticrows suministra cuatro modelos diferentes de Dragon que se modifican de acuerdo con el comprador, se constata que un 90 % de los compradores solicitan el sistema Boomstrut, ya que facilita el manejo del barco con vientos ligeros.

Son dos varillas de fibra de vidrio que están siempre fijas a la botavara y al mástil por medio de herrajes sin aristas ni partes móviles, de manera que cuando la botavara baja el Boomstrut pierde tensión y al subir la botavara el Boomstrut se tensa asegurando la posición de la botavara. Este sistema evita la fricción entre cabos de las trapas tradicionales, eleva el amantillo y absorbe los movimientos bruscos de la botavara. El sistema evita los daños sobre cubierta al asegurar que la botavara no cae al arriar la mayor.

Para su instalación puede no ser necesario perforar el mástil y la botavara, ya que en la botavara se puede disponer con una abrazadera y en el mástil se instala en la regala inferior.

El sistema está diseñado para competición o crucero, estando disponible en cinco tamaños, siendo válido para yates de hasta 12 metros.

# La Primera Feria Internacional del Mar (FIMAR) se presentó en Madrid

D. Santiago Labrador, Presidente de CMC (Centro de Marketing Circular), D. Antonio Galván, Director General de la Institución Ferial Alicantina (IFA), D. Juan Muñoz, Responsable del Servicio de promoción de La Agencia Valenciana de Turismo, y D. Luis C. López, Jefe de la división comercial y de Marketing de la Autoridad Portuaria de Alicante (APA), presentaron el pasado 24 de mayo en Madrid la Primera Feria Internacional del Mar (FIMAR) que se realizará en España.

La Feria, que tendrá carácter anual, nace con vocación internacional, por lo que se está llegando a acuerdos con la mayoría de las oficinas comerciales extranjeras en España para que proyecten hacia sus respectivos países la imagen de FIMAR, así como las oportunidades de negocio que propiciará su celebración.

Desde el día 21 de abril de 2007 y durante nueve días, Alicante acogerá la primera edición de FIMAR, foro de interés para todos los agentes del sector marítimo: Industria naval, Puertos, Patronatos, Medio ambiente, Organizadores de cruceros, Empresas de transporte y Equipamiento naval, Telecomunicaciones, Agencias de viajes y deportistas, entre muchos otros.

La ciudad de Alicante y el mar, estrecharán aún más sus vínculos con el desarrollo de esta Feria. Su agradable clima y una privilegiada situación geográfica han sido factores clave para elegir la capital alicantina como sede de este nuevo certamen. Desde la IFA, D. Antonio Galván señaló que "consideran FIMAR como una oportunidad estratégica para el propio crecimiento y desarrollo de IFA".

La celebración de esta Feria repercutirá en unos beneficios de entre 30 y 40 millones de euros para toda la provincia de Alicante y atraerá un flujo de visitas y turismo del más alto nivel.

FIMAR no pretende dirigirse únicamente al mundo profesional, sino que espera atraer e implicar a la sociedad en general, presentando y dando a conocer de la manera más atractiva el fascinante mundo del mar.

Según D. Luis C. López, "se trata de un proyecto ilusionante", la APA pondrá a disposición de FIMAR su espacio como punto de encuentro y acercamiento del gran público al mundo del mar, la cultura y el turismo marítimo en general. Este espacio ofrece la posibilidad de exponer en tierra y mar. Para ello, se ha dividido el contenido de la Feria en tres áreas diferenciadas:

- Comercial, Fimar Exposición: del 26 al 29 de abril, reunirá a más de 500 empresas y organizaciones de relevancia en el contexto marítimo y se ubicará en las instalaciones de la IFA, donde ocupará una superficie de 11.000 m$^2$.
- Cultural, Fimar Academia: del 26 al 28 de abril, durante tres días se celebrarán debates y conferencias protagonizadas por expertos del sector; asimismo, se realizarán simposiums y jornadas en distintas épocas del año donde se debatirán temas de interés y relevancia del sector marítimo.
- Lúdica, Fimar Flotante: del 21 al 29 de abril, será el punto de encuentro del gran público con el mundo del mar, los yates, los cruceros, la cultura marítima y el ecosistema marino. Se realizarán diferentes actividades entre las que se incluirán eventos deportivos y lúdicos como la participación en regatas, parasailing, paracaidismo, deportes de playa y visitas a un crucero, entre muchas otras.

En definitiva, durante nueve días, el Puerto de Alicante e IFA se convertirán en el mayor foro de ocio, negocio y cultura de todo Alicante.

El proyecto de FIMAR pretende implantar una estructura sólida de intercambio comercial y de conocimiento sobre el sector del mar en Alicante, al mismo tiempo que implica al público en general, mostrándole los aspectos más lúdicos del mar. El objetivo es crear una plataforma que no sólo aporte un reglamento ferial, sino que además elabore un "mapa" marítimo español con la garantía de ser consensuado y aceptado por todos los agentes, incluyendo en el mismo las conclusiones de las verdaderas necesidades de cada sector.

• Cierres mecánicos sublime – IHC Lagersmit.
• Servicio asistencia plegadoras y cizallas "MEBUSA".
• Máquinas procesadoras de pescado.
• Mantenimientos industriales.
• Repuestos motores A.B.C.

HERMANOS alfaro

Camino Romeu, 45
36213 Vigo - España
E-mail: halfaro@halfaro.com
Web: www.halfaro.com
Tel.: +34 986 29 46 23
Fax: +34 986 20 97 87

# *de la naturaleza al mar*

*Astillero • Construcción Naval • Reparación Naval • Grandes Transformaciones de Buques*
*Calderería Naval e Industrial • Recipientes a Presión • Instalaciones Industriales*

**nodosa**

Certified ISO 9001 by BVQi

**DOMICILIO SOCIAL**
Políg. Ind. de Castiñeiras, s/nº
36938 BUEU - Pontevedra - España
Telfs. +34 986 320 714 - 717 • E-mail: nodosa@nodosa.com

www.nodosa.com

LAS EMPR. PAG. 63-64 21/6/06 13:53 Página 1



# Mecalog Group presenta el solucionador Radioss

Mecalog Group, proveedor de productos y servicios en el campo de la simulación numérica de fenómenos mecánicos, ha lanzado la versión 5 de su aplicación informática Radioss. Se trata de un solucionador que permite resolver los problemas ligados a la mecánica de estructuras, fluidos y al acoplamiento fluido/estructura. Con sus dos algoritmos de resolución implícitos totalmente paralelizados, la versión 5 permite a los usuarios encadenar cálculos tanto estáticos como dinámicos.

Esta nueva versión se enriquece con algoritmos de resolución implícitos, así como con nuevos modelos para facilitar la predicción de riesgos de rotura y de comportamiento después de la rotura. La aparición de estos nuevos modelos de rotura permite aumentar la predicción de los riesgos, lo que constituye una ventaja de gran importancia para estudiar el comportamiento de piezas de acero de alta resistencia.

Bien adaptado a la simulación de fenómenos clasificados en dinámica rápida, como el estudio de impactos especiales a hiper-velocidad, Radioss, creado en 1987, se utiliza también para la simulación de choques y comportamiento frente a choques *(crash)* en las industrias del automóvil, aeronáutica y naval.

La versión 5 de Radioss está enriquecida con formulaciones implícitas, capaces de tratar problemas lineales o no lineales, de tipo estático o dinámico. Así, se pueden integrar más fácilmente las condiciones de equilibrio inicial de una simulación de colisión y tratar, con un solo solucionador, problemas mecánicos complejos como el comportamiento de mecanismos, la resistencia de piezas con fatiga, etc. El tiempo ahorrado, sin contar con la fiabilidad de los resultados, aporta un valor innegable a los usuarios.

A partir de ahora, se asocian nuevos modelos de rotura a la mayor parte de las leyes de comportamiento de los materiales integrados en la aplicación informática. Hasta el momento, las piezas de acero de alta resistencia no entraban en el comportamiento frente a choque, luego poder simular de manera fiable la predicción de estos riesgos constituye, por lo tanto, una ventaja de gran importancia.

En lo sucesivo, los usuarios de la versión 5 de Radioss pueden considerar nuevos estados físicos como el estado de equilibrio inicial estático y de retorno elástico después de la carga, un punto crítico para estudiar la respuesta de una estructura al choque y su comportamiento frente a choque.

La aplicación informática Radioss consta de módulos estándares que se aplican a todos los sectores, así como de módulos específicos, como Radioss Crash para resolver los problemas de colisión, impacto, seguridad pasiva e hidroformado, o como Radioss ALE-CFD-SPH, para simular el acoplamiento fluido/estructura, las circulaciones fluidas y las fuentes de ruido que tiene como origen la interacción fluido/estructura.

# Vetus introduce en el mercado un sistema de desagüe para "aguas grises"

Trabajando sobre el Sani-Processor de Vetus, que se empezó a comercializar hace tiempo, Vetus den Ouden NV, de Schiedam, ha desarrollado y llevado al mercado un sistema de desagüe específico para "aguas grises". Este nuevo sistema evita definitivamente los malos olores y también hace que las obstrucciones formen parte del pasado.

El proyectar embarcaciones o fabricarlas no siempre permite aplicar desagües de ducha, fregaderos o lavabos que se evacuen por la simple ley de la gravedad. Por ello, Vetus ha desarrollado el sistema de desagüe para aguas grises compuesto por: una caja estanca, una bomba de desagüe eléctrica y un interruptor de nivel automático. Una válvula anti-retorno incorporada en la línea de salida a la amura completa la unidad.

El funcionamiento del sistema es muy silencioso y, en caso de necesidad, muy sencillo de limpiar. Está disponible en 12 ó 24 V.

# Centrales enfriadoras DX MYCOM con compresor alternativo

MYCOM empresa multinacional de origen japonés; fabricante de compresores alternativos y de tornillo destinados a la refrigeración industrial y compresión de gases, instaladora de sistemas de refrigeración industrial llave en mano, fabricante de túneles de congelación para la industria alimentaria,... ha presentado sus Centrales enfriadoras DX MYCOM con compresor alternativo.

La novedad de este sistema de Centrales enfriadoras reside en la mínima carga de amoniaco empleada. De tal manera que se obtienen los máximos rendimientos del amoniaco, garantizando la seguridad del sistema, así como su vigencia, al emplear un refrigerante ecológico y económico. Estas unidades se fabrican desde 50 $m^3$ teniendo una concepción industrial y que permite su fácil mantenimiento.

Todas las unidades se diseñan con tecnología japonesa MYCOM y bajo principios de respeto al medio ambiente que implican una mínima producción de residuos.

# EL RESULTADO DE NUESTRO COMPROMISO CON LA CALIDAD

**ASTILLEROS GONDAN, S.A.**

SHIPBUILDERS • SPAIN

En **Astilleros Gondan** llevamos más de cuarenta años en el mercado internacional, construyendo embarcaciones que han hecho realidad grandes proyectos. Una larga y reconocida experiencia en ofrecer todo tipo de soluciones con la máxima calidad, adaptada a las necesidades de los armadores más exigentes.

Flexibilidad en la construcción como valor añadido y un firme compromiso con la calidad, garantía de satisfacción para nuestros clientes.

Puerto de Figueras, s/n • 33794 CASTROPOL • Asturias (SPAIN)
Tel.: +34 98 563 62 50 • Fax: +34 98 563 62 98
gondan@gondan.com • www.gondan.com

N. INSTIT. PAG. 65-68 21/6/06 13:56 Página 1



# Jornada Técnica: *El renacimiento nuclear. Aplicaciones a buques y centrales. Exigencias del protocolo de Kioto*

por Fernando Yllescas, Ingeniero Naval

El pasado día 11 de mayo se celebró en Cádiz, organizado por el COIN y la AINE en Andalucía, la jornada técnica de título: "*El renacimiento nuclear. Aplicaciones a buques y centrales. Exigencias del protocolo de Kioto*".

La jornada fue impartida por nuestro compañero y Catedrático Emérito en la Universidad Politécnica de Madrid, Amalio Saiz de Bustamante. El acto fue presentado por el Decano en Andalucía, Fernando Yllescas, y la Introducción fue a cargo del Presidente de la AINE, José Esteban Pérez García.

La exposición trató sobre la evolución histórica y características de los reactores nucleares en buques, comenzando en el año 1955 en el submarino atómico "*SSN 571 NAUTILUS*" y su posterior aplicación a instalaciones terrestres con la primera generación de reactores nucleares industriales en el año 1957 hasta nuestros días. A continuación, fueron analizados los distintos gases de efecto invernadero, la medida de sus emisiones, la situación española respecto al Protocolo de Kioto y propuesta de soluciones para su cumplimiento.

Por último, se expuso el caso de Finlandia, como ejemplo de utilización de la energía nuclear para cumplir con las exigencias de Kioto y el futuro empleo en Francia de reactores de 4ª generación cuyo combustible será el combustible irradiado, mal llamado residuo, utilizado en los reactores de generaciones anteriores. Resaltar el interés con el que fue seguido por el numeroso público y que se cerró con una copa de vino.

# Recuerdo a nuestros compañeros

## Juan José Enríquez de Dios

Juan José Enríquez de Dios, de la Promoción de 1967 y Doctor Ingeniero Naval, ha fallecido a los 67 años. Inició su actividad profesional en Vigo, pasando luego al Departamento Técnico de la naviera Auxtramarsa, donde, entre otros cometidos, se ocupó de las relaciones con los astilleros de reparación de Extremo Oriente. Posteriormente creó una empresa propia, Ineti Marine S.L. y desarrolló una intensa actividad tanto en el campo de la consultoría como de la docencia participando, entre otros, en Cursos sobre Transporte Marítimo de la Cámara de Comercio e Industria de Madrid y en los Master de la Universidad Pontificia Comillas y del Instituto Marítimo Español. Fue un buen profesional que gozó del respeto y afecto de quienes tuvieron la suerte de conocerlo y tratarlo. Descanse paz.

N. INSTIT. PAG. 65-68 21/6/06 13:56 Página 2

# Aplicaciones en el sector naval del Código CFX

Por Pablo Ruiz de Aguiar Díaz-Obregón

El día 30 de mayo se ha celebrado en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales la conferencia: Aplicaciones en el sector naval de los códigos de mecánica de fluidos computacional. El Código CFX.

La conferencia fue presentada por D. Manuel Moreu y D. Jesús Valle respectivamente Decano y Vicedecano Territorial del COIN, siendo impartida por D. Jerónimo Domingo Guijarro. La conferencia ha patrocinada por la Delegación Territorial en Madrid del Colegio Oficial de Ingenieros Navales en colaboración con la ETSIN.

El contenido de la conferencia fue la presentación de las capacidades de los códigos computacionales de fluidos para su aplicación en el sector naval mediante el análisis de una serie de casos prácticos calculados con el Código CFX.

Se trataron los siguientes casos prácticos: predicción de la resistencia al avance, uso para el diseño de apéndices, estudios de estabilidad, estudios de comportamiento en la mar, diseño de hélices, válvulas, turbinas y motores; y el análisis de propagación de incendios.

El Código ANSYS CFX está integrado con un programa para la resolución de ecuaciones matemáticas, que permite resolver los sistemas completos de ecuaciones hidromecánicas simultáneamente.

A su vez tiene una aplicación destinada a realizar el mallado necesario para el uso de los CFD. Y un editor del código que permite la introducción y programación de diversas condiciones de contorno.

Finalizada la conferencia se abrió un turno de preguntas en que se trataron diversas aplicaciones del Código CFX. S e realizaron varias cuestiones referentes a la validación de algún barco realizado con CFX, reflejándose la inexistencia de tal validación al estar los trabajos realizados con CFX sujetos a un acuerdo de confidencialidad; en esa línea se formuló el deseo que por medio de acuerdos de colaboración con la ETSIN se pudiera realizar dicha validación.

Como conclusión se consideró que el uso de CFX permite la optimización de los primeros diseños de las formas de los buques, pero que continúa siendo necesario realizar posteriores ensayos con modelos en canal.

# Portal de empleo del SOPIN

El Servicio de Orientación Profesional del Ingeniero Naval (SOPIN) del Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos (COIN), con el fin de utilizar canales de difusión más rápidos y sencillos para la publicación de ofertas de empleo, adaptándolos a las nuevas tecnologías y mejorar el servicio al Colegiado, ha desarrollado un Portal de Empleo, que formará parte de la página Web del COIN y del AINE, www.ingenierosnavales.com, y que está en funcionamiento desde el 12 de junio de 2006.

Este Portal de Empleo sustituye el funcionamiento actual en papel, estando programado un periodo de transición durante el que ambos sistemas funcionarán simultáneamente hasta el 30 de septiembre de 2006.

Como parte del proceso, se procede a la actualización de la Base de Datos de C.V. de forma que el cambio es un inicio desde cero, ya que a partir del 30 de septiembre, únicamente aquellos que hayan incorporado sus datos por el nuevo sistema se beneficiarán de este servicio del SOPIN.

El funcionamiento del portal es sencillo e intuitivo. El portal puede ser utilizado por todos los colegiados y asociados y accediendo a él con las mismas claves que para acceder a la parte restringida de la página Web.

Es importante resaltar que toda la información que se introduzca, sólo podrá ser vista por aquellas empresas con ofertas de empleo a las que el usuario se haya inscrito, por lo que en todo momento el usuario conoce a que empresas les está dejando ver tus datos.

El nuevo sistema permite, ver la versión actual de cada currículum, presentar o eliminar candidaturas a ofertas, ver en tiempo real el estado de las candidaturas (aceptada, rechazada o pendiente de revisar), configurar alertas para que el sistema mande automáticamente un e-mail cuando una empresa edite una oferta que coincida con áreas de interés del usuario, ver todas las ofertas activas sin restricción, comprobar el número de candidatos que se han apuntado a cada oferta, etc.

N. INSTIT. PAG. 65-68 21/6/06 13:56 Página 3

# Jornada Técnica sobre propulsión de buques de pesca

El 25 de mayo de 2006 dentro de Navalia se ha celebrado en Vigo la Jornada Técnica Mejoras tecnológicas y el I+D en la propulsión de buques de pesca organizada por la Delegación Territorial en Galicia del Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos.

Con una incidencia de un hasta un 30 % en los costes de explotación, el alto precio de los combustibles está llevando a las flotas pesqueras a situaciones límite. Siendo un problema especialmente importante en pesqueros de altura. Para reducir este gasto es necesario la búsqueda y aplicación en los pesqueros de nuevas soluciones de propulsión. Esta Jornada Técnica busca poner en común las investigaciones y experiencias en nuevas soluciones de propulsión de pesqueros sin perjudicar la duración de los tiempos de viaje o perjudicar la potencia necesaria para las faenas de pesca.

La inauguración corrió a cargo de Carmen Gallego, Conselleira de Pesca e Asuntos Marítimos de la Xunta de Galicia. La Presentación fue realizada por Guillermo Gefaell Chamochin, Decano Territorial del Colegio y Asociación de Ingenieros Navales en Galicia; junto con la presentación del proyecto ORCELLE.

Los trabajos presentados fueron:

- **SkySails – Shipping´s new power!,** Presentado por Stephan Wrage, Managing Director SKYSAILS GmbH & Co. KG. El proyecto trata de utilizar cometas para ayudar a la propulsión de los buques, reduciendo así el consumo de combustible.

- **Buques pesqueros y oceanográficos silenciosos. Un Hito de los pequeños y medianos astilleros españoles. Lecciones Aprendidas;** Presentado por Publio Beltrán Palomo, Ingeniero Naval Director del TSI. En la conferencia se trató sobre la entrega del Buque de Investigaciones Pesqueras Emma Bardán por parte de Astilleros M. Cíes, S.A., a la Secretaría de Pesca Marítima, con Niveles de Vibración en toda su estructura por debajo de 2 mm/s-rms y Niveles de Ruido de acuerdo con Reglamentación IMO 468. Ambos resultados han sido la consecuencia de la perfecta sintonía entre Armador y Astillero con respecto al comportamiento Dinámico y Acústico del buque. Durante la conferencia se describió la Metodología de Gestión Integral de Vibraciones y Ruidos y las técnicas de Predicción de Vibraciones y Ruidos empleadas para la consecución de los requerimientos establecidos. Las "decisiones novedosas" que se adoptaron en el Proyecto, la Metodología empleada y los resultados obtenidos, pueden ser un "referente exportable" al Sector de la Construcción Naval en general, y al Sector Pesquero en particular.

- **Principales coberturas del seguro de cascos sobre averías en la maquinaria;** Presentado por Miguel Ángel Marcos Vargas, Director división de operaciones de MURIMAR. En esta ponencia se hizo un repaso tanto a las condiciones de póliza tanto españolas como inglesas, riesgos cubiertos en averías garantizados en las condiciones españolas de póliza en pesqueros, condiciones inglesas de daños propios para pesqueros, inspección y alcance y valoración de las averías.

- **Un proyecto europeo de I+D. El proyecto SUPERPROP;** Presentado por Luis Pérez Rojas, Doctor Ingeniero Naval y Antonio Souto Iglesias, Doctor Ingeniero Naval; Grupo Investigador del Canal de Ensayos hidrodinámicos de la ETSIN. La Universidad Politécnica de Madrid, junto con otros 8 socios de 5 países europeos, está realizando el proyecto SUPERPROP para estudiar, desde el punto de vista hidrodinámico, las condiciones de trabajo de los buques de mayor edad y adaptar el sistema propulsivo a estas condiciones. El objetivo último es desarrollar un modelo tecno-económico completo para el mantenimiento de pesqueros y remolcadores en lo que se refiere al comportamiento hidrodinámico de su sistema propulsivo.

- **Nuevas energías para la pesca;** Presentado por Manuel Bermúdez Diez, Director del área de energía del CETPEC (Centro tecnológico del puerto de Celeiro). En el Proyecto Peixe Verde se estudia de forma sistemática múltiples soluciones para el grave problema que la subida del precio del petróleo supone para el sector pesquero español (con 45.000 empleos directos). El objetivo principal es buscar, a través de la I+D, soluciones al aumento del coste del gasoil para barcos de pesca. Además, se analizarán todas las opciones, buscando en paralelo las de largo plazo y las viables "lo antes posible" y se tendrá en cuenta que una reducción del consumo de gasoil en la flota pesquera supondrá una importante mejora para nuestro medioambiente.

Las diversas ponencias presentadas giraron sobre las mejoras en la propulsión, tanto en lo que se refiere a niveles de consumo como a nuevos combustibles o al empleo de energías alternativas (aplicaciones eólicas en grandes buques o energía solar a bordo).

Un ejemplo de aplicación es el Puerto de Celeiro, que desde hace años trabaja en numerosos programas de modernización de todo el proceso relacionado con la pesca, desde la propia calidad de la captura a la comercialización del pescado y, ahora, a la implantación de nuevas tecnologías a bordo de los buques. Destacando el proyecto para evaluar la viabilidad técnica y económica en el empleo del gas natural como combustible para buques de pesca.

# Premio 75 Aniversario de la Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España

En un acto celebrado dentro del marco de **Navalia, la Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España (AINE)** entregó sus premios 75 Aniversario.

En el stand que la **Fundación Instituto Tecnológico para el Desarrollo de las Industrias Marítimas, INNOVAMAR,** tenía en Navalia, se premió el trabajo titulado **"Un hito español en la propulsión naval: Rentabilidad de un amplio programa de I+D+i"** cuyo autores son **D. Publio Beltrán Palomo, D. Amadeo García Gómez, D. Juan González-Adalid García-Zozaya, D. Jaime Masip Hidalgo, D. Eduardo Minguito Cardeña, D. Gonzalo Pérez Gómez, D. Mariano Pérez Sobrino, D. Ramón Quereda Laviña.**

Después de la entrega del premio, D. Gonzalo Pérez Gómez hizo una exposición en la que resumía los puntos más importantes del trabajo premiado.

Este importante premio, dotado con 18.000 € por la fundación **INNOVAMAR** con motivo de la celebración del 75 aniversario de AINE, tiene como objetivo realzar la profesión, mediante el reconocimiento público a un **trabajo original e inédito** relativo a la investigación en el diseño, la construcción o la operación de buques de transporte, pesca, explotación del medio marino, servicio o recreo; de buques de guerra, de unidades offshore fijas o flotantes o de instalaciones dedicadas a la construcción o reparación de las anteriormente citadas y de defensa del entorno marino.

El jurado ha estado formado por ocho miembros pertenecientes a la **Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España** (AINE), la **Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales de la Universidad Politécnica de Madrid** (ETSIN), la **Escuela Politécnica Superior de la Universidad de la Coruña** (EPS), la **Escuela Técnica Superior de Ingeniería Naval y Oceánica de la Universidad Politécnica de Cartagena** (ETSINO), la **Fundación Instituto Tecnológico para el Desarrollo de las Industrias Marítima** (INNOVAMAR), la **Gerencia del Sector Naval, el Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo** (CEHIPAR) y la **Dirección General de la Marina Mercante** (DGMM). D. José Esteban Pérez, Presidente de la AINE, ha actuado como Presidente del Jurado.

# Manuel Moreu Munaiz, elegido nuevo decano del Colegio

El pasado día 8 de junio Manuel Moreu Munaiz ha sido elegido nuevo decano del Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos.

Manuel Moreu Munaiz, es de la promoción del 75, especializándose en Ingeniería Oceánica en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (78), siendo profesor ayudante de diseño. Muy vinculado a la ETSIN de Madrid, donde fue becario de la AICN y actualmente es profesor de la asignatura de Artefactos, perteneciente a la cátedra de Ingeniería Oceánica. Así mismo, es profesor del Master del Petróleo organizado por Repsol YPF (ISE), en la materia de instalaciones Offshore y miembro del Comité Técnico del Germanischer Lloyd.

En el aspecto profesional, inició su actividad profesional en Fidenavis, hasta que fundó con Jorge Senadagorta Gomendio la ingeniería Seaplace, especializada en los proyectos *Offshore*. Los primeros trabajos de Seaplace, fueron en plataformas fijas ubicadas en Brasil, en el mar del norte y en España (Gaviota).

Con el aumento de la profundidad, aparecieron las soluciones de producción flotante, colaborando con Astano en los proyectos de FPSO de nueva construcción y en las conversiones de Astilleros de Cádiz, así como en las unidades de perforación de tipo semisumergible y buque.

A partir de los noventa, las actividades de Seaplace, se extienden al campo naval, tanto en unidades auxiliares *Offshore,* buques especiales y otras unidades.

A finales de los ochenta, funda la Empresa H I, dedicada a otras tecnologías, tales como la aeronáutica, espacial, comunicaciones, software, etc.

En el año 2002 fue elegido Decano Territorial de Madrid.

NUESTROS M. PAG.69-72 21/6/06 14:00 Página 1



# Excursión a las Ciudades Imperiales: Budapest-Viena-Praga

(Crónica desde un autobús)

Por José María de Lossada

## Prólogo

En conjunto, ha sido una excursión estupenda, numerosa, plagada de anécdotas y culturalmente muy completa. Salimos de Madrid un total de 53 personas, 50 miembros del Servicio y 3 acompañantes, aunque tuvimos que lamentar profundamente que, por motivos de salud, el matrimonio Ortiz de Zárate se viera obligado a volver a Madrid desde Budapest.

El Director de Viajes Guadiana, Francisco Calvo, nos acompañó todo el viaje, habiendo dispuesto un magnífico equipo de guías locales que nos enseñaron con todo detalle, el exhaustivo programa preparado por la Agencia. Así, en Budapest nos acompañó Antonia (húngara), en Viena, Montse (española) y Brigitte (austriaca) y en Praga, Ivanca e Irene (ambas checas), todas ellas perfectas conocedoras del español y con una característica común consistente en mezclar las descripciones culturales con los relatos históricos, intercalando anécdotas y chismes diversos, lo que hizo muy amena la explicación. El autobús, que nos recogió en el Aeropuerto de Budapest, nos transportó durante toda la excursión y nos dejó en el Aeropuerto de Praga, tuvo un magnífico conductor, Carlos, lleno de detalles con todos los expedicionarios y, en especial, con las señoras.

## Primera Etapa: Budapest (días 19 y 20 de Mayo de 2006)

**El día 19 de Mayo**, primero de la excursión, fue agotador, ya que tuvimos que estar en la Terminal T4 del Aeropuerto de Barajas ¡¡a las seis de la mañana!! para embarcar rumbo a Praga. Tras cambiar de vuelo en Praga, llegamos a Budapest cerca de las 2 de la tarde, yéndonos directamente a comer al Restaurante Kaltemberg, donde estaba esperándonos la simpática Antonia. Después de comer, dimos una vuelta en autobús, que aprovechó nuestra guía para darnos una información de carácter general sobre Budapest, con amplias referencias sobre el origen y la historia del pueblo húngaro.

Los primitivos pobladores llegan a Hungría a finales del Siglo IX y en el año 896 se convierten al cristianismo encabezados por el gran príncipe Géza y su hijo San Esteban, que se convirtió en el primer monarca de Hungría. Los húngaros se erigieron en defensores de Occidente contra las invasiones procedentes de Oriente, aunque una gran parte del país permaneció bajo el dominio turco, durante 160 años. El pueblo húngaro estuvo a punto de ser destruido por las grandes potencias: los otomanos y los Habsburgo. En 1848 se produjo la revolución burguesa contra el dominio de los Habsburgo, que fue cruelmente sofocada en el año siguiente por el Emperador Francisco José. Hasta la época del Compromiso, la famosa época de la doble monarquía imperial y real que empezó en 1867, no se convirtió Budapest en una verdadera metrópoli europea, fusionándose en 1873 la localidad de Buda, zona residencial situada en la montaña, con Pest, zona más comercial situada en la parte llana, ambas separadas por el Danubio. Desde entonces, impulsado por los deseos de la población húngara de presentar una capital que pudiera competir con Viena, se inició una vertiginosa carrera de construcción de espléndidos edificios, que alcanzó su máximo en un año concreto; ¿qué año era? **el año 1896** que coincidió con la celebración del I Milenio de la fundación del Reino de Hungría.

El autobús nos dejó en la zona de Buda, en las proximidades del Palacio Real, que visitamos por el exterior, en el que destaca un extraordinario monumento: La Fuente de Matías. El tal Matías era un rey húngaro, Matías Corvino, muy querido por el pueblo, que lo quiso hacer Santo. No lo consiguió, pero en compensación el pueblo le dedicó una Iglesia, la Iglesia Matías, construida en el siglo XIII y restaurada ¿en qué año?, en **1896,** donde se celebraba la coronación de los reyes húngaros y donde, en 1867 tuvo lugar la coronación de Francisco José I y Sissí como reyes de Hungría, acto culminante del Compromiso austro-húngaro.

Abrazando por delante la Iglesia Matías, se encuentra el edificio denominado "Bastión de los Pescadores"conjunto de torres, parapetos y escalinatas realmente singular. También en las proximidades de este Bastión se encuentra un magnífico monumento ecuestre dedicado a San Esteban, fundador del Estado húngaro.

El Palacio Real, partiendo de un palacio del siglo XIV de la Casa real de Anjou, fue rehabilitado en el siglo XIX por los maestros húngaros para ofrecer a Francisco José, emperador del Imperio Austro-

Húngaro, una residencia digna, cuando residía en Budapest. ¿En que año tuvo lugar la rehabilitación? Naturalmente, en **1896.**

Pasamos por delante del "Köztársasági Elnöki Hivatal", donde ondeaba la bandera húngara y que, como todo el mundo sabe, es la residencia del Presidente de la República durante 3 días a la semana (los otros 3 días está en el Parlamento, en Pest).

El panorama de Budapest desde el Bastión de los Pescadores es realmente grandioso, con la vista del río Danubio, sus 4 puentes: el de las Cadenas, el de Margarita, el de Sissí y el de la Libertad, la verde isla Margarita al fondo y los edificios monumentales de Pest, a la derecha.

Tras esta primera y exhaustiva visita de la ciudad, recalamos en el hotel Stadion, donde tomamos posesión de nuestras habitaciones, cenamos y a dormir.

**En el día 20 de Mayo,** entre el autobús y a pie, visitamos los siguientes monumentos:

- La plaza de los Héroes, precioso monumento que guarda cierto parecido con el dedicado al Rey Alfonso XII, en el Parque del Retiro, con una columna de 36 metros dedicada a la victoria, con la estatua del Arcángel S. Gabriel, levantando con sus manos la corona de S.Esteban.
- El Palacio de la Ópera, cuyo interior visitamos, de estilo neogótico con elementos barrocos, de una belleza extraordinaria y, aunque Francisco José prohibió que fuera más grande que el de Viena, no hay la menor duda que es mucho más bonito. Su escalera principal, el palco real y la sala de espectadores son realmente extraordinarios.
- El Parlamento, que también visitamos, es un edificio de dimensiones increíbles: 17.000 metros cuadrados, diez patios interiores, una cúpula de 96 metros de altura y alberga cerca de 700 salas. Es, sin duda, el primer Parlamento de Europa.
- El Mercado Central, edificio de ladrillo construido en **1896,** es realmente curioso y en él se puede encontrar todo tipo de mercancías.

Tras la visita a este Mercado, fuimos a comer al Restaurante Karpatia y volvimos al hotel a descansar un poco, antes de seguir el programa de la tarde–noche.

El programa de la tarde nos deparó una agradable sorpresa. Estaba previsto que iríamos a la Catedral de S. Esteban a oír Misa de 6, pero lo que no esperábamos era asistir a un acontecimiento relacionado con la familia real húngara. En efecto, Francisco José murió en 1916, heredando el trono su sobrino Carlos II casado con la emperatriz Zita, que solamente reinó hasta 1918, fecha en la que finalizó el Imperio austro–húngaro. Resulta que Carlos II era un señor tan bueno que fue beatificado por el Papa Juan Pablo II a finales del siglo XX, pero sus cenizas no se habían llevado todavía a Budapest. El azar quiso que nuestro grupo estuviera presente en la ceremonia de recepción de las cenizas y Misa posterior, oficiada por el Cardenal de Budapest y con la presencia en la Catedral del hijo del Beato, el Archiduque Otto de Habsburgo.

Finalizada la ceremonia nos trasladamos a un simpático Restaurante típico donde cenamos y asistimos a un entretenido espectáculo folclórico húngaro, donde bebimos el vino a través de un tubo-probeta y hasta hubo quien bailó la polka.

Como cierre de fiesta, un precioso paseo en barco por el Danubio, para ver la iluminación de los puentes y la ciudad, con la sorpresa añadida de presenciar en el interior del barco, la exhibición de dos profesionales del baile que, naturalmente, nos bailaron *El bello Danubio Azul*.

## Segunda Etapa: Viena (días 21 y 22 de Mayo)

**El domingo 21 de Mayo** salimos de Budapest para Viena a las 9,15 h de la mañana, hora más decente que la del primer viaje, llegando al hotel Renaissance de Viena a las 13 h y tras recibir las llaves de nuestras habitaciones, nos fuimos a comer.

Aprovechamos la descarga de las maletas para visitar por fuera (algunos lo hicieron por dentro) una preciosa Iglesia ortodoxa situada al lado del hotel.

En el Restaurante se presentó nuestra guía Montse, con la que hicimos un "tour" en el autobús por los lugares monumentales más importantes de la ciudad, aprovechando dicha ocasión para darnos algunos datos de carácter general sobre la misma.

Actualmente, Viena tiene 1,6 Millones de habitantes y está dividida administrativamente en 23 distritos, siendo el 1 y el 2 los que tienen más carácter monumental. Con el autobús pasamos por delante de los siguientes monumentos:

- Palacio de Belvedere, mandado construir por el Príncipe Eugenio de Saboya, que alberga actualmente diferentes Museos.
- Monumento al soldado ruso, erigido en 1945 por la URSS, en memoria de los 18.000 soldados muertos defendiendo Viena de los nazis. Existe la exigencia de Rusia de no destruir nunca este monumento.
- Diferentes palacetes que albergan diversas embajadas, entre las que se distingue, por su belleza, la Embajada francesa.
- Los diversos monumentos situados a lo largo de la Ringstrasse, avenida circular construida en el siglo XIX en el lugar que ocupaba la antigua muralla de fortificación, tales como: la Ópera; la Plaza de los museos con la estatua de la Reina María Teresa, la Plaza de los Héroes con el Palacio de Hofburg (Palacio Imperial) que alberga actualmente diversos museos; el Parlamento, el Teatro Real, el Ayuntamiento; la Universidad de Viena; el edificio de la Bolsa, etc. Solamente en el Distrito 1º hay más de 200 palacetes.

La guía nos habla también de las obras hidráulicas efectuadas para evitar las inundaciones periódicas del Danubio, mediante la creación de un nuevo brazo y un canal del río, formándose una isleta de 17 km de eslora x 250 m de manga.

Montse nos habla también del elevado número de sinagogas, 26, y sin saber porqué razón, en este momento del relato, en mis notas aparece un aforismo que, por si acaso copio a continuación: *"A cada tiempo su arte y a cada arte su libertad"*.

Como final del programa de la tarde, el autobús nos lleva al maravilloso palacio de Schönbrunn, situado a unos km del centro, que fue la residencia veraniega de los Habsburgo. Tiene su origen en una casa señorial burguesa, que compró en el año1559 el emperador Maximiliano II para transformarla en palacio de caza, siendo destruida por los turcos en 1683 y reconstruida posteriormente en su forma básica actual. Alcanzó su máximo esplendor con la emperatriz María Teresa, que residió en el palacio junto con su esposo Francisco I Esteban

de Lorena y sus 16 hijos. El palacio de Schönbrunn, en el siglo XIX y comienzos del XX, fue escenario de diversos acontecimientos históricos: así, Napoleón acuarteló en él sus tropas en dos ocasiones, en 1814/1815 bailaron en sus salones los participantes en el Congreso de Viena, en 1830 nació el futuro emperador Francisco José y en 1918, dos años después de su muerte, su sobrino y heredero Carlos II, último emperador del Imperio austro-húngaro, cuyas cenizas habíamos recibido nosotros el día anterior en la Catedral de San Esteban de Budapest, firmó el documento de su abdicación en su Salón azul y, por último, en 1955, se ratificó el Tratado de Estado que devolvió la libertad a Austria.

Tras pasear un rato por los jardines del palacio, admirar y fotografiar tanto su conjunto exterior como el precioso templete situado en un alto al final del jardín, denominado la *Gloriette,* volvimos al hotel.

**El día 22,** lunes, nos toca recorrido a pie, para recorrer con detalle las calles y monumentos de la ciudad.

Iniciamos el recorrido con la Catedral de San Esteban, que es la obra arquitectónica gótica más importante de Austria. Su origen se remonta a 1147, cuando se consagra en este lugar una primera iglesia románica, formándose la construcción actual en varias etapas con una mezcla de estilos desde el románico, del que se conservan las dos torres y la puerta gigante de la fachada occidental, hasta el gótico, que predomina en el resto de la construcción. A destacar la asimetría de las dos torres principales, ya que mientras la torre sur, llamada cariñosamente "Steffi" por los vieneses, alcanzaba los 137 m. de altura, la torre norte quedó inacabada, siendo dotada de una cubierta en forma de casco en estilo renacentista. El interior es una maravilla, destacando el altar mayor, el púlpito y las sepulturas del emperador Federico III y del príncipe Eugenio de Saboya. Por falta de tiempo, no subimos los 343 escalones que llevan al aposento del campanero de la Steffi, desde donde, al parecer, se divisa una vista magnífica.

Seguimos callejeando y pasamos por la Columna de la Peste, la Iglesia de San Pedro, la Iglesia de San Miguel, etc., hasta llegar al palacio imperial Hofburg, donde vivieron desde 1493 hasta 1918 los reyes y emperadores austriacos. En una de las zonas se encontraba el Museo de Sissí que visitamos y donde nuestra guía nos contó tales cosas de la emperatriz, que me prohibió transcribirlas (salvo que se lavaba el pelo con coñac francés), pero puedo asegurar que la Sissí verdadera no se parecía en nada a la de la película.

Tras visitar la plaza de los Héroes y los jardines del palacio, donde nos hicimos la foto del grupo, nos fuimos a comer, volviendo al hotel cada uno por sus propios medios, para descansar un rato.

La programación de la tarde-noche era uno de los puntos estrella de nuestro viaje, ya que tuvimos

la gran suerte de poder asistir a la representación del Ballet "El Lago de los Cisnes" en el impresionante Palacio de la Ópera de Viena, interpretado magistralmente por la primera bailarina Shoko Nakamura, japonesa, bien secundada aunque no a su mismo nivel, por el primer bailarín y el cuerpo de baile. Extraordinario broche de oro para nuestra estancia en Viena.

## Tercera Etapa: Praga y Karlovy Vary (días 23, 24 y 25 de Mayo)

**El día 23 de Mayo,** por la mañana, iniciamos la tercera y última etapa de nuestra excursión, con el viaje a la República checa. El trayecto de Viena a Praga se hizo un poco largo, unas cuatro horas, pero nos dio a los más la oportunidad de contemplar la belleza de la campiña checa y a los del fondo del autobús, a acabar su campeonato de mus.

Al llegar a Praga, tras dejar nuestras maletas en el Hotel Mercure, situado en el centro de la ciudad (por cierto, lleno de obras como Madrid), fuimos a comer al Restaurante "Metamorphi "donde conectamos con nuestra magnífica guía Ivanca, que nos acompañó el resto de la excursión.

Praga tiene, como Budapest, dos núcleos urbanos bien diferenciados, separados por el río Moldava: la zona baja de la ciudad, donde se encuentra la Ciudad Vieja, que visitamos el mismo día 23, la Ciudad Nueva y el barrio de Vysehrad, cuya visita no estaba prevista en el programa por falta de tiempo y la zona alta con los barrios del Castillo y de Malá Strana, que visitamos el día 25.

Ivanca inició la visita dándonos unos datos generales de la ciudad de Praga así como una pequeña reseña sobre los principales acontecimientos históricos acaecidos en ella.

Desde hace 1.200 años, Praga ha sido la capital del Estado checo. Actualmente tiene una extensión de 500 km$^2$ y cuenta con una población de 1, 2 millones de personas, de las que 200.000 son extranjeras.

En la Edad Media, el nivel de la Ciudad Vieja era bastante más bajo que en la actualidad, por lo que sufrían frecuentes inundaciones con las crecidas del río, por lo que los grandes de entonces decidieron enterrar sus palacios y subir el nivel unos 7 metros.

Iniciamos la visita pasando delante de la Casa Municipal, magnífico edificio de estilo modernista, con un imponente mosaico de "Homenaje a Praga"colocado encima de la entrada. Al lado de este edificio se encuentra la Torre de la Pólvora, construida en el Siglo XV, formando parte de las murallas de la Ciudad Vieja.

La perla de la Ciudad Vieja es la Plaza Vieja, alrededor de la cual se sitúan los edificios más emblemáticos de la ciudad.

Citaremos en primer lugar el Ayuntamiento, creado por un Real Decreto de Juan de Luxemburgo en 1338, que fue surgiendo conforme se fueron uniendo y reconstruyendo las casas que sus propietarios vendieron o donaron a la ciudad. Destaca en la fachada el extraordinario Reloj del Ayuntamiento, del siglo XV, con una serie de estatuillas y figuras que se mueven al dar el reloj las horas y que integra toda la ciencia astronómica, ya que indica los años, meses, días y horas, la salida y puesta del sol y los signos del Zodíaco. Todos los turistas de las proximidades rodean al reloj cuando se aproxima el paso de la hora y nosotros no fuimos una excepción.

La Iglesia de Nuestra Señora de Týn, de estilo gótico, fundada a finales del reinado de Juan de Luxemburgo, cuya fachada principal no da directamente a la plaza, pues está tapada por unas edificaciones anteriores que no fueron derruidas. Tiene

dos imponentes torres de 80 m de altura, coronadas con cuatro torrecitas.

La Iglesia de San Nicolás, inicialmente de estilo gótico y reconstruida en estilo barroco tardío.

Una serie de casas singulares, como son la Casa del Minuto, la Casa de la Campana de Piedra, el Palacio Goltz-Kinsky, etc.

Y, finalmente, situado en medio de la plaza, el imponente Monumento a Jan Hus, erigido en 1915, con motivo del V Centenario de la muerte en la hoguera, en Constanza, de este reformador. Por cierto que Ivanca nos indicó que el Papa Juan Pablo II, en su visita a la República checa pidió perdón por este hecho, en nombre de la Iglesia católica.

A continuación, hicimos un pequeño recorrido por el resto de la Ciudad Vieja, comenzando por la Plaza Pequeña y adentrándonos en la Ciudad Judía (Barrio de Josefov), donde admiramos por fuera la Sinagoga Vieja-Nueva, que es la más antigua conservada en la Europa Central y paseamos por los lugares frecuentados por Kafka y Freud, mientras escuchábamos las interesantes disertaciones histórico-culturales de nuestra guía Ivanka.

**Al día siguiente 24 de Mayo** fuimos en autobús a visitar el Balneario de Karlovy-Vary situado a unos 70 km de Praga, que es la ciudad-balneario más grande de la República checa, que fue fundada por el emperador Carlos IV, a mediados del Siglo XIV, pudiéndose encontrar en ella más de 60 fuentes calientes, entre 32 y 72 grados de temperatura, cuyas aguas tienen muchas propiedades curativas. La ciudad es una preciosidad por su ordenación urbanística en las orillas de los ríos Teplá y Ohre, por la belleza y armonía de todos sus edificios, sus impresionantes columnatas y el cuidado de sus jardines. En los recorridos de ida y vuelta y bajo el encabezamiento de *"Erase una vez..."* Ivanka nos contó las leyendas del descubrimiento del lugar donde se encuentra el balneario, por el emperador Carlos IV, mientras estaba cazando, así como la de la sagrada imagen del Niño Jesús de Praga, de procedencia española (de Écija concretamente), actualmente guardada en la Iglesia de la Victoria, perteneciente a la orden de los carmelitas, que visitaríamos al día siguiente.

**El día 25 de Mayo,** último día de la excursión y también el del viaje de vuelta, estuvo dedicado a ver la parte alta de Praga, correspondiente al Castillo de Praga y el barrio de Malá Strana.

Tras dejar el hotel y con las maletas en el autobús, iniciamos la visita entrando por la Puerta de Matías en el Castillo, que es la mayor zona fortificada del mundo (7,2 Ha) y nos dirigimos a la Catedral de San Vito, que se inició en 1344 pero que no se acabó hasta el año 1929, por lo que su construcción participó de diferentes estilos. Tras las explicaciones de Ivanca y una detenida visita exterior, entramos al interior, admirando fundamentalmente las vidrieras, el púlpito, la tumba de San Juan Nepomuceno y la capilla de San Wenceslao. De las explicaciones no nos enteramos nada, pues había tal multitud que se parecía al Metro de la Linea 5 de Madrid, en horas punta.

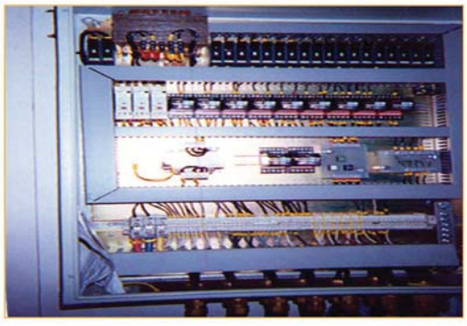
Dentro del recinto, pasamos por unos edificios monumentales tales como: el Palacio Cernín, la Basílica de Loreto, el Palacio Toscano y la Basílica de San Jorge, saliendo del recinto amurallado a través de la Callejuela del Oro, famoso por sus casitas diminutas que servían de vivienda a los fusileros del Castillo.

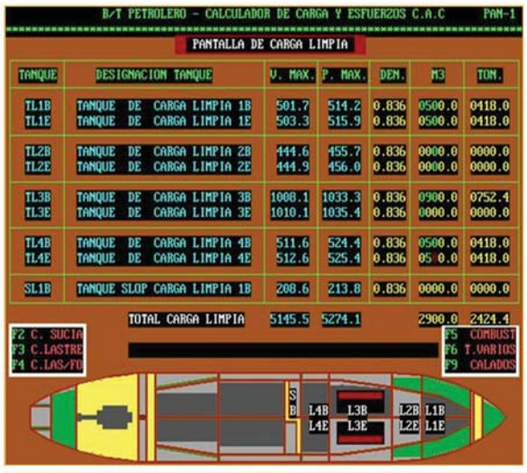
Al bajar del Castillo y ya en la barriada de Malá Strana, visitamos la Iglesia carmelita de la Victoria, rezando al Niño Jesús de Praga con mayor fervor que de costumbre, al conocer su origen español.

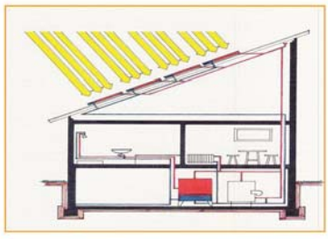
Ya de vuelta a la Ciudad Vieja, atravesamos el río Moldava por el Puente de Carlos, que es una obra excepcional de la arquitectura medieval, lleno de estatuas y figuras entre las que destacan la de San Juan Nepomuceno, la escena de la Crucifixión y las estatuas de los santos Cirilo y Metodio, nombrados recientemente patronos de Europa.

Al finalizar la visita, tuvimos el almuerzo de despedida en un Restaurante al final del Puente de Carlos, por el lado de la Ciudad Vieja y, tras un corto paseo por esa zona, embarcamos en nuestro autobús, rumbo al aeropuerto y regreso a Madrid, algo cansados, pero muy satisfechos del conjunto de la excursión.


CAC Ingeniería Investigación y Desarrollo S.L.





Calculadores de Esfuerzos y Estabilidad en aguas tranquilas y en condiciones adversas de mar, viento y nieve.

Calculadores de estabilidad en tiempo real con monitorización y procesamiento de los pesos variables del buque, y efectos de mar y viento

Estudios de evacuación y ayuda al Capitán en Tiempo Real bajo condiciones de emergencia

Cálculo y diseño de sistemas de Monitorización y Control, y de Seguridad Intrínseca

Diseño de instalaciones de Energía Solar y de Ahorro de Energía

Torsiómetros Electrónicos con lectura y registro de Par, RPM y Potencia

Estudios de Impacto Ambiental de nuevas instalaciones de la Industria Naval

Avda. Monteclaro, 38 Pozuelo de Alarcón 28223 Madrid
Telf.- (34) 91 3513916 Fax.- (34 ) 91 7151732 E-Mail: cacinge@terra.es

CONGRESOS PAG. 73-77 21/6/06 15:28 Página 1



# Conferencia Internacional Ro-Ro 2006

Por Aurelio Gutiérrez Moreno, Doctor Ingeniero Naval

La Conferencia, combinada con una feria con más de 120 expositores, se celebró en las instalaciones de la Flanders Expo (Gante, Bélgica). Fue organizada por Lloyd's List Event's, y patrocinada por el puerto de Gante. Entre los numerosos asistentes figuraban armadores, astilleros, suministradores, autoridades portuarias, etc. Por parte de la AINE asistió el autor de esta reseña.

La Conferencia comprendió una Sesión Plenaria y 7 módulos que dieron lugar a sesiones paralelas los días 16 y 17. A continuación se hace una breve reseña de los trabajos a cuya lectura se asistió.

La Sesión Plenaria **("Política y Nuevas Tecnologías")** comprendió 6 trabajos.

Tras unas palabras de bienvenida del gerente del Puerto de Gante y de un discurso de la ministra de economía, Mrs Moerman, del gobierno flamenco se dio lectura a la lectura de los trabajos.

P.1.- **"El Puerto de Gante y la Economía Belga",** El gerente de la Autoridad Portuaria, Mr Van Craeyvelt, hizo una exposición detallada de las actividades del puerto de Gante, que cuenta con innovadoras instalaciones logísticas para buques Ro-Ro y contenedores generando un 40% del PIB de la provincia. El puerto cuenta con 400 Ha para futuras expansiones y tiene previsto un plan de inversiones de 754 millones de €.

P.2.- **"Visión General a Medio y a Largo Plazo del Mercado de Ro-Ro":** El trabajo presentó la situación de los buques Ro-Ro y sus perspectivas globales. En tráfico de altura *(deep sea)* sólo logra una participación del 3,4% mientras que en tráfico regional alcanza el 37%. Cabe esperar mejora del tráfico de Ro-Ros en *Short Sea Shipping* pero escaso aumento fuera de Europa.

P.3.- **"Nota Clave: ¿Estrán los Ro-Ros Preparados para Hacer Frente a las Oportunidades de Desplazamiento de la Producción de Coches a Otros Mercados?":** El trabajo, presentado por Mr Kai Krass, de Wallenius Wilhelmsen ofrece un panorama del tráfico creciente con China. Los buques capaces de transportar 7.000 coches son ya una realidad (incluso se han realizado alargamientos).

Se requieren nuevos terminales para conectar el tráfico oceánico *(deep sea)* con el *short sea shipping*.

P.4.- **"El Tráfico de los Negocios "Acompañados" - Tráfico Ro-Pax":** El trabajo, presentado por el gerente de STENA Ro-Ro, resaltó la necesidad de evolucionar hacia buques tipo Ro-Pax, especialmente en el Noroeste de Europa. El pasaje genera más beneficios, la carga Ro-Ro tiene sus problemas de costes de personal (labores de trincado). El aumento de miembros de la UE repercutirá en la disponibilidad de conductores más "baratos". Los buques Ro-Ro deben orientarse hacia la modalidad Ro-Pax. Presentan ventajas con respecto a los buques Lo-Lo cuando los medios del puerto son menos eficientes. El tráfico Ro-Ro es muy sensible a los subsidios y a las "veleidades" de las políticas.

P.5.- **"Las Autopistas del Mar en la Política Europea de Tráfico Corto *(Short Sea Shipping)*":** Mr Jean Tresuvr expuso los criterios de la UE en esta cuestión. Los buques Ro-Ro son parte de la intermodalidad que desea incrementar la UE para descongestionar las carreteras y disminuir la contaminación. La UE ha puesta en marcha el Proyecto Marco Polo para lograr estos fines.

P.6.- **"¿Pueden Ro-Ro y Lo-Lo Complementarse Mutuamente?":** El trabajo señala claramente que ambos tipos de buques son complementarios y por tanto necesarios para el desarrollo del tráfico intermodal. Los buques Ro-Ro están más orientados hacia las carreteras, los buques Lo-Lo hacia el tráfico *deep sea* y *feeders*. Es preciso aumentar la disponibilidad de barcazas y el uso de contenedores de 45 pies y *flatracks*.

La solución parece estar en transportar 2/3 de carga acompañada (con chófer) y 1/3 de carga no acompañada (sin chófer). Los futuros buques deberán tener relativamente baja potencia y un consumo ajustado, dedicándose a rutas de más de 8 horas. Un buque tipo debería tener:

- 250 TEU.
- 2.100 m de carretera.
- 300 pasajeros.

Hay tres ejes de ruta interesantes:

- Hook of Holland – Reino Unido.
- Reino Unido – Irlanda.
- Escandinavia – Alemania.

El Módulo 2 **("Autopistas del Mar: ¿Funcionarán?")** comprendió 5 trabajos.

M.2.1.- **"La Apertura del Mercado Ruso: Tendencias en Negocios "Acompañados" y "No Acompañados":** El trabajo analiza la situación general en el área del Báltico- Escandinavia. Desde la "perestroika" empezó a activarse el tráfico con Rusia, que constituye el puente para China y Extremo Oriente).

Están creciendo los tráficos Alemania-Escandinavia, Suecia-Letonia y Escandinavia-Polonia como ejes principales. El tráfico va a multiplicarse por cinco (5) en el periodo 2006-2016. La carretera no basta.

M.2.2.- **"El Golfo Spencer: Creando un Nuevo Servicio de Ferry de Adelaida y Port Lincoln":** El trabajo expone en detalle las necesidades de esta zona del Sureste de Australia donde hay un intenso tráfico de ferries, algunos muy viejos. El nuevo tipo de ferry ahorrará 350 km de carretera (abaratando costes de mantenimiento, reduciendo la contaminación y los accidentes). Se trata de un buque Ro-Pax de 47 m de eslora, 17 nudos para 36 coches y 350 pasajeros.

M.2.3.- **"Cinco Puertos Europeos para Desarrollar un Nuevo Servicio Ro-Ro específico entre España y el Norte de Europa":** El tra-

bajo, presentado por ENA (sociedad constituida en 2005) expone el desarrollo de un proyecto financiado por la UE dentro del programa Marco Polo, que tiene por objeto descongestionar las carreteras.

Se pretende establecer un servicio de cinco salidas semanales que una Cuxhaven y Ferrol, con paradas en Ostende y Cherburgo. Los estudios son prometedores en sus resultados preliminares y se anima a otras empresas a participar uniéndose a ENA.

M.2.4.- **"Conquistando las Autopistas del Mar":** El papel de las "autopistas del mar" exige potenciar su red exterior (con nuevas vías en el Mediterráneo Occidental, el Adriático y el Báltico), mejorando la infraestructura de puertos, nuevos terminales, etc. pues deben ser parte de la cadena intermodal.

Hay oportunidades de negocio y razones de peso para ello. La UE espera doblar su movimiento de cargas de aquí al año 2010. Los problemas ecológicos están ahí. El grupo Grimaldi, que espera mover 400.000 pasajeros en 2006 en el Mediterráneo, se ha lanzado al ambicioso proyecto MARIS, que ahorra los Pirineos y los Alpes con un servicio fijo y fiable comunicando el norte con el sur de Europa. En este mismo sentido, Fincatieri ha desarrollado un nuevo ferry de 225 m de eslora, 3.050 m de carretera y 2.300 pasajeros que desarrolla 27 nudos. Su entrega está prevista para 2008. Se pretende impulsar el uso de contenedores de 45 pies. Sin embargo, los obstáculos no son desdeñable: falta espacio para desahogo de los terminales (especialmente en Italia y Grecia), hay que simplificar los trámites burocráticos, abaratar costes, etc.

M.2.5.- **"Sobre la Nueva Generación de los Buques Destinados a las Autopistas del Mar: La experiencia de los Buques Ro-Pax en el Norte de Europa":** En este trabajo, presentado por el grupo Norfolkline (que desde 1985 es parte del grupo Maersk) se analizan las perspectivas de 9 rutas conectando cinco países (R.U, Irlanda, Dinamarca, Suecia y Holanda) mediante servicios regulares de carga y pasaje (Ro-Pax).

Se contempla la posibilidad, en determinadas líneas, de cerrar la parte de pasaje fuera de temporada. Por otra parte, está previsto implantar un servicio Dunquerque-Dover empleando ferries de 186,65 m, 25,8 nudos y capacidad para 780 pasajeros.

Como principales tendencias se señalan las siguientes:

- La importancia del ferrocarril disminuye.
- El uso de la carretera se incrementa ¿Hasta cuándo?
- Crece el tráfico costero.
- La UE está invirtiendo fuertemente en carreteras y ferrocarriles.
- Faltan buques adecuados.

En el Módulo 4 **("Ro-Ro en Aguas Interiores e Intermodalidad")** se presentaron 6 trabajos.

M.4.1.- **"Escasez de Conductores: Mito o Realidad. El Impacto de los Conductores de Camión de la Europa del Este":** En el R.U existe escasez de conductores para trailers. La ampliación de la UE hacia el Este ha paliado el problema. Un conductor británico cobra un 70% más que uno polaco. Actualmente el 11% de los conductores que circulan por el Reino Unido son del Este de Europa. La situación es compleja, pues las empresas de transporte se mueven con márgenes muy ajustados (entre 5,7 y 2,9% en los últimos cinco años) y algunos datos afirman que el 19% de las empresas pierden dinero.

M.4.2.-**"Apostando por Camiones Más Largos":** El trabajo expone las ventajas que se derivarían del empleo de camiones de 25,50 m, que podría suponer un ahorro de hasta el 32%. El principal problema para ello está en la falta de infraestructura adecuada.

M.4.3.- **"La Economía y las Posibilidades Prácticas de las Operaciones Ro-Ro en Aguas Interiores":** Es preciso mejorar los terminales Ro-Ro disponiendo grúas capaces del traslado de contenedores a barcazas tanto estándar como de 45 pies. Es imprescindible analizar caso por caso de forma detallada.

M.4.4. **"Nuevas Oportunidades en el Corredor del Danubio":** El trabajo analiza en profundidad las posibilidades del río Danubio, que presenta tramos muy utilizables e incluso de forma continua con profundidades de 2,5 m (salvo dos zonas puntuales con profundidades de 1,7 a 2,4 m)

Es preciso invertir en infraestructura. El proyecto CREATING, financiado por la UE considera buques de 110 m para potenciar el tráfico fluvial en el Danubio.

M.4.5.- **"PACSCAT- Un nuevo diseño para el transporte Ro-Ro":** El trabajo expone con detalle un proyecto verdaderamente innovador con el que se logra duplicar la velocidad de los buques fluviales sin que ello suponga un aumento exagerado de potencia. La originalidad está en las formas del casco, que se apoya en popa sobre un colchón de aire. El proyecto ha sido objeto de experimentación y estudio a fondo. El prototipo está patentado y se espera que su impacto suponga una revolución. En la Conferencia de Buques Costeros y Navegación en Aguas Interiores (Londres, Abril 2006) se presentó este mismo proyecto con todo detalle.

M.4.6.- **"Estándares Tecnológicos en los Terminales Europeos de Ro-Ros":** El trabajo examina la serie de avances tecnológicos en diferentes áreas que permitirían mejorar los estándares de terminales Ro-Ro europeos, entre ellos:

- La comunicación operativa más ágil.
- La uniformidad de documentación.
- La planificación de las áreas de almacenaje.
- La mayor seguridad.
- La automatización.
- El seguimiento de cargas y la facturación automática.

En el Módulo 5 **("Diseño de buques Ro-Ro y Ro-Pax")** se presentaron 7 trabajos.

M.5.1.- **"I+D y su Impacto en la Calidad y Valor del Ro-Ro":** El trabajo expone las actividades I+D+i en este campo y en particular el llamado *cool concept* para el estudio de los problemas de reglas y reglamentos, medioambiente, logística, etc. Es un trabajo muy conceptual que no desciende a cuestiones prácticas.

M.5.2.- **"Desarrollo Futuro de Ferries": E**l trabajo presenta la actividad pasada, presente y futura de Aker Finnyards que engloba a 13 astilleros en cinco países con 13.000 empleados. En abril de 20006 ha entregado el *Freedom of Seas,* que es actualmente el mayor buque de su tipo.

El tamaño de los ferries sigue creciendo, y pese a que el mercado griego está estancado el "boom" es espectacular en el Norte de Europa, en el Báltico, Noruega, zona del Canal Mediterráneo Oriental.

En el coloquio que siguió a este trabajo, el autor de esta reseña planteó el hecho de que hay proyectos de buques cada vez mayores pero no se ha planteado seriamente el problema de la evacuación del pasaje en caso de emergencia. Se sigue con los botes, balsas y toboganes, a pesar de que los ensayos reales no han sido animadores (¿cómo evacuar de forma ordenada a 3.000 pasajeros de distintas edades y condiciones físicas?). La pregunta suscitó polémica sin llegar a conclusiones.

Lo cierto es que IMO dicta reglas cada vez más complejas, se hacen simulaciones con ordenador, etc. Pero ¿qué ocurre a la hora de la verdad?

M.5.3.- **"Un Nuevo Buque para el Tráfico de Coches Dentro de Europa":** En los últimos 8 años, se han realizado pedidos de 104 ferries Ro-Pax de más de 150 m de los cuales 70 ya han sido entregados.

Fincatieri tiene en desarrollo tres proyectos principales:

- Cinco (5) buques de 25 nudos y 4.250 m de carretera para servicio en el Norte de Europa.
- También tiene un pedido de Grimaldi para un Ro-Pax de 2.150 pasajeros, 3.050 m de carretera y 25 nudos e incluso un buque de 145 m con fuel pesado a 36 nudos.

Evidentemente, al crecer el buque bajan sus costes operativos. Sirva a modo de ejemplo el caso siguiente:

- Buque de 98 m – 0,16 €/tpm*milla.
- Buque de 145 m – 0,08 €/tpm*milla.

Fincatieri trabaja en colaboración con la empresa BMT Nigel Gee y Asociados, especialistas en alta velocidad.

M.5.4.- **"Lo más Grande es Mejor – La Solución BMT/Fincatieri para los Tráficos Rápidos Ro-Ro en Europa":** El trabajo expone la filosofía de diseño denominada *Think Fast, Think Light.* Su programa incluye 11 buques de 98 m y 38 nudos así como buquues de 112 m y 40 nudos, tipos de 120 m (con fuel pesado) y 36 nudos e incluso un buque de 145 m con fuel pesado.

M.5.5.- **"La Tecnología del Catamarán "Perforante" – Combinando Cargas Útiles Mayores con Costes de Combustible Más Bajos":** El trabajo, presentado por INCAT Tasmania, destaca los logros de esta empresa especialista en ferries de aluminio cuyos productos han logrado penetrar en el mercado europeo y americano.

M.5.6.- **"La Técnica del Colchón de Aire (GREFCO)":** El trabajo expone, sin dar demasiados detalles, el empleo de vehículos de colchón de aire, propulsados bien con hélices bien con chorro de agua (waterjet) capaces de alcanzar 50 nudos.

M.5.7 **"La Tecnología del Buque Soportado por Aire (ASV) y su Empleo en la Próxima Generación de Buques de Carga Express":** El trabajo, presentado por el Canal de Experiencias sueco (SSPA) hace un repaso de diversos ensayos de modelos (incluyendo modelos a escala tripulados) que permiten alcanzar velocidades de hasta 60 nudos (buques de 125 m). El trabajo se limita a la parte hidrodinámica, sin adentrarse en la viabilidad práctica del proyecto.

El Módulo 7 **("Potencia y Propulsión – Nuevos Avances - Dimensión Medioambiental")** presentó 8 trabajos.

M.7.1 **"El Concepto de Propulsión Diesel-Eléctrica para la Nueva Super Clase C de Ferries B-C de extremo doble": S**e presenta aquí un interesante diseño innovador del mayor ferry del mundo con propulsión diesel-eléctrica. Es el resultado de la colaboración entre el armador BC Ferries (Canadá) y el Astillero Flengsburger que deberá entregar tres (3) buques a lo largo de 2007 y 2008, de las siguientes características:

- Dimensiones160 * 28,20 * 8,25 m.
- Calado 5,25 m.
- Propulsión: Diesel-Eléctrica. 4 motores diesel; 2 eléctricos. de 11.000 kW. Redundancia asegurada (2 cámaras de máquinas).
- Velocidad. 21 nudos. PM 1770 t, 1.500 pasajeros, 372 vehículos.

El trabajo expone en detalle la génesis del proyecto, ensayos, etc.

M.7.2 **"Experiencia Operativa con un Sistema de Propulsión que Rompe Moldes":** Este trabajo, complementario con el anterior, analiza la concepción diesel-eléctrica, sus ventajas, limitaciones, etc. haciendo hincapié en la redundancia.

M.7.3.- **"Redundancia, Automación Integrada y Potencia Eléctrica para un Ferry Holandés de Extremos Dobles":** Se trata de un proyecto realmente innovador empleando un casco SWATH con extremo doble, utilizando una propulsión de 4 motores diesel + 2 motores eléctricos. Es un buque concebido para realizar miles de cruces al año con gran fiabilidad y redundancia.

M.7.4.- **"Retorciendo el Timón para una Mejor Maniobrabilidad":** El trabajo expone un diseño innovador de timón, realizado por Becker Marine Systems, que se emplea ya en numerosos buques. El "retorcido" del timón (sin mecanismos, es fijo) evita efectos de erosión y cavitación en el timón. Se han realizado ensayos de modelo. La presentación incluyó un video.

M.7.5 **"Las Prestaciones Medioambientales en Buques – Un Informe de Situación y el Nivel de Mejora Requerido":** La Swedish Environmental Research ha realizado desde 1989 un minucioso estudio en más de 50 buques para analizar las fuentes de contaminación (partículas, $NO_x$, $SO_2$, $O_3$, etc.). Entre los resultados obtenidos se consigna que en Goteburgo (Suecia), los buques son responsables del 40% de la contaminación. Se expone la reglamentación en vigor y la de próxima aplicación y se analizan soluciones técnicas tales como "Scrubber" como la implantación del catalizador, la inyección de urea, etc.

M.7.6.- **"Prestaciones Operativas Referidas a los Sistemas a Bordo: Un Enfoque Basado en la Simulación para Lograr la Reducción de Fuel":** El trabajo resume los 10 años de experiencia de TNO (Holanda), primero con la Marina de Guerra y desde hace 3 años con la marina mercante buscando reducir el consumo de combustible. Por medio de simulaciones (validadas de forma empírica) se optimizan los componentes que afectan al consumo de combustible: propulsión, servicios auxiliares, condiciones reales de servicio. Es por ello imprescindible una colaboración leal y clara entre diseñadores, astilleros y operadores. El trabajo se ilustra con dos casos reales.

M.7.7.- **"Incentivos para Invertir en Ferries Usando Gas como Combustible":** Tras investigar durante 6 años la propulsión con LNG del pequeño ferry *Glutra,* la empresa Fjord 1 ha desarrollado esta tecnología para usarla en cinco (5) ferries a entregar en 2007. Dichos ferries, con motores Rolls-Royce con LNG, navegan a 22 nudos y presentan diversas ventajas medioambientales: eliminación del 90 % de $NO_x$, 100 % del $SO_x$, partículas 0. Pueden transportar 212 pasajeros, 24 trailers y 100 coches.

M.7.8.- **"La Alternativa de la Propulsión Verde":** Rolls-Royce construyó el primer motor marino operado con LNG en 2003, tras décadas de investigación. El trabajo resalta la fiabilidad y seguridad de los modelos que van a emplearse en los ferries mencionados en el trabajo M.7.7, construidos en su factoría de Bergen.

Como comentario final, conviene resaltar la presencia española tanto en la Feria como en las Conferencias. Había unos stands muy dignos de los puertos de Bilbao, Gijón y Santander.

El puerto de Gijón presentó un video en el Seminario de la Feria dedicado a la innovación, exponiendo su programa de ampliaciones ya en marcha con presupuesto de 579 millones de euros.

El puerto de Bilbao presentó en su stand las ampliaciones realizadas y sus planes de futuro. Cabe añadir que Dª Amaya Sarasola, Jefe del Departamento Comercial del Puerto de Bilbao, presidió y dirigió la Sesión del Módulo 2 de la Conferencia (en representación de D.Luis Gabiola).

La Feria tuvo como complemento la exhibición de equipos y vehículos para terminales de puertos, en la explanada exterior.

Tanto la Conferencia como la Feria constituyeron un éxito rotundo de Lloyd's List Event's, especialista en la organización de este tipo de eventos.

# Simposium Internacional sobre Diseño Marino

Aurelio Gutiérrez Moreno (AINE), Doctor Ingeniero Naval

Esta conferencia internacional, organizada por RINA bajo el patrocinio del ABS, reunió a numerosos representantes de astilleros, consultores, universidades, sociedades de clasificación, etc. Se celebró en La Spezia, Italia, los días 12 al 13 de abril de 2006. Al no poder el autor asistir a la misma, esta reseña ha sido preparada en base a la documentación recibida.

Se presentaron en total 17 trabajos.

El trabajo nº 1, **"El papel de la Ambigüedad en el Arte y la Ciencia del Diseño de Yates",** presentado por la Universidad de Nueva Zelanda, pese a su título es bastante concreto. Ofrece unas pautas sencillas de diseño de yates, con información interesante de formulación, coeficientes, etc. así como un ejemplo de diseño de un yate de 18'.

El trabajo nº 2, **"El Arte y la Ciencia en el Diseño de Buques",** presentado por la Universidad de Londres, es una exposición de la filosofía de diseño, señalando que el diseño gráfico interactivo con ordenador permite integrar el arte y la ciencia en el diseño de buques.

El trabajo nº 3 **"Arte y Ciencia en el diseño de Yates ¿Dónde reside la Belleza?",** presentado por la Universidad de Nueva Zelanda, está también centrado en la filosofía de diseño. Hace hincapié en la estética y resalta que la técnica y el arte no están contrapuestos. Se exalta la creatividad que se iguala a la estética, y esta última se considera la suma de belleza (elegancia) + simplicidad + potencia.

El trabajo nº 4 **"Métodos de diseño de Automoción Aplicados al Diseño en el Transporte Marítimo"** fue presentado por el Savannah Collage of Art and Design , EEUU, y por la Universidad de Coventry, R.U. Se trata de combinar la tecnología de trabajar con modelos "físicos" (hechos de espuma rígida o yeso) simultaneando modelos realizados por computador. Esta técnica ya ha se ha empleado en la industria de la automoción con notable éxito. El trabajo expone esta filosofía de diseño presentando algunos ejemplos.

El trabajo nº 5, **"El Uso de Competiciones de Diseño entre Estudiantes para Apoyar la Enseñanza de Diseño Marino",** fue presentado conjuntamente por la Universidad de Michigan y la Office of Naval Research de los EE.UU.. Se trata de competiciones patrocinadas por la SNAME que han dado relevantes resultados. El trabajo, muy extenso y documentado, incluye algunos ejemplos de esta actividad.

El trabajo nº 6 **"Formación y Entrenamiento para los Diseñadores Marinos: una Perspectiva de los Estudiantes",** presentado por la Universidad de Nueva Zelanda, señala las diferencias entre el *Naval Architect* (Arquitecto naval) y el *Marine Designer* (Diseñador marino). Expone una clasificación de los distintos cursos existentes (a nivel mundial) así como los resultados de una encuesta entre estudiantes realizada en 2005. Se incluye una serie de recomendaciones a la industria y a las instituciones docentes en base a los resultados de la encuesta

El trabajo nº 7, **"Evaluando el diseño de alojamientos de pasajeros y tripulación en buques",** también presentado por la Universidad de Nueva Zelanda, es un trabajo interesante y con un marcado carácter especulativo.

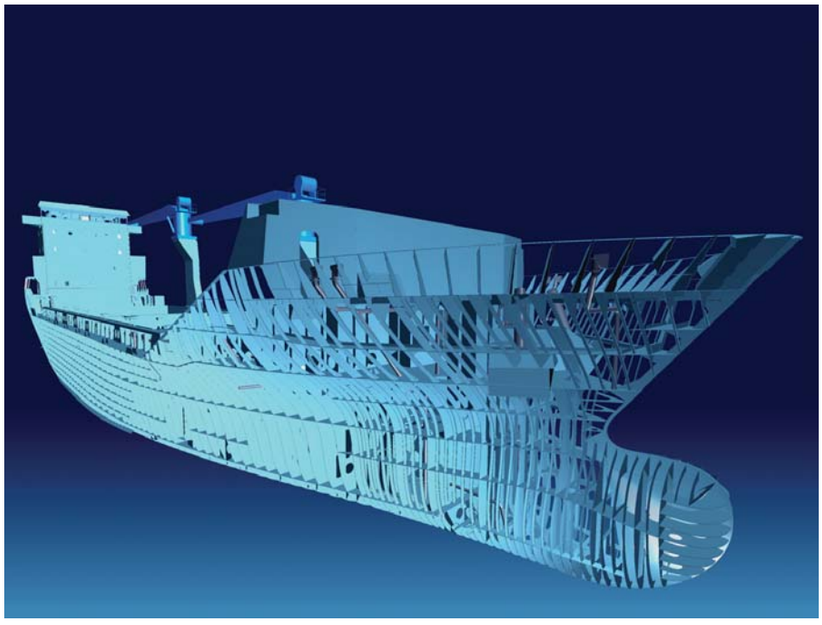
El trabajo nº 8, **"Evaluación de las opciones de diseño relacionadas con la evacuación para la seguridad incrementada en buques de pasajeros",** presentado por Det Norske Veritas, Noruega, se ocupa del problema candente de la evacuación en buques de pasaje. Se presenta una evaluación de la efectividad en coste de nueve opciones de control de riesgo relacionadas con la evacuación en buques de pasajeros. Si bien el trabajo apunta soluciones a cómo disminuir riesgos en base a un mayor compartimentado, protección C.I., etc. el problema capital sigue sin resolverse: ¿cómo se evacuan unos miles de pasajeros de diversa edad y condición física en una emergencia. El autor de esta reseña asistió a una conferencia anterior en la que se mostraba un vídeo sobre la evacuación de un ferry, con voluntarios jóvenes en buena forma física, en un fiordo noruego. El funcionamiento de toboganes y rampas fue descorazonador. Hay que idear medios alternativos ¿cuáles? Hay queda la pregunta.

El trabajo nº 9 **"El Buque HVAC: ¿Es Práctico el Calor Combinado y la Potencia (CHP)?"** fue presentado por un consultor del Reino Unido. En el mismo se presenta una idea que no es nueva, pero que los avances tecnológicos parecen hacer viable: la posibilidad de que los sistemas de refrigeración operen en un sistema de cogeneración en buques.

El trabajo nº 10 **"El Diseño y Construcción de Grandes Yates de Lujo"** fue presentado por Oceanic Investment Corporation, del R.U. En el se comparan las metodologías de proyecto y construcción de superyates y grandes buques de pasaje de lujo resaltando las ventajas que puede suponer para el armador el empleo de un Director de Proyecto Profesional y de un Sistema Total de Gestión del Proyecto.

El trabajo nº 11, **"Optimización del Diseño de Objetivos Múltiples en un Buque de Cruceros",** fue presentado por INSEAN (el Canal de Experiencias de Italia) y en el que se combina, en un trabajo breve pero interesante, la experiencia de INSEAN en este tipo de estudios.

El trabajo nº 12 **"Superyates y Buques de Pasajeros: Aplicación Práctica de los Métodos de Elementos Finitos",** presentado por el Registro Italiano (RINA), expone la aplicación de la técnica de elementos finitos (FEM) en el análisis estructural de este tipo de buques. La condición de arrufo y la compresión en superestructuras han de ser estudiadas con sumo cuidado en un gran buque de pasaje, siendo la metodología presentada aplicable a una amplia gama de buques.



El trabajo nº 13, **"Comportamiento en la Mar: un Estudio Experimental de Aceleraciones y Movimientos en un Buque de Alta Velocidad de Doble Codillo",** fue presentado por una empresa de ingeniería de los EE.UU.. En él se analizan los resultados de un programa de ensayos de modelos con mar de proa y se exponen los últimos avances en este campo. Incluye amplia información con diagramas de uso práctico.

El Trabajo nº 14 **"Nuevas Reglas del Bureau Veritas para Megayates",** detalla las reglas de dicha sociedad de clasificación francesa para su aplicación a los yates de mayor tamaño, en tanto que las reglas se han modificado y reestructurado en fecha reciente.

El trabajo nº 15 **"El Yate de *Charter* y el Papel de la Sociedad de Clasificación"** fue presentado por el ABS (Europa). La sociedad de clasificación juego a menudo un doble papel: el propio de su naturaleza y la representación de la administración del país de abanderamiento (que es frecuentemente un pabellón de conveniencia). El trabajo se limita a exponer las exigencias reglamentarias en los yates *charter*.

El trabajo nº 16, **"Análisis de los Procedimientos de las Sociedades de Clasificación para el Escantillonado de Yates a Motor en fibra de Vidrio",** fue presentado por la Universidad de Génova. Es un trabajo extenso y documentado que compara las fórmulas aplicadas por el Registro Italiano (RINA), el Lloyd's Register y los estándares ISO para la determinación de las propiedades mecánicas de la fibra de vidrio.

El trabajo nº 17 **"Una Visión General de los Requerimientos de Compartimentado y Estabilidad en Averías Aplicable a Grandes Yates a Motor"** fue presentado también por la Universidad de Génova. Detalla las exigencias aplicables de SOLAS y el Código MCA aplicable a grandes yates comerciales a vela y a motor.

Como comentario final, cabe señalar que las técnicas de diseño de buques han experimentado un avance y una evolución considerables al aplicar la representación interactiva en tres dimensiones y el empleo de la técnica de elementos finitos (FEM) para el análisis de la estructura.

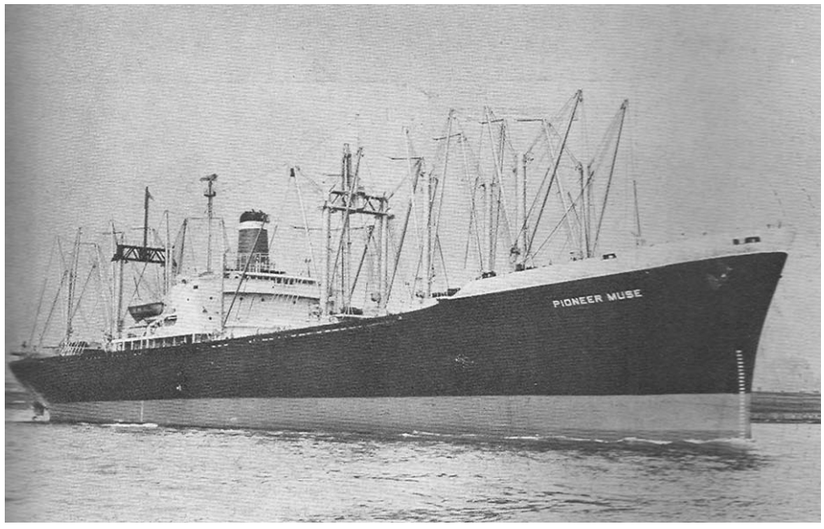
H.50 AÑOS PAG. 78 21/6/06 15:29 Página 1



# Junio de 1956

## Artículos técnicos

- *Concepto del ancho efectivo en el proyecto de la estructura de buques,* por R. Martín Domínguez. El artículo es una ampliación de la información dada en SNAME, 1951, especialmente dando los resultados en forma tabular. Se presentan los resultados para el refuerzo a la brazola de una escotilla y el panel rígido del costado del buque, un refuerzo en T de un mamparo, carga triangular sobre un mamparo sometido a presión hidrostática hasta su parte alta, entre otros.
- *Proyecto del plano de formas en los modernos barcos mercantes,* traducido por C. Manrique de Lara y J. B. Parga de un extracto de una publicación de A. Lindblad publicado en la revista Schiff und Hafen con firma de G. Diede. En el artículo se presentan todos los factores de importancia para el proyecto de las formas y se hace un resumen de los conocimientos en este terreno.




## Información Legislativa

Decreto del 13 de abril por el que se modifican determinados artículos del Contrato suscrito por el Ministerio de Marina y la Empresa Nacional Bazán, de Construcciones Navales Militares.

Orden de 3 de mayo por la que se dictan las normas para la obtención del Diploma de especialización en Soldadura en el Instituto de la Soldadura del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

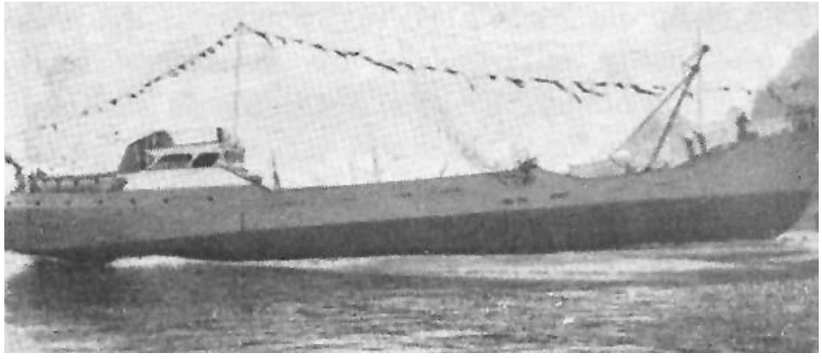
Orden de 24 de mayo por la que se autoriza el abanderamiento en España e inscripción en el puerto de Algeciras con el nombre de *Navegante* al buque de procedencia inglesa *Sevro*.

## Información Profesional

Visita a los Estados Unidos de América de Ingenieros de la Empresa Nacional Elcano en misión de estudio de organización y productividad, durante el año 1955 y el primer trimestre de 1956, que efectuaron un programa de cursos teóricos y prácticos, organizados por el Instituto Nacional de Industria y la Comisión Americana de Ayuda Técnica. Se presenta un resumen del informe entregado a la empresa en lo relativo a Organización general, Relaciones industriales, Admisión y formación de personal, Política de salarios y Ventas.

## Revista de Revistas

En el apartado de construcción naval se trata sobre buques tipo *shelter* abierto y la relación entre francobordo, arqueo y subdivisión. Se hace una sugerencia razonada en relación con una modificación de las actuales Reglas de arqueo y las ventajas que se obtendrían si se permitiese que los mamparos estancos de los tipo *shelter* se prolongasen estancos hasta la cubierta *shelter,* manteniéndose las exenciones de arqueo de los entrepuentes, con tal de que no se excediese el calado correspondiente a la cubierta *shelter* abierta.



En el apartado de maquinaria y turbinas aparece un artículo que trata sobre controversias sobre maquinaria naval en 1955. Asimismo, se presenta la introducción del trabajo presentado en el Premio "Juan de la Cierva" 1954 por un equipo del Instituto de Electricidad, sobre la investigación, proyecto y realización de un analizador diferencial electrónico.

## Información General

- Amplio extracto del discurso que el Ministro Subsecretario de la Presidencia, D. Luis Carrero Blanco, pronunció en las Cortes Españolas para conseguir el voto favorable para someter a sanción la Ley de Protección y Renovación de la Flota Mercante Española, en el que expuso la importancia fundamental que representa para España la necesidad de poseer una Marina Mercante eficiente, respaldada por una Marina Militar.
- Entrega del carguero a granel *Cassiopeia,* del cual se daba información descriptiva en el número de marzo.
- Entrega del costero *Maria Mercedes,* construido por la factoría Vulcano de Vigo, del tipo *Raised Quarter Deck,* con una eslora total de 50,15 m y un desplazamiento máximo de 832 t.
- Pruebas de velocidad y entrega del buque *Astene Sexto,* construcción número 8 de los Astilleros de Sevilla de la Empresa Nacional Elcano, cuarto y último de una serie de cuatro unidades que se utilizan para la exportación de frutos de la zona del Levante español y Canarias.

ART. TEC. 75 ANIV. PAG. 79-114 21/6/06 15:49 Página 1



# Un hito español en la propulsión naval. Rentabilidad de un amplio programa de I+D+i

G. Pérez Gómez, Dr. Ing. Naval
M. Pérez Sobrino, Dr. Ing. Naval
J. González-Adalid, Ing. Naval
A. García Gómez, Dr. Ing. Naval
J. Masip Hidalgo, Dr. Ing. Naval
R. Quereda Laviña, Dr. Ing. Naval
E. Minguito Cardeña, Ing. Naval
P. Beltrán Palomo, Dr. Ing. Naval

Premio 75 aniversario AINE

## Índice

**0.- Resumen / *Summary***
**1.- Introducción**
**2.- Antecedentes históricos**
**3.- Investigación sobre la extrapolación modelo buque y desarrollo de un nuevo método para hélices con placas de cierre**
- **3.1.- Estructura de una base de datos relevante**
- **3.2.- Cálculos de extrapolación por métodos convencionales**
- **3.3.- Desarrollo de un procedimiento innovador de extrapolación de los resultados experimentales obtenidos con hélices CLT**
- **3.4.- Comparación de los métodos**

**4.- Investigación sobre la predicción de cavitación mediante ensayos con modelos**
- **4.1.- Desarrollo de un nuevo procedimiento para la determinación de los parámetros del ensayo de cavitación con modelos de hélices con gran efecto de escala. Dos líneas de investigación que confluyen**
- **4.2.- Estudio del campo de velocidades en la vena líquida que atraviesa el disco de la hélice CLT, medido en diversos planos perpendiculares al eje**
- **4.3.- Nuevos desarrollos en el diseño de hélices CLT**

**5.- Comprobación práctica de los desarrollos realizados, validación mediante una aplicación a escala real**
- **5.1.- Validación de los nuevos desarrollos en la correlación modelo buque en potencia y velocidad**
- **5.2.- Mediciones de pulsos de presión, vibraciones y ruidos a plena escala**
- **5.3.- Validación de los desarrollos en la predicción de la cavitación y de las fluctuaciones de presión**

**6.- Rentabilidad del programa. Innovaciones ya materializadas**
**7.- Futuros desarrollos previstos**
**8- Conclusiones**
**Lista de referencias**

## 0. Resumen

Se describe el importante esfuerzo investigador realizado por los autores en estrecha colaboración desde 1997 mediante un gran programa de I+D+i detalladamente planificado en fases sucesivas, donde la continuidad de cada una dependía de los resultados de la anterior.

Se divulgan los logros totalmente innovadores que se han conseguido en el campo de la hidrodinámica naval que afectan a las técnicas de diseño de hélices, a la experimentación y a las predicciones para el buque real mediante la extrapolación de los resultados experimentales.

En la última fase del programa la tecnología desarrollada se valida con pleno éxito, comparando las predicciones realizadas a partir de los resultados experimentales con los resultados de las mediciones de velocidad, ruidos y vibraciones, realizadas a plena escala en un ferry de última generación.

Las consecuencias para la ingeniería naval española no pueden ser más satisfactorias ya que se dispone de unas técnicas especiales para el diseño de las hélices más avanzadas que existen en la actualidad y asimismo se posee con carácter exclusivo, una tecnología experimental totalmente innovadora que posibilita la realización de ensayos con este tipo de hélices y extrapolar a plena escala sus resultados.

El consorcio que ha desarrollado el programa ha realizado un gran esfuerzo, pero como resultado de la seriedad de los desarrollos abordados, se pueden presentar, al poco tiempo de su finalización, las realizaciones que ya van rentabilizando este programa para las empresas participantes.

## *0. Summary*

*A large research effort made by the authors in a close cooperation since 1997 is described. It has been an important R&D program scheduled in detail being the continuity of the next phase depending on the success of the preceding one.*

*The innovative results achieved are spread out for general knowledge. Results in applied hydrodynamics concerning to the propeller design methods, the testing procedures and the correlation of he test results to get the ship predictions.*

*In the last phase of this program the new developed technology is validated with full success, comparing the predictions obtained from the test results with the measurements carried out at full scale in power, speed, noise and vibration of a last generation ferry.*

*The consequences for the Spanish ship design sector could be large enough because the authors have own specific techniques to produce the most advance propellers and also, in a exclusive way, the innovative technology to test this kind of propellers and to extrapolate their results to full scale.*

*The large research effort developed by the consortium has result not only in the generation of new knowledge inside the different projects but in particular applications which are making this program profitable for the partners.*

## 1. Introducción

En el presente trabajo se describen los importantes logros tecnológicos conseguidos de la realización de un conjunto coordinado de programas de I+D+i.

Como se expone en el siguiente capítulo de este trabajo, ya en 1976 Astilleros Españoles comenzó las primeras investigaciones sobre hélices con placas de

cierre en los extremos de las palas, denominadas entonces hélices TVF (Tip Vortex Free).

A pesar del entusiasmo inicial y de las posibilidades de aplicación de las hélices con placas de cierre, las circunstancias de ese momento no condujeron al necesario desarrollo que permitiese su aplicación práctica en una inmensa mayoría de ocasiones.

Un análisis DAFO retrospectivo de las condiciones de aquel momento podría reflejar la siguiente situación:

Entre las DEBILIDADES la más importante, sin duda, era que si bien se habían desarrollado la teoría de funcionamiento de estas hélices y su correspondiente procedimiento de diseño, no se podía comprobar experimentalmente sus beneficios mediante los ensayos con modelos, que es la práctica habitual de la construcción naval desde los tiempos de William Froude y las primeras instalaciones de Canales de Experimentación hidrodinámica. El astillero o armador que se decidiese a instalar una de estas hélices debía esperar a las pruebas de mar para conocer si se cumplían las expectativas, lo que en la gran mayoría de los casos era un riesgo inaceptable.

Las AMENAZAS provenían de los especialistas en diseño y fabricantes de hélices convencionales que ante la dificultad de aceptar los nuevos desarrollos se pusieron en contra en muchos casos, lo que unido al nivel de riesgo superior, hacía que las compensaciones o penalizaciones exigidas por los armadores eran inaceptables para el astillero o para los proyectistas.

La FORTALEZA era y sigue siendo el fundamento teórico en que se basa la mejora de rendimiento alcanzable por estas hélices. Es universalmente aceptado que si se puede cargar uniformemente la pala desde el núcleo hasta la punta, el rendimiento será óptimo, pero en hélices convencionales esto no es posible porque la punta no admite carga finita y si se aumenta la carga en la zona del extremo se empeora apreciablemente su comportamiento en cavitación. Las hélices con placa de cierre pueden resolver este problema, aunque es necesario desarrollar la teoría nueva de funcionamiento.

Las OPORTUNIDADES de estas hélices eran evidentes, si se demostraba que la teoría era correcta, prácticamente para todos los casos de hélices con una cierta carga (empuje desarrollado por unidad de superficie de pala), siendo mayores cuanto mayor es la carga. Además existe el nicho, cada vez más importante de hélices de paso regulable, donde el hecho de carga radialmente más uniforme de las hélices CLT conduce a una distribución de paso mucho más favorable para el trabajo en condiciones fuera de diseño, que es habitual en estas hélices.

La empresa SISTEMAR, fundada por los técnicos procedentes de AESA, que continuaron dentro de sus posibilidades estos desarrollos, fueron realizando aplicaciones de forma más o menos puntual hasta que en 1996 se realizaron las pruebas de mar de dos buques graneleros gemelos uno con hélice convencional y otro con hélice CLT (nuevo tipo denominado "Contracted and Loaded Tip" por Sistemar). La hélice CLT fue claramente superior a la convencional, que era una hélice de máximo rendimiento en su tipo, hasta el punto de que el armador decidió sustituir la convencional del primer buque por otra CLT similar a la del segundo.

Esto permitió convencer a los responsables de AESA para iniciar un programa progresivo de I+D para eliminar los obstáculos en la aplicación de estas hélices. Fundamentalmente era necesario superar la debilidad de la imposibilidad de ensayar este tipo de hélices a escala de modelo porque así se podría ofertar con el mismo nivel de riesgo que una convencional; además, porque se abren las puertas a profundizar en las investigaciones con modelos que son asequibles, mientras que a escala real son prácticamente irrealizables por su extremo coste; esto último ha sido de suma importancia para este programa y abre muchas puertas para el futuro.

Los ensayos con modelos se utilizan en el nivel actual de la tecnología, para asegurar al máximo posible dos grandes aspectos del funcionamiento de las hélices: su rendimiento y su comportamiento en cavitación, del que depende a su vez el nivel de ruidos y vibraciones transmitidos al casco.

Por lo tanto el programa se planteó mediante proyectos individuales que secuencialmente fueran aportando conocimientos que permitieran resolver las debilidades expuestas.

Lo primero que se planteó fue una investigación sobre la extrapolación modelo-buque para desarrollar un nuevo método de correlación para hélices con placas de cierre. Esto exige establecer una teoría sobre la correlación de los resultados de ensayos de este tipo de hélices y comprobarlo con una base de datos de resultados de ensayos con modelos y de pruebas de mar. Este proyecto se denominó C-29 dentro del programa de I+D de Astillero Españoles entre 1997-2000. Toda esta fase se completó con éxito, tal como se expone en el capítulo 3.

Gracias al éxito del proyecto C-29 se decidió lanzar la siguiente investigación sobre la predicción del comportamiento en cavitación de las hélices CLT también mediante ensayos con modelos. Para ello de nuevo era necesario el desarrollo de un nuevo procedimiento para la determinación de los parámetros del ensayo de cavitación con modelos de hélices con gran efecto de escala. Fue un éxito con una característica especial, pues se lanzaron dos líneas de investigación, una por SISTEMAR y otra por el Canal de El Pardo que se demostró que confluyen en resultados muy similares. Se explica todo este desarrollo en el capítulo 4. El proyecto se denominó DINN-03 dentro del programa de IZAR para 2001-2003, ya que se lanzó después de la fallida fusión de BAZAN y AESA. Como el conocimiento de los socios sobre esta tecnología iba adquiriendo mayores niveles se aprovechó este proyecto para comenzar una línea de gran interés, todavía abierta, sobre nuevos tipos de secciones para palas de hélices CLT. En estos dos primeros proyectos los socios fueron el astillero (AESA en el primero e IZAR en el segundo), SISTEMAR y el Canal de El Pardo.

Ya sólo quedaba comprobar todos estos desarrollos, que se habían ido validando parcialmente en cada proyecto, con una aplicación global en un buque que se empezase desde el diseño de la hélice, sus ensayos, su fabricación y sus pruebas de mar. Surgió una oportunidad inmejorable a través de la naviera TRASMEDITERRÁNEA que tenía en servicio un buque Ferry de última generación con hélices muy cargadas que presentaban algunos problemas de funcionamiento en condiciones fuera de diseño, ya que al parecer no se habían especificado como requerimientos iniciales de proyecto, al ser hélices de por sí muy comprometidas. Se le propuso participar en un proyecto nuevo para validar todos los conocimientos adquiridos en los proyectos anteriores y se incorporó también a la empresa TSI como socio experto en las medidas a bordo de todo tipo de parámetros propulsivos y de ruidos y vibraciones.

Así pues, se lanzó el proyecto DINN-22, con los cinco socios mencionados, para la comprobación práctica de los desarrollos realizados y su validación mediante una aplicación a escala real. Se expone en el capítulo 5 de este trabajo.

En el capítulo 2 se presentan de forma resumida los antecedentes históricos de este tipo de hélices, que el lector interesado podrá ampliar en la bibliografía.

En el capítulo 6 los socios exponen cómo a lo largo del desarrollo de este amplio programa han ido aplicando sus nuevos conocimientos, cada uno en su campo de actuación, y explican sus expectativas de aplicación en el futuro inmediato, lo que justifica que en el título de este trabajo se haya afirmado la rentabilidad de este programa.

En el capítulo 7 se presentan las líneas de investigación que quedan abiertas, que afectan no sólo a este tipo de hélices sino que serían válidas posi-

blemente para todas aquellas hélices que presenten altos efectos de escala (en general debido a estar muy cargadas). No sería un programa de I+D realista si no hubiera suscitado casi tantas, o más, nuevas cuestiones como ha resuelto. El seguir avanzando por estas líneas sería lo que permitiría mantener un gap tecnológico entre los primeros desarrolladores y la competencia. Esta tecnología en estos momentos está en manos únicamente de los socios que la han desarrollado, pero inevitablemente se difundirá en cuanto se empiecen a publicar los resultados de las primeras aplicaciones.

Por fin, en el capítulo 8 se presentan agrupadas las principales conclusiones que se pueden derivar de todo este amplio trabajo.

El éxito conseguido ha sido debido a la tenacidad y constancia de los autores y al haberse identificado estos con los objetivos de los programas. También es de destacar la complementariedad de los socios de cada proyecto, donde se cubrían todos los campos necesarios para el desarrollo de cada uno sin huecos ni solapes.

Finalmente se desea dejar constancia de que la tarea investigadora ha sido posible por el patrocinio de la Gerencia del Sector Naval de los programas de I+D+i emprendidos. Además de proporcionar importantes ayudas, ha seguido muy de cerca los desarrollos que se presentan y asimismo, ha estimulado siempre la realización de las actividades emprendidas.

## 2- Antecedentes históricos

Los motivos que han hecho necesario este importante esfuerzo investigador se pusieron de manifiesto en 1976 (Ref. 13).

En la citada referencia se efectuó la reivindicación de los beneficios que podían esperarse de las hélices TVF caracterizadas éstas por disponer de unas placas cilíndricas en los extremos de las palas, y poseer una distribución radial de carga monótonamente creciente desde el núcleo a los extremos de las palas.

A pesar de que las hélices tipo Kaplan que se ensayaron en aquella ocasión disponían de una distribución radial de carga aceptable, los resultados que se presentaron en aquella ocasión no eran suficientemente estimulantes debido a que no se efectuó adecuadamente su extrapolación a plena escala.

Aquella fue la primera oportunidad en que el Canal de Experiencias Hidrodinámicas de EL PARDO (CEHIPAR) y ASTILLEROS ESPAÑOLES (ahora NAVANTIA) tuvieron constancia de los importantes efectos de escala característicos de este tipo de hélices.

En aquellas circunstancias se desconocía que la transformación de las curvas de propulsor aislado recomendada por la ITTC no resultaba adecuada para las hélices TVF; no obstante en el apartado 5.2 de la citada referencia se cuestionó que el procedimiento utilizado para extrapolar los resultados experimentales propuesto inicialmente por Jokoo en 1955 y posteriormente reivindicado por Taniguchi en 1963, podría no resultar completamente adecuado para este nuevo tipo de hélices.

ASTILLEROS ESPAÑOLES acogió con entusiasmo las posibilidades de este nuevo tipo de hélices y se realizaron con posterioridad numerosos programas experimentales cuyas conclusiones no eran tampoco suficientemente estimulantes.

El progreso conseguido en el estudio y programación de procedimientos de diseño de este tipo especial de hélices permitió efectuar proyectos comparativos de hélices convencionales y de hélices TVF y los resultados de los cálculos pusieron de manifiesto que con este tipo de hélices se conseguirían rendimientos sensiblemente más elevados que con las hélices convencionales alternativas.

Para poder comprender la situación, tan poco propicia, para conseguir la implantación de las hélices TVF, se ha de tener en cuenta que en aquellas fechas, la casi totalidad de los canales de experiencias utilizaban el procedimiento de extrapolación de Froude.

De hecho, hasta la ITTC de 1978 no se homologó definitivamente el procedimiento de Taniguchi y a pesar de ello, su implantación en los principales canales europeos no se produjo hasta varios años después.

Por las razones señaladas, la comercialización de las hélices TVF primeramente y de las hélices CLT con posterioridad, se basó en diseños realizados utilizando procedimientos teóricos basados en teorías propias de carácter innovador sin poderse auxiliar de los oportunos programas experimentales.

Al crearse en 1987 SISTEMAR, el progreso conseguido en el conocimiento del comportamiento de las hélices TVF (Tip Vortex Free) a plena escala, hizo que la concepción de hélices con placas de cierre, evolucionase de manera que los extremos de las palas en lugar de tangentear a un cilindro coaxial con la línea de ejes, tangenteasen a la superficie que envuelve a la vena líquida que atraviesa el disco de la hélice.

Dicha superficie es de revolución y sus secciones transversales entre el infinito aguas arriba y el infinito aguas abajo se reducen a medida que crecen las magnitudes de las velocidades inducidas por la propia hélice. De ahí la nueva denominación CLT (Contracted and Loaded Tip).

Con la nueva generación de hélices CLT se conseguiría que realmente la distribución radial de la carga coincidiese con la deseada y asimismo disminuyese la resistencia viscosa de las placas de cierre.

Para poder realizar los diseños de las hélices TVF fue preciso primeramente generalizar la teoría de Lerbs de las líneas sustentadoras.

Simultáneamente se desarrolló una nueva teoría de cascadas para poder introducir en el diseño de las secciones anulares de las palas las correcciones de carácter tridimensional que permitían tener en cuenta las condiciones de contorno de cada pala impuestas por las palas adyacentes.

Finalmente, debido a los inconvenientes de las incorrecciones de la teoría de Lerbs, se desarrolló una nueva teoría de la impulsión que introdujo unas ventajas decisivas en las técnicas de diseño y además permitía explicar de manera convincente los motivos de las ventajas de las hélices TVF y CLT sobre las hélices convencionales alternativas.

Al tener las hélices TVF y CLT una distribución radial de la carga totalmente diferente a la de las hélices convencionales, los reglamentos de las sociedades de clasificación no eran de utilidad para garantizar la resistencia mecánica de las palas y por este motivo fue preciso desarrollar y programar un procedimiento de cálculo analítico para calcular las tensiones de Von Misses en las diferentes secciones anulares de las palas.

Lo mismo sucedió con los procedimientos para calcular el riesgo de aparición de cavitación tipo burbuja y prevenir la extensión de las cavitaciones tipo lámina y cavitación en cara de presión.

También fue preciso desarrollar para las hélices CLT un procedimiento de cálculo de la distribución de presiones alrededor de las secciones anulares que tuviese en cuenta el efecto cascada creado por las secciones anulares.

Convencidos de las ventajas que ofrecen las hélices contrarrotativas y las hélices tandem (Ref. 16) para la propulsión de los buques, fue preciso generalizar y programar la nueva teoría de la impulsión para el caso de flujo con componentes angulares de la velocidad en el infinito aguas arriba.

Todas estas nuevas teorías y su discusión filosófica están incluidas en Ref. 1 en donde se citan también las publicaciones originales de las teorías que se han mencionado.

Con el transcurso del tiempo y una vez creada SISTEMAR, y habiéndose diseñado y construido con éxito más de doscientas hélices CLT, ASTILLEROS ESPAÑOLES y SISTEMAR participaron en las pruebas de velocidad realizadas con los *bulkcarriers* de 165.000 tpm *Cherokee* y *Comanche* construidos por la antigua AESA (Factoría de Puerto Real) para CARGILL INTERNATIONAL.

Debido a una decisión del Armador, el primero de estos buques llevó instalada inicialmente una hélice convencional diseñada por MARIN y el segundo una hélice CLT diseñada por SISTEMAR (sin haberse realizado previamente ensayos con un modelo de la hélice CLT).

Las pruebas de velocidad se realizaron respectivamente en julio y octubre de 1996.

Los resultados obtenidos en las pruebas de estos buques fueron publicados en la revista *The Naval Architect* (ref. 2) en un trabajo realizado por técnicos de la Compañía Armadora y de SISTEMAR.

Se concluyó que a potencia propulsora constante, la hélice CLT había incrementado la velocidad del buque en 0,6 nudos aproximadamente. A velocidad constante, el ahorro en el consumo de combustible fue del orden del 12 %.

Inmediatamente después de las pruebas del buque *Comanche,* CARGILL INTERNATIONAL decidió comprar otra hélice similar para ser instalada en el buque gemelo *Cherokee*.

En el año 2000 el Director de Flota de CARGILL INTERNATIONAL, en unas declaraciones a MARINE PROPULSION INTERNATIONAL (Ref. 15) reconoció que en la condición de plena carga, la hélice CLT había reducido el consumo de combustible de 58,5 toneladas/día a 52,5 toneladas/día. En la condición de lastre la reducción del consumo fue de 54,4 toneladas/día a 49,5 toneladas/día.

CARGILL INTERNATIONAL, antes de vender su flota, había instalado hélices CLT en cuatro *bulkcarriers* y en un buque de transporte de zumo de naranja.

No existiendo en AESA la menor duda sobre la calidad de los resultados obtenidos con la hélice CLT, decidió tener la posibilidad de instalar hélices CLT en sus prototipos e investigar en profundidad, para conocer con mayor claridad, el comportamiento de estas hélices en diferentes tipos de buques.

Para poder adoptar la decisión de instalar una hélice CLT en cualquier prototipo era indispensable poder validar cualquier diseño de hélice CLT mediante el oportuno programa experimental, de manera similar al procedimiento seguido en el caso de una hélice convencional.

Con estos propósitos, AESA propuso a CEHIPAR y a SISTEMAR realizar conjuntamente una serie de programas de I+D+i.

## 3- Investigación sobre la extrapolación modelo buque y desarrollo de un nuevo método para hélices con placas de cierre

Como se ha explicado en la introducción, el primer proyecto se denominó "Optimización de la propulsión de los buques mediante soluciones innovadoras, incluyendo hélices con placas de cierre". Sus objetivos principales fueron:

- El desarrollo de nuevos métodos y herramientas de cálculo que permitirían predecir las mejoras de rendimiento propulsivo, ya desde la fase de anteproyecto, con las garantías necesarias, incluyendo la aplicación de nuevos sistemas como las hélices con placas de cierre en los extremos de las palas.
- Desarrollo de un nuevo método de correlación entre los resultados del modelo y las predicciones a plena escala para hélices tipo CLT, que permitiera asegurar los riesgos para el astillero de una forma próxima a los que se incurren en el caso de hélices convencionales.

De forma resumida en la figura se presenta un esquema de contenidos y desarrollos del proyecto en relación con los paquetes de trabajo.

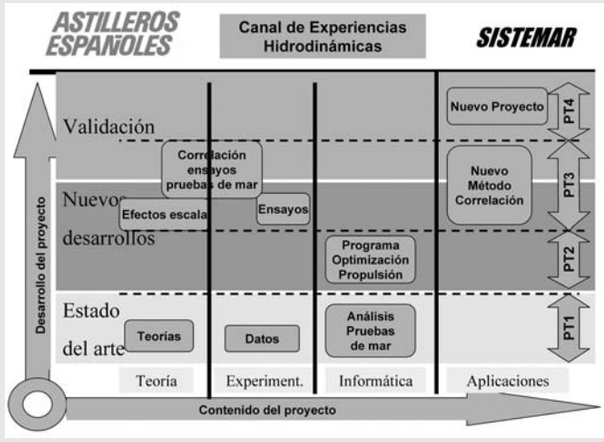



**Figura 3.0.1**

Se presentó en las XXXVI Sesiones Técnicas de la Ingeniería Naval de España un resumen de este trabajo (ref. 3), describiendo en detalle sus aspectos más característicos, que se describen a continuación en este capítulo, vistos desde la perspectiva de un mayor desarrollo llevado a cabo con considerable éxito, pero que se basó, en gran medida, en los resultados de este primer proyecto.

### 3.1.- Estructura de una base de datos relevante

Para el desarrollo del programa de investigación C-29 se creó una base de datos con buques de los que se disponía de resultados fiables de pruebas de mar con hélices convencionales y/o con hélices CLT.

| Dimensiones Principales | Buque 1 | Buque 2 | Buque 3 | Buque 4 | Buque 5 | Buque 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Buques seleccionados** | | | | | |
| Lpp [m] | 279,635 | 279,635 | 217,000 | 217,000 | 141,610 | 94,000 |
| B [m] | 43,200 | 43,200 | 32,260 | 32,260 | 22,000 | 18,400 |
| Tm [m] | 9,900 | 9,900 | 7,025 | 7,025 | 5,657 | 4,485 |
| Tpp – Tpr [m] | 0,000 | 0,000 | 0,610 | 0,610 | 1,336 | 2,230 |
| α [t] | 100.338 | 100.338 | 40.737 | 40.737 | 13.185 | 4.887 |
| β | 0,8177 | 0,8177 | 0,8074 | 0,8074 | 0,7291 | 0,6140 |
| | **Resultados pruebas de mar** | | | | | |
| HP | 19.052 | 19.052 | 9.319 | 9.319 | 6.356 | 6.406 |
| Tipo Hélice | Convenc. | CLT | Convenc. | CLT | CLT | CLT |
| V [nudos] | 15,99 | 16,62 | 15,02 | 15,50 | 15,50 | 16,47 |

**Tabla 3.1.1**

Los resultados de las pruebas de mar de estos buques, se analizaron utilizando el programa MARIS, desarrollado específicamente para llevar a cabo el programa de investigación C-29. En el se han incorporado los últimos avances aparecidos en la literatura técnica para realizar las correcciones por diferencias entre condiciones de pruebas reales e ideales. En el capítulo 5 se muestra la aplicación de este programa al análisis de las pruebas de mar del buque *Fortuny,* realizadas con hélices convencionales de alto *skew* y con hélices CLT, con ocasión del programa de investigación DINN-22.

En el programa C-29 se realizaron ensayos de remolque, autopropulsión y propulsor aislado con los modelos correspondientes a los buques de la tabla anterior.

En todos los casos los resultados de los ensayos se extrapolaron a escala real utilizando el procedimiento ITTC'78, ajustando los valores de los coeficientes de rugosidad de la carena para que fuesen los adecuados al tiempo

transcurrido entre varadas y resultasen unas predicciones coherentes con los resultados de pruebas de mar.

**3.2.- Cálculos de extrapolación por métodos convencionales**

En las siguientes figuras se comparan los resultados de pruebas de mar analizados y referidos a condiciones ideales, con los resultados de la extrapolación de los ensayos, utilizando el procedimiento ITTC'78.

Para el caso del Buque 1, la extrapolación de los resultados de los ensayos, llevados a cabo con la hélice convencional, se muestran en la figura 3.2.1.

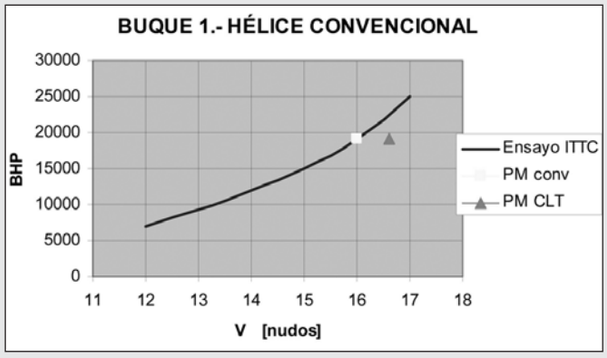



**Figura 3.2.1**

Para el Buque 2 (misma carena que la del Buque 1 pero distinto propulsor), en la figura 3.2.2 se muestran los resultados obtenidos al extrapolar a plena escala, por el procedimiento ITTC'78, los ensayos que se efectuaron con el modelo de la hélice CLT.

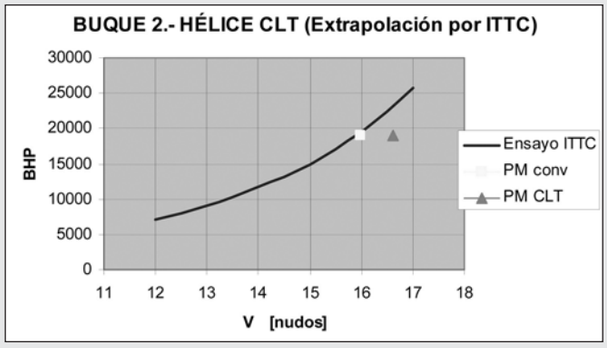



**Figura 3.2.2**

Tal y como puede apreciarse en la figura anterior, si esta extrapolación fuese correcta los resultados del propulsor CLT, a plena escala, serían ligeramente

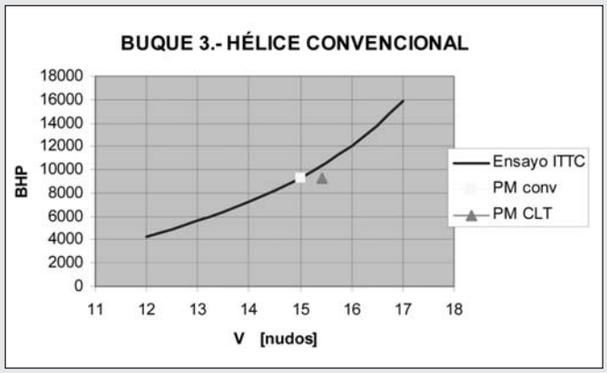



**Figura 3.2.3**

inferiores a los obtenidos con el propulsor convencional, lo que no concuerda en absoluto con los resultados de las pruebas de mar.

Para el caso del Buque 3, la extrapolación de los resultados de los ensayos, llevados a cabo con la hélice convencional, se muestran en la figura 3.2.3.

Para este mismo buque se realizaron ensayos con el modelo de propulsor CLT. En la figura 3.2.4 se muestra la extrapolación de los ensayos a plena escala, por el procedimiento ITTC'78.

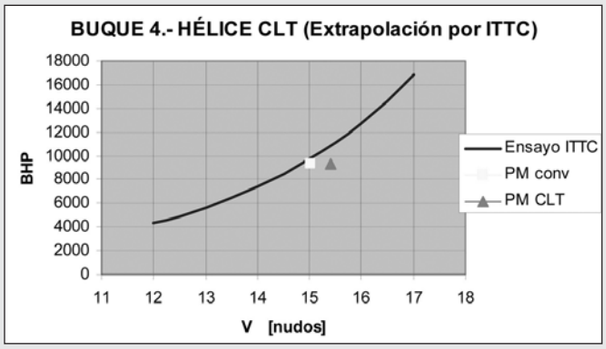



**Figura 3.2.4**

Tal y como puede apreciarse en la figura 3.2.4, si el procedimiento de extrapolación fuese correcto los resultados del propulsor CLT, a plena escala, serían inferiores a los obtenidos con el propulsor convencional, lo que está en contradicción con los resultados de las pruebas de mar.

En el Buque 5 no se instalaron hélices convencionales y por lo tanto sólo se realizaron ensayos con el modelo del propulsor CLT. En la figura 3.2.5 se muestran los resultados que se obtienen al extrapolar a plena escala, por el procedimiento ITTC'78, dichos ensayos.

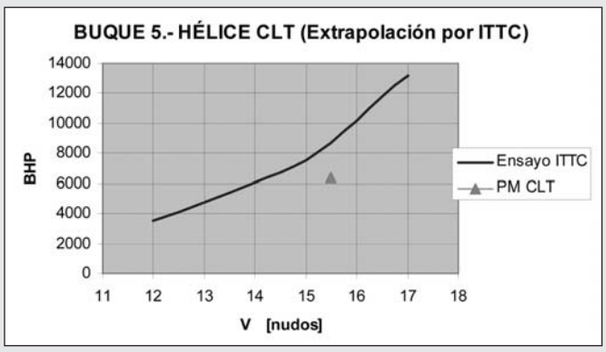



**Figura 3.2.5**

Con el procedimiento de extrapolación estándar ITTC'78 se obtienen unos resultados discordantes de los obtenidos en Pruebas de Mar.

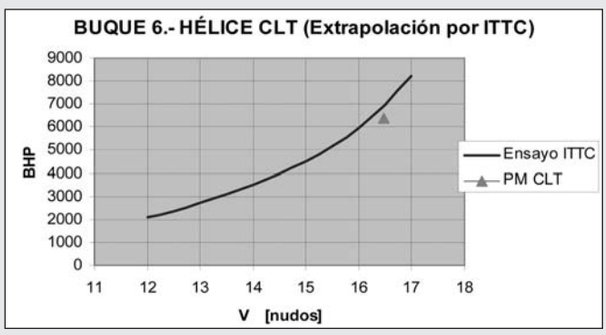



**Figura 3.2.6**

En el Buque 6, tampoco se instalaron hélices convencionales y por lo tanto sólo se realizaron ensayos con el modelo del propulsor CLT. Los resultados que se obtienen al extrapolar a plena escala, por el procedimiento ITTC'78 se muestran en la figura 3.2.6.

Con el procedimiento de extrapolación estándar ITT'78 se obtienen unos resultados discordantes de los obtenidos en Pruebas de Mar y siempre pesimistas. Se comprueba una vez más que era imprescindible llevar a cabo una investigación como la del proyecto C-29, para determinar cuales son los factores de corrección de los coeficientes de par y empuje para extrapolar el ensayo del propulsor en aguas libres ya que los efectos viscosos a nivel de modelo de las hélices con placas de cierre son relativamente mayores que a escala real, lo que no queda reflejado en el procedimiento de extrapolación desarrollado para hélices con palas convencionales.

**3.3.- Desarrollo de un procedimiento innovador de extrapolación de los resultados experimentales obtenidos con hélices CLT**

3.3.1. Generalidades

Como es sabido, los resultados de los ensayos de remolque, propulsor aislado y de autopropulsión se hallan sometidos a importantes efectos de escala debido a que durante la realización de dichos ensayos se infringen las leyes de similitud que dependen de los números de Froude de la carena y de la hélice.

Debido a que ambos efectos de escala son totalmente independientes entre sí, y a que el efecto de escala en lo que respecta a la resistencia al avance está razonablemente valorado en el método ITTC'78, parece evidente que la atención del esfuerzo investigador debería centrarse primordialmente en predecir adecuadamente la transformación a plena escala de las curvas de propulsor aislado.

El primer procedimiento de correlación que se elaboró para extrapolar a plena escala los resultados experimentales de hélices TVF se inició en AESA y se terminó en SATENA con la finalidad de poder predecir los comportamientos a plena escala de los buques *Sokorrí* y *Río Tinto* en los que se instalaron hélices TVF.

Tras efectuar en el Canal numerosos ensayos se pudo comprobar que los resultados de los ensayos de propulsor aislado realizados con modelos de hélices TVF resultaban poco estables ya que si se repetían los ensayos, por alguna razón, se obtenían resultados diferentes a los obtenidos con anterioridad, a pesar de utilizarse en el Canal los equipos más avanzados.

Tras numerosas comprobaciones, se llegó a la conclusión de que la dispersión de los resultados obtenidos prácticamente desaparecía si las revoluciones del ensayo eran superiores a 18 rps.

Cuando se desarrolló el citado procedimiento aún no se disponía de resultados a plena escala y por consiguiente, la calibración de los coeficientes de correlación se efectuó comparando la extrapolación de los resultados experimentales con los cálculos teóricos realizados al diseñar las hélices TVF.

Los resultados de las pruebas de velocidad realizadas con los buques *Sokorrí* y *Río Tinto* permitieron comprobar que los coeficientes de correlación que se habían introducido en el procedimiento de extrapolación coincidían razonablemente con los valores que se deducían de los análisis de regresión realizados a partir de los resultados de las pruebas de velocidad de estos buques.

Con posterioridad a los hechos mencionados, SISTEMAR obtuvo numerosos resultados de pruebas de velocidad efectuadas a plena escala con buques en los que se habían utilizado hélices CLT que se pusieron a disposición del Grupo Investigador.

Se analizó la información disponible y se seleccionaron los resultados de las pruebas de velocidad de cinco buques teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Buen estado de la pintura del casco y de la superficie de las hélices.
- Las condiciones ambientales al realizar las pruebas no deberían de ser muy adversas para no tener que introducir correcciones excesivas.
- Las relaciones de aspecto y los tamaños de los buques seleccionados deberían cubrir una gama lo más amplia posible de buques mercantes.

Los buques elegidos tenían unas esloras comprendidas entre 94 m y 280 m y los coeficientes de bloque estaban comprendidos entre 0,61 y 0,82. En la tabla 3.1.1 se facilitan las características de estos buques.

El Canal únicamente poseía el modelo del casco y de la hélice de un *bulk-carrier* de gran tamaño, por lo que fue preciso construir modelos de madera de los restantes buques y asimismo, modelos de las hélices CLT.

Al desarrollar el procedimiento de extrapolación se tuvo muy en cuenta la conveniencia de que dicho procedimiento aprovechase el know-how existente correspondiente a la extrapolación de resultados experimentales realizados con hélices convencionales.

Por las razones indicadas, el procedimiento que se había de desarrollar debería basarse y ser una generalización del procedimiento de extrapolación ITTC'78.

Como es sabido, este procedimiento posee la ventaja de matizar minuciosamente los diferentes efectos de escala que existen debido a la transgresión de la ley de Reynolds correspondiente al modelo del casco, de la ley de Reynolds correspondiente al modelo del propulsor (en el ensayo de propulsor aislado) y a la transgresión de la ley de Reynolds correspondiente al modelo de la hélice en el ensayo de autopropulsión (efecto de escala en el coeficiente efectivo de estela a identidad de empuje).

Al estar perfectamente individualizados los diferentes efectos de escala, se llega fácilmente a la conclusión de que por ser la hélice de tipo TVF o CLT este hecho no debe afectar al coeficiente de correlación que se introduce al extrapolar los resultados del ensayo de remolque. Asimismo, no resulta arriesgado suponer que el efecto de escala existente en el coeficiente efectivo de estela a identidad de empuje no ha de depender de que el modelo de la hélice sea del tipo CLT.

Se optó por consiguiente por fijar la atención en los coeficientes de correlación que podrían tener influencia en la transformación a plena escala de los resultados del ensayo de propulsor aislado.

La dispersión que se detectó en los resultados de este tipo de ensayos y que se ha comentado con anterioridad llamó poderosamente la atención y contribuyó a que se achacase la falta de coincidencia entre los resultados de los cálculos teóricos y la extrapolación de los resultados experimentales a un efecto de escala debido esencialmente a la naturaleza de las hélices TVF o CLT.

En un principio se pensó que el pesimismo de los resultados de las extrapolaciones que se obtenían aplicando el procedimiento ITTC'78 se debía al indudable efecto de escala existente entre las fuerzas de viscosidad que actúan sobre las placas de cierre de las hélices TVF que se desarrollan en el campo del modelo y las correspondientes a plena escala. Se optó por consiguiente en agregar a las correcciones $\Delta K_T$ y $\Delta K_Q$ contempladas en el método de la ITTC'78 otras correcciones debidas a la repercusión en $K_T$ y $K_Q$ de las diferentes resistencias viscosas existentes en el campo del modelo y a plena escala.

Al efectuar las extrapolaciones incluyendo las correcciones necesarias que se han descrito no se consiguió tampoco aproximar en la medida necesaria los resultados de las extrapolaciones a las predicciones teóricas.

Ciertos trabajos experimentales realizados en Japón como fruto de una colaboración entre JAPAN HAMWORTHY y SISTEMAR permitieron poner

de relieve que durante los ensayos de propulsor aislado, en la cara de presión de las hélices CLT, jamás se desarrolla un régimen plenamente turbulento, y por el contrario existen fenómenos de desprendimiento de la capa límite laminar que afectan desfavorablemente a la distribución de presiones existentes sobre la cara de presión del modelo. Este descubrimiento resulto decisivo y permitió llegar a la conclusión de que la falta de acuerdo entre los resultados de las extrapolaciones y los resultados de los cálculos teóricos se debía a que existían importantes efectos de escala en los coeficientes $C_D$ y $C_L$ de las diversas secciones anulares de las palas.

En la Figura 3.3.1.1 se presentan las fotografías que muestran los resultados de un ensayo de determinación del tipo de flujo que se desarrolla sobre las caras de presión y de succión de una hélice CLT. Se aprecia claramente que en la cara de presión de la hélice CLT el flujo es predominantemente laminar y que además ha existido un desprendimiento de capa límite laminar. En la cara de succión se aprecia que a partir de la estación 0,6 existe una transición de flujo laminar a turbulento.

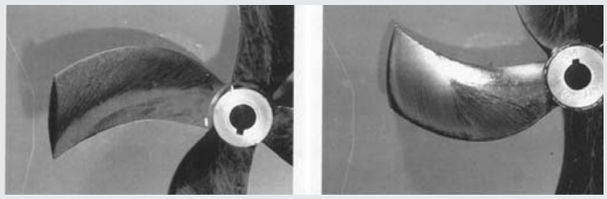


**Fig. 3.3.1.1 – Tipos de flujo sobre las palas**

Por otra parte estos fenómenos no se presentan con la misma intensidad al ensayar hélices convencionales.

Una vez alcanzadas las conclusiones precedentes resultó obvia la decisión de incluir en los valores $\Delta K_T$ y $\Delta K_Q$ correspondientes al procedimiento ITTC' 78 un coeficiente de correlación adicional para tener en cuenta las peculiaridades especiales características de las hélices CLT, que originaban un efecto de escala adicional en los coeficientes $C_D$ correspondientes a las secciones anulares de las palas.

Adicionalmente se introdujeron las correcciones oportunas en $\Delta K_T$ y $\Delta K_Q$ para tener en cuenta el efecto de escala existente en los coeficientes CL de las secciones anulares. Para ello fue preciso efectuar el desarrollo teórico que se presentan más adelante.

Finalmente se incluyeron también las correcciones oportunas en DKT y DKQ para tener en cuenta los efectos de escala que afectan a las resistencias viscosas de las placas de cierre, y que se han mencionado con anterioridad.

Se ha de concluir por lo tanto que el procedimiento que se ha desarrollado coincide en general con el procedimiento ITTC '78 con la única salvedad de reemplazar las correcciones típicas de dicho procedimiento que afectan a las curvas de propulsor aislado por otras más completas y de carácter más general.

### 3.3.2. Correcciones de las curvas de propulsor aislado para tener en cuenta los efectos de escala que afectan a la resistencia viscosa de las secciones anulares de las palas

Como es sabido, el método de la ITTC 78 utiliza las expresiones siguientes que se deben a Lindgren y Bjarne, para tener en cuenta los efectos de escala existentes en los coeficientes CD de las secciones anulares de las palas.

$\Delta K_T = -\,0{,}3\ \Delta C_D\ H/D\ C_r/D\ Z$
$\Delta K_Q = 0{,}25\ \Delta C_D\ C_r/D\ Z$
$C_{DM} = 2(1+2t/C_r)\ (0{,}044/\mathfrak{R}M^{1/6} - 5/\mathfrak{R}M^{2/3})$
$C_{DS} = 2(1+2t/C_r)(1{,}89 + 1{,}62\ \log(C_r/(30*10^{-6})))^{-2.5}$
$\Delta C_{DS} = C_{DS} - C_{DM}$

siendo:
Z = nº de palas de la hélice.
D = diámetro de la hélice.
H = paso geométrico de la hélice en la estación 0,75.
$C_r$ = cuerda de la sección anular de la hélice perteneciente a la estación 0,75.
S = subíndice que denota campo buque.
M = subíndice que denota campo modelo.
$C_D$ = coeficiente adimensional de resistencia viscosa.
$\mathfrak{R}$ = número de Reynolds de la sección anular 0,75.
t = máximo espesor de la sección anular 0,75.

La generalización de estas expresiones para el caso de las hélices CLT resulta sumamente sencilla pues basta incluir un coeficiente de correlación que denominaremos DCM que deberá ser sustraído al sumando de las expresiones precedentes que corresponde al coeficiente adimensional de resistencia friccional correspondiente al campo del modelo. Las fórmulas anteriores se transforman por consiguiente en las que se presentan a continuación.

$\Delta K_{T1} = -\,0{,}3\ \Delta C_D\ H/D\ C_r/D\ Z$
$\Delta K_{Q1} = 0{,}25\ \Delta CD\ C_r/D\ Z$
$C_{DM} = 2(1+2t/C_r)\ (0{,}044/\mathfrak{R}_M{}^{1/6} - 5/\mathfrak{R}_M{}^{2/3} - \Delta C_M)$
$C_{DS} = 2(1+2t/C_r)\ (1{,}89 + 1{,}62\ \log(C_r/(30*10^{-6})))^{-2.5}$
$\Delta C_{DS} = C_D S - C_{DM}$

### 3.3.3. Correcciones de las curvas de propulsor aislado para tener en cuenta los efectos de escala que afectan a las fuerzas de sustentación de las secciones anulares de las palas

Como es sabido el empuje T7 y el par Q7 correspondientes a la estación anular 0,7 de una hélice pueden expresarse en función de la circulación (G) y del ángulo hidrodinámico de paso (bi) correspondientes a dicha estación, mediante las siguientes expresiones:

$T_7 = Z\rho V^*\Gamma\ \cos\beta_i$
$Q_7 = Z\rho V^*\Gamma\ 0{,}7\ D/2\ \mathrm{sen}\beta_i$

$\rho$ = densidad del agua
V* = velocidad relativa del agua en la estación 0,7 de la hélice

En caso de que, por cualquier circunstancia, la circulación G tuviese una variación $\chi\Gamma$, el empuje y el par, ambos por unidad de longitud radial, sufrirían los incrementos que se indican a continuación:

$\rho T_7 = ZrV^*cG\ \cos\beta_i$
$\Delta Q_7 = Z\rho V^*\chi\Gamma\ 0{,}7\ D/2\ \mathrm{sen}\beta_i$

Por otra parte, es obvio en virtud de la teoría del perfil equivalente, que entre las solicitaciones correspondientes a la estación 0,7 de una hélice y los valores de los coeficientes $K_T$ y $K_Q$ correspondientes a la propia hélice, existen las siguientes relaciones:

$K_T\ \rho n^2D^4 = C_1\ T_7 = C_1\ Z\rho V^*\Gamma\ \cos\beta_i$
$K_Q\ \rho n^2D^5 = C_2\ Q_7 = C_2\ Z\rho V^*\Gamma\ 0{,}7D/2\ \mathrm{sen}\beta_i$

Si la circulación $\Gamma$ varía, $\chi\Gamma$, los coeficientes $K_T$ y $K_Q$ variarán también de acuerdo con las siguientes expresiones:

$\Delta K_T = C_l\ Z\rho V^*\chi\Gamma\ \cos\beta_i/(\rho n^2D^4)$
$\Delta K_Q = C_2\ Z\rho V^*\chi\Gamma\ 0{,}7D/2\ \mathrm{sen}\beta_i/(\rho n^2\ D^5)$

De cuanto antecede se deduce que los efectos de escala que afectan a las fuerzas de sustentación actuantes sobre las secciones anulares de una hélice TVF o CLT, pueden ser tenidos en cuenta mediante las siguientes expresiones:

$\Delta K_T = \chi\ K_T$
$\Delta K_Q = 0{,}7/2\ \chi\ K_T\ \mathrm{tg}\beta_i$

Se advierte que en los desarrollos precedentes se ha considerado como perfil equivalente de la propia hélice a la estación anular 0,7 (que según Lerbs es la estación auténtica) pero sin embargo en las fórmulas correspondientes a las correcciones de DKT y DKQ siguiendo las recomendaciones ITTC'78, se ha considerado erróneamente como perfil equivalente la estación 0,75.

No obstante, las repercusiones de las correcciones en las fórmulas ITTC 78 al cambiar la estación 0,75 por la 0,7 resultan despreciables.

**3.3.4. Correcciones de las curvas de propulsor aislado para tener en cuenta los efectos de escala que afectan a las fuerzas de viscosidad que actúan sobre las placas de cierre**

Como se ha manifestado con anterioridad, no existe la menor duda sobre el hecho de que los resultados de los ensayos de propulsor aislado correspondientes a hélices CLT resultan especialmente pesimistas debido, en parte, a que el coeficiente de resistencia friccional bidimensional $C_F$ asociado al movimiento viscoso que se desarrolla alrededor de las placas de cierre durante el ensayo, es muy superior al valor de dicho coeficiente a plena escala.

Es obvio, por lo tanto, que los resultados obtenidos en el campo del modelo han de corregirse para eliminar el pesimismo debido a la diferencia entre los coeficientes $C_F$ del campo del modelo y de plena escala.

Cuando los ensayos se efectúan a unas revoluciones iguales o superiores a 18 rps, el flujo relativo del agua con respecto a las placas de cierre ha de poseer carácter turbulento, por ser el número de Reynolds correspondiente a las placas de cierre en el campo del modelo superior al crítico, y por este motivo se ha optado por valorar dicho efecto de escala utilizando la línea básica de fricción de la ITTC.

Teniendo en cuenta que las placas de cierre operan fuera de las condiciones de entrada libre de choque, la componente de la resistencia viscosa de las placas de cierre que depende de su ángulo de ataque se tendrá en cuenta incrementando el factor de formas ($K_t$) que interviene en la formulación de la resistencia viscosa, por encima del valor sugerido por Hoerner y se adoptará por consiguiente un valor que puede estar comprendido entre 0,3 y 0,5. Eligiendo el valor inferior, se obtendrán unas correcciones conservadoras.

En los desarrollos que se presentan a continuación se supondrá que el ángulo hidrodinámico de paso del fluido que rodea a las placas de cierre coincide razonablemente con el ángulo de paso geométrico (g) de las secciones extremas de las palas.

$\gamma = \mathrm{arctg}(H_t/(\pi D))$

La superficie St de cada una de las caras de las placas de cierre se puede aproximar razonablemente mediante la siguiente expresión:

$S_t = 0{,}85\, C_r b$

b es la anchura de las placas de cierre.

Proyectando la diferencia entre las fuerzas viscosas que corresponden a los campos del modelo y del buque respectivamente en la dirección del empuje de la hélice y de su perpendicular, tomando momentos de estas últimas y adimensionalizando las expresiones obtenidas utilizando los adimensionalizadores característicos de los coeficientes $K_T$ y $K_Q$ se obtienen las siguientes expresiones:

$\Delta K_{T2} = -0{,}5\, V^{*2} / (N^2 D^4)\, S_t \,\mathrm{sen}\gamma\, \Delta C_D$
$\Delta K_{Q2} = 0{,}25\, V^{*2} / (N^2 D^5)\, St\, (D + t_t) \cos\gamma\, \Delta C_D\, Z$
$\Delta C_D = 2\,(1+K_t)\,(C_{FS} - C_{FM})$; $C_F = 0{,}075/(\log R_e - 2)^2$

**3.3.5. Correcciones totales de las curvas de propulsor aislado**

Los valores de los coeficientes $K_{TB}$ y $K_{QB}$ correspondientes a plena escala se obtienen a partir de los valores de dichos parámetros obtenidos en el campo del modelo mediante las siguientes expresiones:

$K_{TB} = K_{TM} + \Delta K_{T1} + \Delta K_{T2}$
$K_{QB} = K_{QM} + \Delta K_{Q1} + \Delta K_{Q2}$

Por razones obvias de confidencialidad, se ha optado por no publicar los valores de los parámetros $\Delta C_M$ y $\chi$.

**3.4.- Comparación de los métodos**

Aplicando a los ensayos realizados con los modelos de las hélices CLT, el procedimiento de extrapolación del propulsor aislado expuesto en el apartado 3.3, los resultados obtenidos para los distintos buques de la tabla del apartado 3.1, son los siguientes.

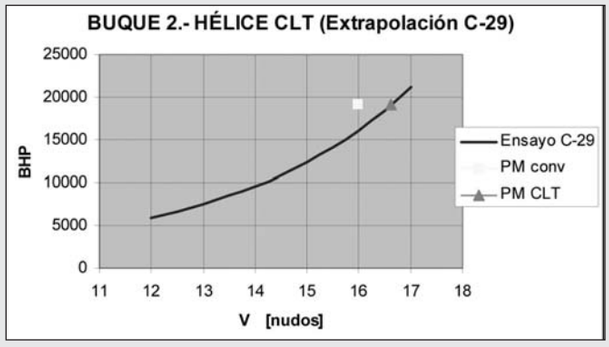



**Figura 3.4.1**

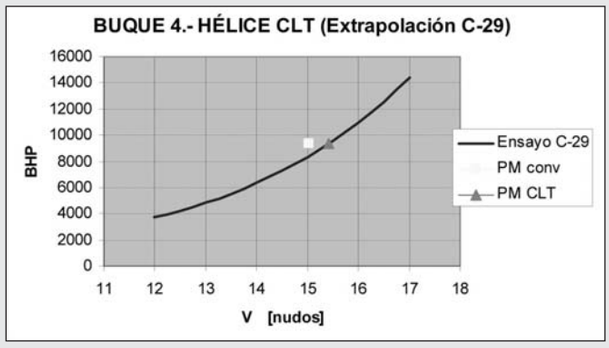



**Figura 3.4.2**

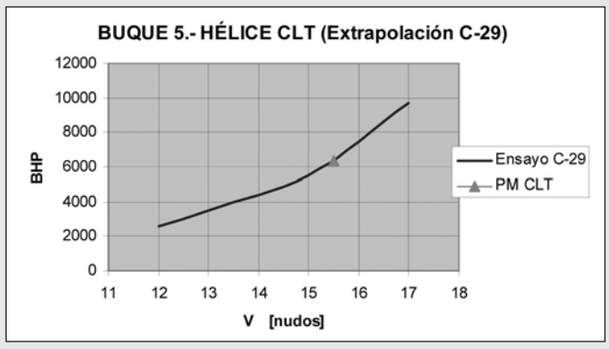



**Figura 3.4.3**

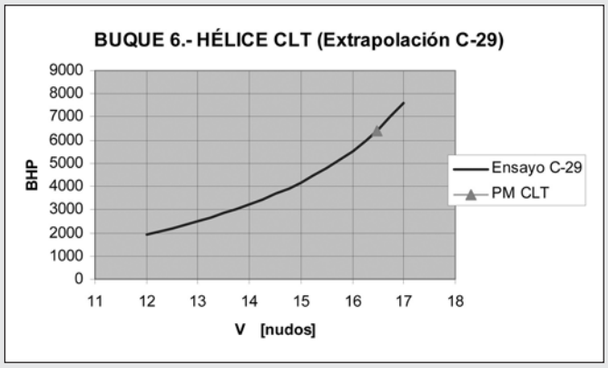



**Figura 3.4.4**

Como puede observarse en estas figuras, la correlación entre los resultados obtenidos en pruebas de mar y los resultados de la extrapolación realizada por el procedimiento desarrollado en el proyecto C-29 es mucho más satisfactoria que la obtenida con la extrapolación por el procedimiento tradicional presentada en las figuras 3.2.1 a 3.2.6.

De esta forma queda justificada la elección de los factores correctores de los coeficientes $K_T$ y $K_Q$ del ensayo del propulsor en aguas libres que se ha expuesto en el apartado anterior.

Posteriormente se comprobará la bondad de este procedimiento de extrapolación, al comparar los resultados de las pruebas de mar del *Fortuny* con la predicción realizada en base a los ensayos.

## 4. Investigación sobre la predicción de cavitación mediante ensayos con modelos

Como consecuencia del éxito del primer proyecto, que además abría la puerta a experimentar y por lo tanto a investigar en el campo del modelo con las hélices CLT, se acordó continuar con un nuevo proyecto, denominado "Investigación sobre el comportamiento en cavitación de hélices CLT, de la influencia de nuevos tipos de líneas medias de secciones y sus posibilidades de aplicación a PODs", en acrónimo DINN-03, porque se lanzó dentro del programa de la Dirección de Innovación de IZAR para el período 2001-03.

El objetivo de este proyecto era poder predecir el comportamiento en cavitación de las hélices con placas de cierre en los extremos de las palas, mediante el establecimiento de una metodología de ensayos adecuada a este tipo de propulsores.

Como complemento al estudio de la cavitación se abordó una nueva línea para investigar la posibilidad de utilizar nuevas secciones de pala. Es habitual que las secciones que se utilizan para el proyecto de hélices se toman de las secciones NACA desarrolladas en su día fundamentalmente para la aerodinámica. Para ello se desarrollaron dos versiones alternativas de distribución de líneas medias de las secciones circulares de las palas de las hélices, que pudieran servir de base para futuros diseños.

Por último se analizaron también las características de los sistemas POD's en cuanto a las posibilidades de aplicación de este tipo de hélices, ya que en esos momentos aparecían los sistemas POD como novedad en la propulsión y además IZAR tenía intención de desarrollar un tipo propio de POD al que se le adaptaron hélices CLT.

El resultado principal del proyecto ha consistido en un nuevo método de ensayos para hélices con placas de cierre en condiciones de cavitación, derivadas de los ensayos con modelos en canales de experiencias. El nuevo método ha sido concebido con generalidad científica y se ha podido validar con un caso de un ferry rápido, a través de mediciones a escala real.

Este nuevo método desarrollado coloca a los socios en situación de clara ventaja respecto a cualquier otro que pretenda utilizar este tipo de hélices, ya que nadie hasta ahora ha validado un nuevo procedimiento como éste. Principalmente en los casos en que estas hélices pueden mejorar el comportamiento de las hélices convencionales es de extrema importancia la posibilidad de comprobarlo previamente mediante ensayos con modelos.

En este capítulo se expone de forma resumida los resultados de este segundo proyecto, donde se obtuvo un enorme volumen de datos, se concluyeron nuevos desarrollos que han supuesto una nueva generación de conocimiento científico y se han abierto nuevas vías para desarrollos futuros.

### 4.1.- Desarrollo de un nuevo procedimiento para la determinación de los parámetros del ensayo de cavitación con modelos de hélices con gran efecto de escala. Dos líneas de investigación que confluyen

#### 4.1.1. Introducción

En los capítulos precedentes se ha insistido en el hecho de que el comportamiento de una hélice CLT es muy diferente en el campo del modelo y a plena escala. Estas circunstancias complican extraordinariamente la búsqueda de las condiciones del ensayo de cavitación de manera que el fenómeno observado en el campo del modelo se asemeje más al real.

Los parámetros sobre los que es posible actuar para la realización del ensayo son:

- presión estática en el interior del túnel de cavitación.
- revoluciones de la hélice o velocidad del agua durante el ensayo.

#### 4.1.2. Consideraciones sobre el grado de avance (J) de la hélice

Para que exista una similitud física entre el fenómeno de cavitación observado en el recinto experimental y el que se desarrolla a plena escala es condición necesaria que además de la similitud geométrica exista la cinemática.

La deducción, mediante recursos cinemáticos del grado de avance J de la hélice durante el ensayo es extraordinariamente complicada ya que requeriría que se midiese el reparto de velocidades en el plano del disco de la hélice con la tremenda dificultad de que dichas velocidades se verían afectadas por el efecto de paredes.

Por los motivos señalados, los canales han optado por aceptar que se logra la similitud cinemática buscada cuando el coeficiente $K_T$ del modelo es el mismo que el correspondiente a plena escala, ya que de este modo existiría una similitud mecánica completa y se inferiría que se satisface también la similitud cinemática.

En las hélices convencionales, la curva $K_T$-J tiene un efecto de escala muy reducido por lo que realizando el ensayo a identidad de KT se tendría la seguridad de que el grado de avance J alcanzado en el ensayo es el esperado a plena escala.

En el caso de las hélices CLT las curvas $K_T$-J correspondientes respectivamente al campo del modelo y a plena escala son notoriamente diferentes y por lo tanto la práctica tradicional queda invalidada.

Si el ensayo se realizase de modo que el coeficiente $K_T$ del modelo fuese igual al de plena escala, como la curva $K_T$-J del campo del modelo posee unos valores de $K_T$ inferiores a los correspondientes de la curva de plena escala, el valor de J del campo del modelo asociado al coeficiente $K_T$ de plena escala sería muy inferior al correspondiente de plena escala con las siguientes consecuencias:

a) El ensayo no se realizaría en condiciones de semejanza cinemática.

b) Sobre la hélice del modelo se desarrollaría un fenómeno de cavitación más severo que el real, por funcionar las secciones anulares de las palas muy lejos de las condiciones de proyecto.

Para obviar estos inconvenientes, solo existe el recurso de que el grado de avance J durante el ensayo sea precisamente el que corresponde a plena escala.

El ensayo se realizaría a este respecto siguiendo la práctica tradicional, garantizando que, el coeficiente $K_T$ correspondiente al ensayo fuese precisamente aquel que le corresponde, en la curva $K_T$-J del modelo, al grado de avance J de la hélice real.

**4.1.3. Consideraciones sobre el índice de cavitación**

Los diferentes comportamientos de las hélices CLT en el campo del modelo y a plena escala se deben a que los repartos de presiones entre las caras de succión y de presión son diferentes.

El coeficiente e que define cómo se reparten las presiones entre ambas caras es diferente en el campo del modelo y a plena escala.

A plena escala la depresión en cara de succión de una hélice CLT sería $\varepsilon_{CLT}\,\Delta p$.

En el campo del modelo no se manifiesta el carácter de la hélice CLT y por consiguiente la depresión sería $\varepsilon_{con}\,\Delta p$.

Al ser $\varepsilon_{con} >> \varepsilon_{CLT}$ , en el supuesto que ambas hélices proporcionasen el mismo salto de presión ($\Delta p$), lo cual evidentemente no es cierto, sucedería que la depresión en el campo del modelo de una hélice CLT sería muy superior a la correspondiente de plena escala, con lo cual el ensayo sería tremendamente pesimista.

Para obviar este inconveniente no existe otro recurso que subir durante el ensayo de cavitación la presión en el interior del túnel $(\varepsilon_{con} - \varepsilon_{CLT})\Delta p$.

Naturalmente si la cara que se observa fuese la cara de presión, sucede que la sobrepresión de una hélice CLT en el campo del modelo sería menor que a plena escala y por lo tanto la iniciación de la cavitación en cara de presión se presentaría antes en el campo del modelo que a plena escala salvo que se modificase la presión, subiéndola en una magnitud $(\varepsilon_{con} - \varepsilon_{CLT})\Delta p$.

A simple vista podría parecer que actuando de la manera sugerida se perdería la similitud que se gobierna mediante el índice de cavitación $\sigma$ pero no es así.

Como es sabido, la probabilidad $\Pi$ de que aparezca cavitación en una determinada región situada sobre una pala de una hélice se puede definir mediante la siguiente expresión:

$$\Pi = (p - p_v)/(1/2\rho V_A^2) \qquad (1)$$

$\sigma$ es la densidad del agua, p la presión dinámica, pv la presión del vapor de agua correspondiente a la temperatura ambiente y $V_A$ es la velocidad del agua en el infinito aguas arriba del disco de la hélice.

La igualdad precedente se puede transformar en la siguiente, siendo $p_o$ la presión hidrostática del agua correspondiente a la región en la que se ha valorado $\Pi$.

$$\Pi = (p - p_o)/(1/2\rho V_A^2) + (p_o - p_v)/(1/2\rho V_A^2) = C_p + \sigma \qquad (2)$$

$\sigma$ es el índice de cavitación clásico referido a la presión hidrostática po correspondiente a la región donde se pretende calcular $\Pi$.

$C_p$ es el coeficiente adimensional dependiente de la distribución de presión sobre la sección anular en la que se encuentra la región en la que se desea calcular $\Pi$.

Evidentemente, $C_p$ depende del tipo de flujo que se desarrolla sobre la sección anular.

Cuando el parámetro $C_p$ adopta el mismo valor a plena escala y en el campo del modelo, alcanzando la igualdad de $\sigma$ a plena escala y en el campo del modelo se tendría garantizada la igualdad de $\Pi$ en ambos casos.

En el caso de las hélices CLT se ha puesto de manifiesto que los coeficientes $\varepsilon$ son diferentes a plena escala y en el campo del modelo, y por lo tanto, el coeficiente $C_p$ adquirirá también valores diferentes en ambos campos.

Se ha de concluir, por consiguiente, que la igualdad de los índices $\sigma$ en ambos campos no garantiza que la probabilidad de aparición de la cavitación en el recinto experimental y a plena escala sea la misma.

En el caso de las hélices CLT, se ha de definir el valor de la presión en el interior del túnel buscando la igualdad de las funciones $\Pi$ correspondientes al recinto experimental y a plena escala actuando de la manera indicada.

**4.1.4. Procedimiento desarrollado por CEHIPAR para realizar ensayos de cavitación con cualquier tipo de hélices no convencionales**

Cuando la hidrodinámica naval utiliza los ensayos con modelos para predecir el comportamiento a plena escala, resulta imprescindible fijar unas determinadas condiciones de ensayo, de manera que el fenómeno observado sea lo más parecido posible a la realidad.

Los valores medidos en el campo del modelo se extrapolan mediante unas ciertas leyes de semejanza, que normalmente incorporan una serie de correcciones para tener en cuenta los efectos de escala imposibles de evitar al establecer las condiciones de ensayo. Un caso típico es el de los ensayos de remolque, autopropulsión etc. Donde es imposible igualar los números de Froude y de Reynolds simultáneamente. En la extrapolación de los resultados se tienen en cuenta estas diferencias.

No todos los ensayos que se realizan en un canal de experiencias son cuantitativos sino que también hay algunos de tipo cualitativo, en los que el fenómeno observado, a escala del modelo, se supone prácticamente idéntico al que se observaría a plena escala. Un ejemplo típico son los ensayos de líneas de corriente. En estos casos solamente se puede actuar sobre las condiciones del ensayo, por lo que estas son determinantes.

Cuando se realizan ensayos con un modelo de hélice en un túnel de cavitación, se pueden obtener una serie de valores cuantitativos como las fluctuaciones de presión, firma acústica, velocidades inducidas, etc. pero, la observación del fenómeno de la cavitación es de tipo cualitativo, de manera que la observación que se realiza en el campo del modelo se supone que es la misma que se obtendría en el buque.

Dada la tremenda importancia que la cavitación tiene en el rendimiento de la hélice, excitación de vibraciones, emisión de ruidos, etc. todo ello afectando al comportamiento y explotación del buque, el procedimiento por el cual se fijan las condiciones del ensayo reviste una importancia de primera magnitud.

**Condiciones Básicas**

Las condiciones básicas, que no las únicas, que deben establecerse para la realización de los ensayos de cavitación, que reproduzcan en el modelo el fenómeno que cabe esperar en la hélice del buque real, son tres:

• Semejanza Geométrica
• Igualdad Cinemática
• Idéntica Probabilidad de Cavitación

Construyendo a escala el modelo de la hélice, se puede asegurar la primera de estas condiciones. Esto se logra en todos los casos de ensayos con modelos.

La identidad cinemática se consigue haciendo el ensayo al mismo grado de avance al que trabajará la hélice a plena escala. La manera de proceder en este caso es fijar el valor de $K_{TS}$ para el buque y, sobre la curva $K_T - J$ del propulsor aislado, determinar el correspondiente valor $J_{TS}$.

La probabilidad de cavitación se puede expresar mediante la fórmula:

$$\Pi = \frac{(p - p_V)}{\frac{1}{2}\rho V_A^2}$$

Que puede escribirse de la forma:

$$\Pi = \frac{(p - p_0)}{\frac{1}{2}\rho V_A^2} + \frac{(p_0 - p_V)}{\frac{1}{2}\rho V_A^2} = c_p + \sigma$$

Donde p es la presión en un punto de una pala de la hélice, $p_0$ es la suma de la presión hidrostática y la atmosférica y $p_V$ es la presión de vapor del agua a la temperatura del ensayo.

La forma de establecer las condiciones anteriores depende de si se considera o no, efecto de escala en el propulsor aislado.

**A) No existe efecto de escala en el propulsor aislado**

En el caso de que no se considere ningún efecto de escala, el diagrama de propulsor aislado será el mismo para el buque que el obtenido al ensayar el modelo.

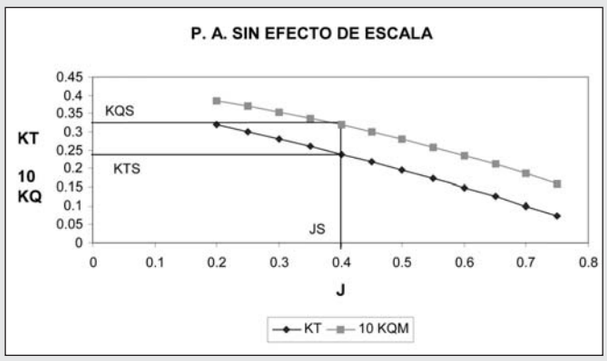



**Figura 4.1.4.1**

Siendo:

$$J_S = \frac{V_{AS}}{n_S D_S}$$

Para este grado de avance, la presión en un punto cualquiera de una pala del propulsor real será:

$$p_S = p_{0S} + \tfrac{1}{2}\rho_S (V_{AS}^2 + \pi^2 n_S^2 D_S^2)$$

con lo que la probabilidad de cavitación, en el punto considerado, será:

$$\Pi_S = \frac{p_S - p_{VS}}{\frac{1}{2}\rho_S V_{AS}^2} = \frac{p_S - p_{0S}}{\frac{1}{2}\rho_S V_{AS}^2} + \frac{p_{0S} - p_{VS}}{\frac{1}{2}\rho_S V_{AS}^2} = c_{PS} + \sigma_S$$

de la misma forma, a escala del modelo será:

$$\Pi_m = \frac{p_m - p_{Vm}}{\frac{1}{2}\rho_m V_{Am}^2} = \frac{p_m - p_{0m}}{\frac{1}{2}\rho_m V_{Am}^2} + \frac{p_{0m} - p_{Vm}}{\frac{1}{2}\rho_m V_{Am}^2} = c_{Pm} + \sigma_m$$

siendo:

$$J_m = \frac{V_{Am}}{n_m D_m}$$

Dado que el ensayo de cavitación se realiza a identidad de grado de avance, si no hay efecto de escala en el propulsor aislado, entonces haciendo $J_m = J_S$, será kTm = kTS y kQm= kQS, con lo que el rendimiento

$$\eta_0 = \frac{k_T}{k_Q} \cdot \frac{J}{2\pi}$$

es el mismo para el propulsor a escala del modelo y del buque real.

Igualando sm a σS se obtiene el valor de p0m, presión estática en el modelo, y será:

$$p_m = p_{0m} + \tfrac{1}{2}\rho_m (V_{Am}^2 + \pi^2 n_m^2 D_m^2)$$

con lo que:

$$c_{PS} = \frac{\frac{1}{2}\rho_S (V_{AS}^2 + \pi^2 n_S^2 D_S^2)}{\frac{1}{2}\rho_S V_{AS}^2} = 1 + \frac{\pi^2 n_S^2 D_S^2}{V_{AS}^2} = 1 + \frac{\pi^2}{J_S^2}$$

$$c_{Pm} = \frac{\frac{1}{2}\rho_m (V_{Am}^2 + \pi^2 n_m^2 D_m^2)}{\frac{1}{2}\rho_m V_{Am}^2} = 1 + \frac{\pi^2 n_m^2 D_m^2}{V_{Am}^2} = 1 + \frac{\pi^2}{J_m^2}$$

y como $J_m = J_S$ entonces,

$$c_{Pm} = c_{PS}$$

con lo que: $\sigma_m = \sigma_S$

**B) Existe efecto de escala en el propulsor aislado**

Consideremos el caso en que exista efecto de escala en el coeficiente $k_Q$ (el razonamiento sería análogo para el $k_T$), entonces los diagramas de propulsor aislado de modelo y buque, serían de la forma que se indica en la siguiente figura:

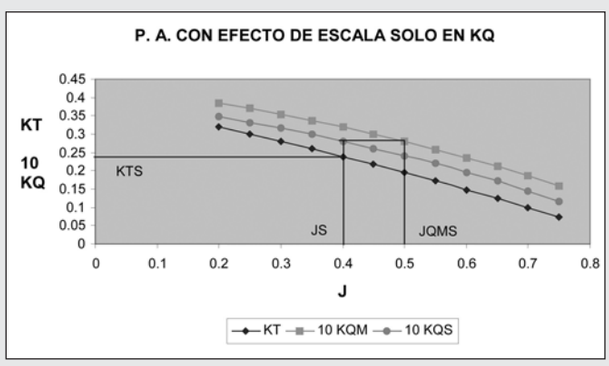



**Figura 4.1.4.2**

Si se supone que el flujo, que se desarrolla sobre las palas de la hélice, es igual en el modelo que en el buque cuando ambos propulsores trabajan a igualdad de grado de avance J, y con el mismo rendimiento, como los valores

de $k_Q$ correspondientes a $J_{TS}$ son distintos en el modelo y en el buque, sería entonces preciso que el ensayo de cavitación se realizase de forma simultánea a dos grados de avance diferentes: $J_{TS}$ y $J_{Qm}$, lo cual evidentemente es imposible.

Para la realización del ensayo de cavitación se fijará el grado de avance $J_S$ para el buque, a identidad de empuje, y dado que no hay efecto de escala en el $k_T$ será:

$$k_{TS} = k_{Tm} \Rightarrow J_S = J_{TS} = J_{Tm} = J_m$$

De estas expresiones se elegirán las revoluciones $n_m$ para el ensayo. En este caso será:

$$J_{TS} = J_{Tm} = \frac{V_{AmT}}{n_m D_m} \quad \Rightarrow \quad V_{AmT} = n_m D_m J_{TS}$$

$$J_{QmS} = \frac{V_{AmQ}}{n_m D_m} \quad \Rightarrow \quad V_{AmQ} = n_m D_m J_{QmS}$$

y como JQmS > JTS:

VAmQ > VAm

Al igual que en el apartado A), la presión estática $p_{0m}$ se obtendrá al igualar el índice de cavitación del modelo con el del buque, $s_m = \sigma_S$.

Si el grado de avance considerado es JTS, entonces será:

$$\sigma_{mT} = \frac{p_{0mT} - p_{vm}}{\frac{1}{2}\rho_m V_{AmT}^2} = \sigma_S$$

con lo que,

$$p_{0mT} - p_{vm} = \frac{1}{2}\rho_m V_{AmT}^2 \sigma_S$$

Si, por el contrario, se ensayase en JQmS, sería:

$$\sigma_{mQ} = \frac{p_{0mQ} - p_{vm}}{\frac{1}{2}\rho_m V_{AmQ}^2} = \sigma_S$$

y, por lo tanto,

$$p_{0mQ} - p_{vm} = \frac{1}{2}\rho_m V_{AmQ}^2 \sigma_S$$

De este modo, si se traslada a la presión el no poder ensayar de forma simultánea a dos grados de avance diferentes, se tendrá:

$$\Delta p_{kQ} = p_{0mQ} - p_{0m} = \frac{1}{2}\rho_m \sigma_S (V_{AmQ}^2 - V_{Am}^2)$$

o lo que es lo mismo,

$$\Delta p_{kQ} = \frac{1}{2}\rho_m n_m^2 D_m^2 (J_{QmS}^2 - J_{TS}^2)\sigma_S$$

La presión, p* sobre un punto de la pala del modelo de propulsor, que hace que la cavitación sea igual a la del punto correspondiente en la pala del propulsor real, será entonces:

$$p^* = p_m + \Delta p_{kQ} = p_{0mQ} + \frac{1}{2}\rho_m (V_{AmT}^2 + \pi^2 n_m^2 D_m^2)$$

donde $p_m$ sería la presión correspondiente si no hubiese ningún efecto de escala en el propulsor aislado.

De esta forma las probabilidades de cavitación, para el buque y para el modelo, serían respectivamente:

$$\Pi_S = c_{pS} + \sigma_S = 1 + \frac{\pi^2}{J_{TS}^2} + \sigma_S$$

$$\Pi_m = \frac{p_m - p_{0mT}}{\frac{1}{2}\rho_m V_{AmT}^2} + \frac{p_{0mT} - p_{vm}}{\frac{1}{2}\rho_m V_{AmT}^2} = \frac{p_m - p_{0mT}}{\frac{1}{2}\rho_m V_{AmT}^2} + \sigma_S$$

y por tanto:

$$\Pi_m = \frac{p_{0mQ} - \Delta p_{kQ} - p_{0mT} + \frac{1}{2}\rho_m (V_{AmT}^2 + \pi^2 n_m^2 D_m^2)}{\frac{1}{2}\rho_m V_{AmT}^2} + \sigma_S = 1 + \frac{\pi^2}{J_{TS}^2} + \sigma_S = \Pi_S$$

Razonando de forma análoga en el caso de que exista efecto de escala en el $k_T$, se obtendrá:

$$\Delta p_{kT} = \frac{1}{2}\rho_m n_m^2 D_m^2 (J_{TmS}^2 - J_{TS}^2)\sigma_S$$

Si, como ocurre habitualmente, el efecto de escala existe para ambos coeficientes, el de par y el de empuje, el incremento total de presión será:

$$\Delta p = \Delta p_{kQ} + \Delta p_{kT}$$

Este será el incremento de presión que deberá tenerse en cuenta al efectuar el ensayo de cavitación.

La presión, p** sobre un punto de la pala del modelo de propulsor, que hace que la cavitación sea igual a la del punto correspondiente en la pala del propulsor real, será entonces:

$$p^{**} = p_m + \Delta p = p_m + \Delta p_{kQ} + \Delta p_{kT}$$

Según esto, la probabilidad de cavitación será:

$$\Pi_m = \frac{p_m + \Delta p - p_{Vm}}{\frac{1}{2}\rho_m V_{AmT}^2} = \frac{p_m - p_{0m}}{\frac{1}{2}\rho_m V_{AmT}^2} + \frac{\Delta p}{\frac{1}{2}\rho_m V_{AmT}^2} + \frac{p_{0m} - p_{Vm}}{\frac{1}{2}\rho_m V_{AmT}^2}$$

Por consiguiente, deberá modificarse la presión pm, correspondiente al grado de avance JTS, al que se realiza el ensayo, de forma que se obtenga la presión p** = pm + Δp. Así pues, es preciso modificar el índice de cavitación sm, introduciendo el sumando:

$$\Delta\sigma = \frac{\Delta p}{\frac{1}{2}\rho_m V_{AmT}^2}$$

que se puede calcular utilizando el valor de Δp determinado anteriormente.

Luego el índice de cavitación que habrá que utilizar en el ensayo vendrá dado por:

$$\sigma_{ENS} = \sigma_S + \Delta\sigma$$

**Caso de hélices convencionales**

Para las hélices convencionales, el efecto de escala en el propulsor aislado se suele determinar mediante el procedimiento propuesto por la ITTC. El resultado es una variación muy leve en el $k_T$ y de una cierta entidad en el $k_Q$.

Dado que para cualquier grado de avance los valores de $k_{TS}$ y $k_{TmS}$ son prácticamente iguales, la forma habitual de fijar las condiciones del ensayo de cavitación para este tipo de hélices, es no considerar en absoluto el efecto de escala en el propulsor aislado, actuando como se ha indicado al principio de este trabajo.

Evidentemente, esta forma habitual de fijar las condiciones en el túnel de cavitación, supone una inexactitud, ya que la cavitación que se desarrolla en el ensayo del modelo, será mayor que la que cabe esperar en el propulsor del buque real porque, al no corregir el valor de s la presión en el ensayo será menor.

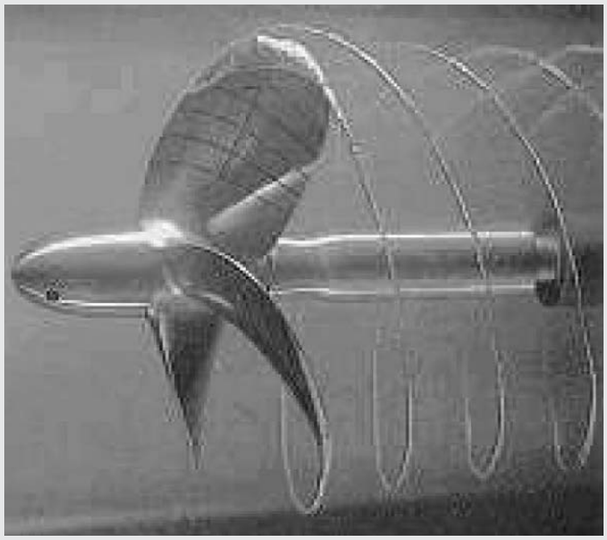


**Figura 4.1.4.3**

Por otra parte, también es cierto que, actuando en la forma habitual, se obtiene unos resultados conservadores.

**Caso de las hélices CLT**

En los propulsores dotados con placas de cierre en el extremo de las palas, el efecto de escala en el ensayo de propulsor aislado es mucho mayor que en las hélices convencionales.

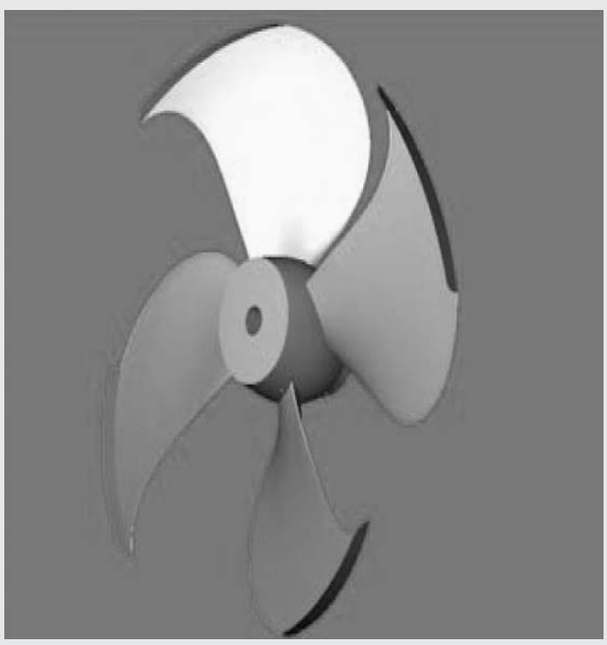


**Figura 4.1.4.4**

Para el caso de las hélices CLT este efecto de escala ha quedado determinado en la investigación C-29 llevada a cabo por Izar, Sistemar y Cehipar, en el período 1997-1999.

Se ha podido determinar una apreciable variación en el $K_T$ y una fuerte variación en el $K_Q$.

En este caso la aplicación del método propuesto en las presentes consideraciones sobre la realización de ensayos de cavitación, tiene una gran importancia pues si se procediese con el mismo criterio que para las hélices convencionales, la cavitación que se observaría en el túnel, durante la realización de los ensayos con modelos, sería de más entidad que la que cabría esperar en el buque.

Para comprobar la aseveración del párrafo anterior, se realizaron tres ensayos de observación de cavitación con la misma hélice CLT y para la misma condición de navegación del buque, si bien calculando los parámetros $\sigma$ y KT de modo diferente.

En primer lugar, las condiciones de funcionamiento del túnel de cavitación se fijaron de acuerdo con el método tradicional de la ITTC. La cavitación observada durante el ensayo se presenta en la figura 4.1.4.5.

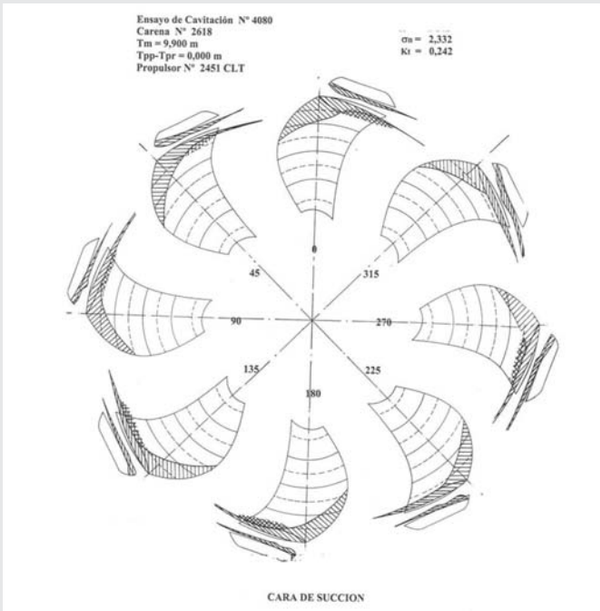



**Figura 4.1.4.5**

Acto seguido se calcularon los parámetros $\sigma$ y KT, realizando las correcciones procedentes de las conclusiones de la investigación C-29, expuesta en el epígrafe 3 de este trabajo. La cavitación observada durante el ensayo se presenta en el diagrama 4.1.4.6.

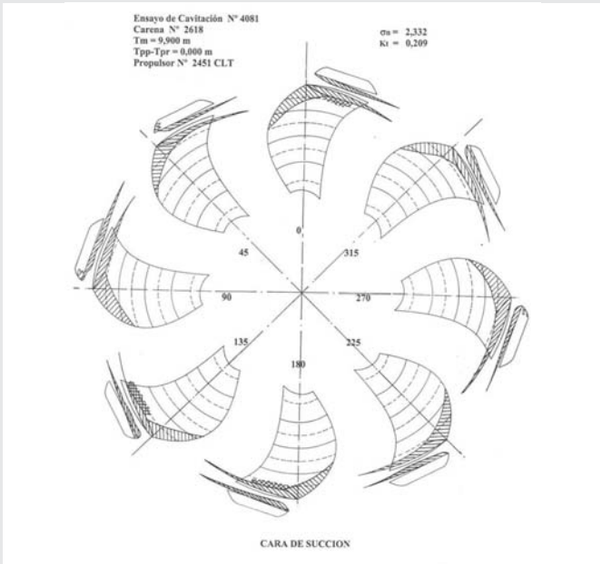



**Figura 4.1.4.6**

Finalmente, el tercer ensayo de observación de cavitación, se realizó calculando los parámetros de acuerdo con el método desarrollado por el CEHIPAR, expuesto en este apartado. La cavitación observada durante este ensayo se presenta en la figura 4.1.4.7.

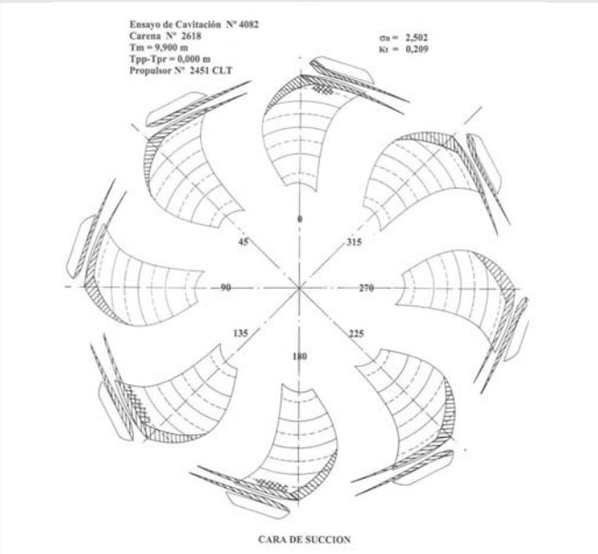



**Figura 4.1.4.7**

Es obvio que la predicción más pesimista se deriva del diagrama de cavitación que procede de calcular la condición de ensayo mediante el procedimiento de la ITTC, figura 4.1.4.5, por no tener en cuenta el efecto de escala en el propulsor aislado de la hélice. Con esta consideración el aspecto de la cavitación que se detectaría en la hélice del buque real, sería la que se presenta en la figura 4.1.4.7, procedente del nuevo método definido por el CEHIPAR.

En las mismas condiciones que se realizaron los tres ensayos de observación de cavitación, se procedió a medir los pulsos de presión. Para ello se situó una placa plana en el interior del túnel, manteniendo igual la distancia que separa el eje del propulsor de la popa, medido con la escala del modelo.

En esta placa se situaron los correspondientes captadores de presión, P1 a P4, según puede contemplarse en la figura 4.1.4.8, habiendo situado el captador 2 en la vertical que pasa por la posición de la generatriz de la hélice en la punta de la pala.

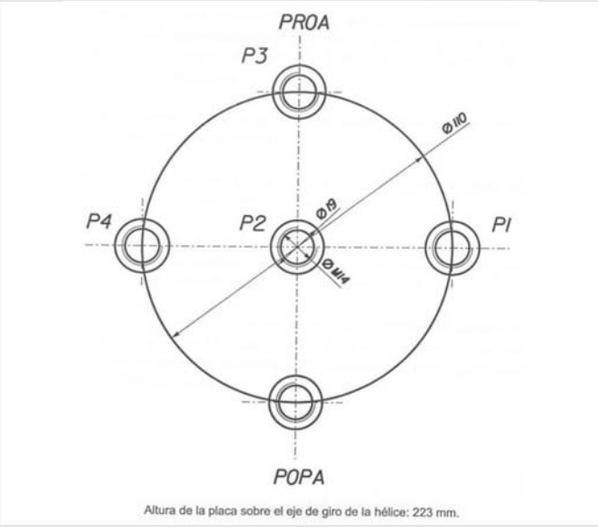



**Figura 4.1.4.8. Situación de los captadores**

Los captadores de presión captan los pulsos de presión y permiten llevar la señal de percibida al analizador de espectros que presenta la información en la pantalla del ordenador, después de tratar la serie temporal.

Una vez analizada la señal, se seleccionaron las frecuencias del paso de pala y sus armónicos, siendo la frecuencia de paso obtenida al multiplicar el número de palas de la hélice por las revoluciones a que está girando.

Se han llevado a un diagrama de barras las predicciones realizadas para el buque, expresando en abscisas el número del armónico que le corresponde, mientras en ordenadas se presenta la intensidad del pulso de presión, en kPa.

La figura 4.1.4.9 muestra las predicciones de los pulsos de presión originados por la hélice en las tres condiciones de funcionamiento del túnel de cavitación.

El color azul más intenso se ha utilizado para significar la condición deducida de acuerdo con el método tradicional de la ITTC.

Mediante el color amarillo se presenta cada valor predicho para el buque, cuando la condición de funcionamiento del túnel de cavitación fue calculada de acuerdo con la investigación C-29.

Por último, el color azul claro se ha reservado para la condición procedente del método nuevo desarrollado por el CEHIPAR para las hélices CLT.

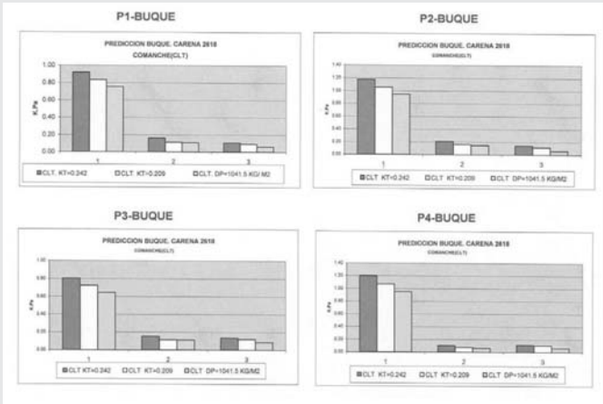



**Figura 4.1.4.9**

Si se comparan estos valores de los pulsos de presión, resulta fácil deducir que la amplitud del primer armónico viene a ser del orden del 80 % del valor que podría predecirse con el método tradicional de ITTC.

De un modo similar se comportan el 2º y 3º armónico, según se desprende de los valores medidos, puestos de manifiesto en los 4 gráficos de la figura 4.1.4.9, que corresponden a los 4 captadores, P1 a P4, que fueron utilizados para realizar las medidas de las fluctuaciones de presión.

**4.2.- Estudio del campo de velocidades en la vena líquida que atraviesa el disco de la hélice CLT, medido en diversos planos perpendiculares al eje**

Con objeto de conocer la influencia conjunta de la distribución radial de la carga y de las placas de cierre de una hélice CLT en el campo de velocidades creado por el propulsor, se realizaron diversos ensayos con el modelo de hélice 2451-CLT del buque *Comanche,* para ser comparados con los correspondientes del modelo del propulsor del buque gemelo, *Cherokee,* propulsado por una hélice convencional, de la que se fabricó el modelo de hélice 2452.

Inicialmente se realizaron medidas del campo de velocidades aguas arriba y aguas abajo del emplazamiento del propulsor CLT, para lo cual la condi-

ción de navegación del buque se reprodujo en el túnel de cavitación. Los parámetros del ensayo, $\sigma$ y $K_T$, se determinaron de acuerdo con la nueva metodología desarrollada por el CEHIPAR.

Se llevaron a cabo una serie de ensayos con el equipo de velocimetría Láser Doppler, LDA, para medir las velocidades axiales totales. Las medidas se realizaron en los radios 0,4R, 0,6R, 0,8R y 1,0R, cada 15º de giro del propulsor.

Aguas arriba se midió en dos planos, situados a 0,5D y 0,15D, siendo D el diámetro del propulsor CLT. Aguas abajo se midió en cuatro planos, situados a distancias 0,15D, 0,5D, 1,268D y 1,8D del disco actuador.

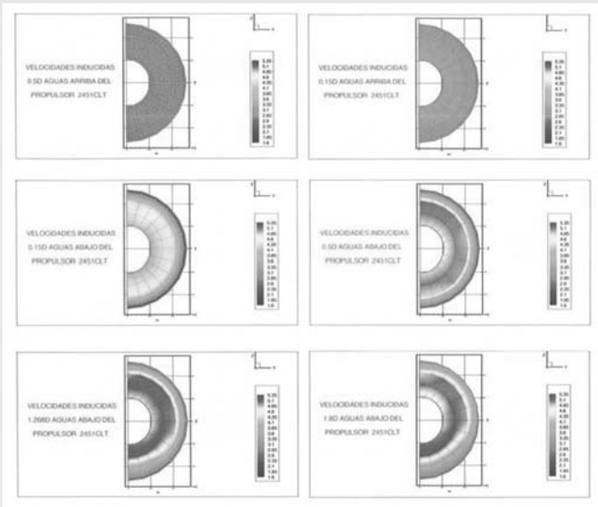


**Figura 4.2.1**

Los valores han sido representados en las seis gráficas de la figura 4.2.1, tomando como escala la barra de colores que acompaña al diagrama, pudiendo apreciarse por el cambio de colores, la velocidad del flujo, en los distintos planos en que se realizaron las medidas.

Al ser buques de una sola hélice, se presenta únicamente el semidisco del propulsor. En la parte superior de la figura 4.2.1 se representa el campo de velocidades aguas arriba del propulsor medido en dos planos, 0,5D, parte superior izquierda y 0,15D, parte superior derecha.

Los cuatro planos restantes de la figura 4.2.1 corresponden a la zona de aguas abajo de la hélice en orden correlativo, es decir, en la parte central izquierda se ha presentado el plano 0,15D y a la derecha 0,5D, mientras que en la parte inferior aparecen los dos planos más lejanos, 1,268D a la izquierda y 1,8D en el diagrama del lado inferior derecho.

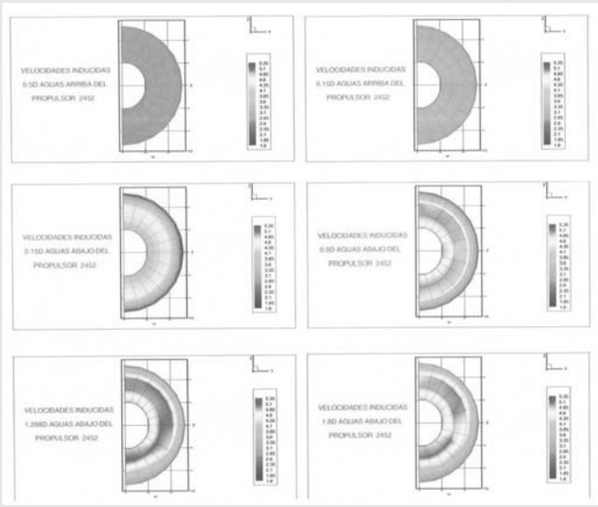


**Figura 4.2.2**

Posteriormente se realizaron ensayos similares con la hélice convencional. Los resultados de las medidas realizadas se presentan en las gráficas que se han incluido en la figura 4.2.2.

Cada mapa de velocidades correspondiente a este propulsor se ha presentado en forma análoga a la utilizada con el propulsor CLT, manteniendo la misma distribución en la figura 4.2.2, según se expuso en los párrafos precedentes.

Con objeto de analizar el diferente comportamiento de ambas hélices se ha realizado un análisis comparativo, utilizando los resultados obtenidos con estas dos hélices, 2451-CLT del *Comanche* y 2452 del *Cherokee*.

**Aguas arriba**

En la parte izquierda de la figura 4.2.3 se han presentado los diagramas correspondientes a las velocidades del flujo aguas arriba con el modelo de hélice convencional, 2452, mientras que en la parte derecha los dos mapas de velocidades corresponden al modelo 2451-CLT.

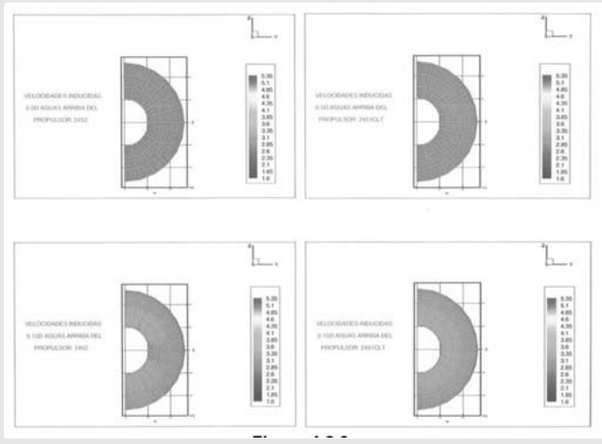


**Figura 4.2.3**

En los diagramas de la figura 4.2.3, puede contemplarse la escasa diferencia de las velocidades medidas con ambos propulsores, aguas arriba del disco, tanto en el plano más lejano, 0,5D, parte superior de la figura, como en el otro plano, algo más próximo 0,15D, correspondiente a los dos mapas inferiores de esta figura.

Se estima oportuno llamar la atención sobre el hecho de que el empuje de la hélice CLT es perceptiblemente superior al de la hélice convencional, por ser mayor la velocidad del buque equipado con la hélice CLT. A pesar de ello las velocidades inducidas aguas arriba son muy similares.

Cabe destacar el azul de tonalidades más claras en los diagramas inferiores, plano más cercano al propulsor, lo cual evidencia el aumento de la velocidad del flujo al acercarse al disco de la hélice.

Los valores medidos, superiores a la velocidad del túnel, ponen de manifiesto el incremento de velocidad debida a la succión de la hélice en ambos casos.

**Aguas abajo**

En los diagramas de la figura 4.2.4 puede observarse que el campo de velocidades aguas abajo de la hélice CLT, gráficas en la parte derecha de la figura, posee velocidades más elevadas que el correspondiente de la hélice

convencional, lo cual indica que la hélice CLT incrementa más la velocidad, aguas abajo, que el propulsor convencional.

Este hecho era esperable, teniendo en cuenta que el empuje proporcionado por la hélice CLT es superior al correspondiente de la hélice convencional.

**Figura 4.2.4**

En la figura 4.2.4 se han representado las velocidades del flujo medidas en los diferentes planos aguas abajo, situando en la parte superior el plano más cercano a la hélice cuya distancia al disco actuador es 0,15D, mientras que en la más baja está el plano más lejano, a 1,80D de distancia.

Por lo tanto en la zona del disco actuador el incremento de presión es más elevado en las hélices CLT lo que conlleva a un mayor empuje.

Los resultados de las mediciones realizadas prueban que la depresión aguas arriba de la hélice CLT ha sido en este caso similar a la depresión de la hélice convencional a pesar de su mayor empuje.

La información incluida en las figuras 4.2.1 y 4.2.2 permiten deducir el aspecto de la superficie que envuelve la vena líquida que pasa a través del disco de la hélice. Para ello bastaría deducir en cada plano de medición el radio

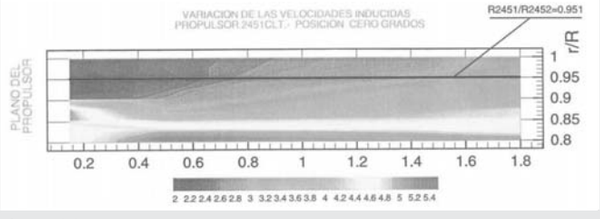



**Figura 4.2.5**

en el cual la velocidad alcanza el valor correspondiente al del flujo aguas arriba del disco de la hélice.

Para definir de forma más precisa la contracción de la vena líquida en cada propulsor, se realizaron ensayos adicionales, midiendo la velocidad del fluido en puntos muy próximos, sólo en los planos situados aguas abajo del propulsor y en la posición 0º.

La figura 4.2.5 contiene los resultados de las mediciones de velocidad que se realizaron con el propulsor 2451-CLT aguas abajo del disco de la hélice.

Los resultados de las mediciones de velocidad realizadas con el propulsor convencional, 2452, aguas abajo del disco de la hélice se presentan en la figura 4.2.6.

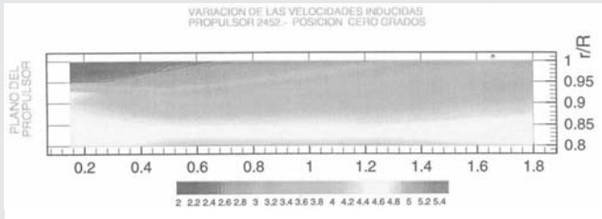



**Figura 4.2.6**

Al comparar las figuras 4.2.5 y 4.2.6, se observa que se produce un mayor incremento de velocidad del flujo aguas abajo, en el caso del propulsor 2451-CLT respecto del propulsor convencional 2452. Este efecto se percibe con más nitidez en los ensayos de contracción de la vena líquida, realizados en la zona alta de los propulsores y con mayor número de puntos medidos.

De este modo queda demostrado de modo experimental que el incremento de la cantidad de movimiento aguas abajo ocasionado por el propulsor CLT es superior al que origina una hélice convencional.

Por consiguiente, al haber sido el incremento de la cantidad de movimiento producido aguas abajo por la hélice CLT superior al de la hélice convencional, también, serán superiores las fuerzas de presión que actúan en la cara de presión de la hélice, circunstancia que confirma que el coeficiente $\varepsilon$de la hélice CLT es inferior al correspondiente de la hélice convencional. Esto confirma, también, que el rendimiento es superior.

**4.3.- Nuevos desarrollos en el diseño de hélices CLT**

Entre el equipo investigador se analizó y fue aceptada la propuesta de SISTEMAR de desarrollar un nuevo tipo de línea media para el diseño de las secciones anulares de las hélices CLT (Ref. 12) y se aceptó incluir en el programa de I+D+i titulado "Investigación sobre el comportamiento en cavitación de las hélices CLT, sobre la influencia de nuevos tipos de líneas medias y su potencial aplicación a Pod's", la experimentación de las alternativas de hélices CLT de paso variable a las hélices CLT del *Superfast Levante* diseñadas utilizando el nuevo tipo de línea media.

Como es sabido, cuando se procede a diseñar las secciones anulares de las palas, en primer lugar se definen las flechas y los ángulos de ataque de las secciones anulares, ignorando las condiciones de contorno impuestas por las secciones adyacentes y por lo tanto, aceptando que éstas se comportan como perfiles bidimensionales de envergadura infinita en presencia de un flujo unidireccional y sin condiciones de contorno.

A continuación utilizando la nueva teoría de cascadas (Ref. 2) se corrigen las flechas y los ángulos de ataque de las secciones anulares para tener en cuenta la influencia de las condiciones de contorno de los perfiles adyacentes.

La nueva teoría de cascadas pone de manifiesto que parte del empuje que teóricamente se pretende conseguir mediante la circulación que se espera

obtener alrededor de las secciones anulares de las palas, se debe en realidad al incremento de cantidad de movimiento que el agua recibe a su paso por la cascada de perfiles constituida por las secciones anulares.

Las citadas condiciones de contorno que las secciones adyacentes ejercen sobre la sección anular objeto de estudio, inducen curvatura en el flujo relativo del agua a su paso por la sección anular y afectan también al ángulo real de ataque.

Estos efectos hacen que la circulación que se desarrolla alrededor de cada sección anular, sea menor que la esperada, a la vez que se origina una fuerza de sustentación, debido a la presión ejercida por el agua, como consecuencia del incremento que experimenta su cantidad de movimiento.

Por otra parte, utilizando la nueva teoría de la impulsión (Ref. 2) se demuestra que, cuando se incrementan las fuerzas de presión que actúan sobre la cara activa de las secciones anulares, aumenta también el rendimiento de propulsor aislado.

Con auxilio de dicha teoría se demuestra también que las citadas fuerzas de presión que actúan sobre la cara activa de las secciones anulares, adquieren mayores valores cuando aumenta el incremento de la cantidad de movimiento que recibe el agua a su paso por la cascada.

Es oportuno mencionar también que para un cierto empuje T originado por la hélice, el incremento de las fuerzas de presión ejercidas aguas abajo ocasiona una disminución de la depresión causada en la cara de succión y por lo tanto, trae consigo una disminución en la extensión de la cavitación desarrollada sobre la de succión, y por lo tanto una disminución en los pulsos de presión que ejerce la hélice sobre su entorno.

Por otra parte, el aumento de sobrepresión en cara activa produce un aumento en la magnitud de las fuerzas de presión que actúan sobre el timón, consiguiéndose una más rápida y más efectiva respuesta del buque a la acción del timón.

Teniendo en cuenta las conclusiones precedentes, se realizaron una serie de desarrollos teóricos (Ref. 12) que fueron discutidos internamente, con la finalidad de deducir el mejor procedimiento para acrecentar la magnitud del incremento de la cantidad de movimiento comunicada al agua a su paso por la cascada de secciones anulares.

Finalmente se concluyó que resultaba conveniente utilizar un nuevo tipo de línea media cuyas pendientes en las proximidades del borde de salida fuesen superiores a las correspondientes de la línea media NACA 0,8M. Se consideró que era conveniente no desperdiciar la experiencia tan positiva sobre el comportamiento en cavitación del borde de entrada de la línea media NACA 0,8M en asociación con la distribución de espesores NACA 16M.

Se optó por crear una nueva línea media que desde el borde de entrada hasta la estación en la que se presentase la máxima flecha, coincidiese con la NACA 0,8 M y a continuación la línea media continuaría con una línea potencial con tangente horizontal en la sección de máxima flecha, existiendo como parámetro libre, para ser definida por el proyectista, la pendiente en el borde de salida.

Se ha deducido, (Ref. 13), que la magnitud de la fuerza de sustentación, L, debida al incremento de la cantidad de movimiento producida por la cascada, tiene la siguiente expresión:

$$L = \rho V^{*2} \operatorname{sen}\beta_{io} (2\pi r/z) \operatorname{sen}(\alpha_T + \alpha_L)$$

Siendo,

$\rho$ = densidad del agua.

$V^*$ = velocidad relativa del agua con respecto al disco de la hélice.

$\beta_{io}$ = ángulo de paso hidrodinámico del agua a su paso por el disco de la hélice.

r = radio de un cilindro genérico coaxial con la línea de ejes.

$\alpha_T$ y $\alpha_L$ = son respectivamente los ángulos en los bordes de salida y de entrada de la sección anular de radio r.

z = número de palas del propulsor.

La expresión precedente justifica que la fuerza de sustentación, L, aumenta cuando se incrementa la pendiente de la línea media en el borde de salida.

Para poder utilizar el nuevo tipo de línea media en el diseño de hélices fue preciso estandarizarla, para lo cual sus ordenadas han sido asociadas a la relación flecha máxima dividida por la cuerda. Esta relación se iguala al valor que posee la correspondiente línea media NACA 0,8 M (0,06651).

Los ángulos ideales de ataque aio correspondientes a distintos valores de $\alpha_T$ y los coeficientes adimensionales de sustentación, $C_{Lio}$ fueron calculados utilizando la teoría de los perfiles delgados (procedimiento de Glauert).

A continuación se facilitan los valores de $\alpha_{io}$ y de $C_{Lio}$ asociados a diversos valores aT, utilizando siempre la relación flecha/cuerda de 0,06651.

| $\alpha_T$ | $C_{Lio}$ | $\alpha_{io}$ |
|---|---|---|
| 0,24521 | 0,9807 | 1,6183 |
| 0,27500 | 1,0098 | 1,4063 |
| 0,31500 | 1,0464 | 1,1345 |
| 0,34000 | 1,0679 | 0,9713 |
| 0,38000 | 1,1007 | 0,7194 |
| 0,55000 | 1,2225 | -0,2488 |

**Tabla 4.3.1**

Cuando el parámetro aT de la nueva línea media se incrementa, también se incrementa $C_{Lio}$ pero aio decrece, como puede apreciarse en la tabla 4.3.1.

Si se realizan dos diseños alternativos para una hélice CLT, manteniendo los mismos pasos geométricos, las mismas cuerdas, etc., pero en uno de ellos se utiliza la línea media NACA 0,8M y en otro se utiliza la nueva línea media que se ha desarrollado, sucederá que, si el valor de $\alpha_T$ fuese superior al que le corresponde a la línea media del NACA 0,8M, (0,24521), esta segunda hélice resultará pesada, por tener un coeficiente $C_{Lio}$ superior y ángulo ideal de ataque inferior, utilizando, pese a ello, un paso geométrico igual al de la otra hélice y por lo tanto superior al que le correspondería a su ángulo ideal de ataque.

Dentro del proyecto de I+D+i DINN-03 (Ref. 4), además del modelo de la hélice CLT de paso variable instalada en el Superfast Levante, se construyeron otras dos hélices alternativas de modo que las hélices tuviesen los mismos pasos geométricos, mismas flechas, etc. Las únicas diferencias consistieron en que la geometría de las secciones anulares se definieron respectivamente con auxilio de la nueva línea media utilizando las pendientes en el borde de salida 0,3, propulsor 2461-CLT, y 0,6, propulsor 2462-CLT.

Los resultados de los ensayos de propulsor aislado y de autopropulsión fueron extrapolados utilizando el procedimiento que se ha descrito en el apartado 3,3 del presente trabajo y aplicando los mismos valores de los coeficientes $\Delta C_M$ y $\chi$ en los tres casos.

Los resultados deducidos indicaron que, tal y como se esperaba, los resultados obtenidos con la nueva línea media con pendiente en el borde de salida 0,3 fueron más favorables que los correspondientes al diseño básico, línea media NACA 0,8M.

Los resultados que se obtuvieron con la nueva línea media con pendiente 0,6 fueron ligeramente peores que los valores medidos con el propulsor con línea media de pendiente 0,3, pero, en cambio, superiores a los correspondientes del diseño básico.

Acto seguido se procedió a analizar el comportamiento de los tres propulsores ante el fenómeno de la cavitación.

Para verificar el estudio comparativo, se calcularon las condiciones de ensayo en el túnel de cavitación de acuerdo con el nuevo procedimiento de ensayos para hélices CLT que ha desarrollado el CEHIPAR, ampliamente expuesto en el apartado 4.1.4 de este trabajo.

En la figura 4.3.1 se presentan los resultados del ensayo de observación de cavitación, realizado con las palas CLT del diseño básico, modelo 2459.

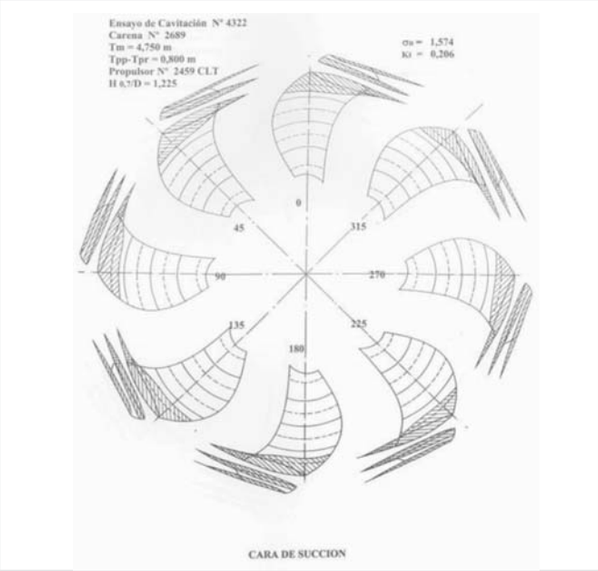



**Figura 4.3.1. Esquema de cavitación con el diseño básico**

En la figura 4.3.2 se han representado los resultados del ensayo de cavitación, realizado con las palas CLT correspondientes a la línea media de pendiente 0,3, modelo 2461.

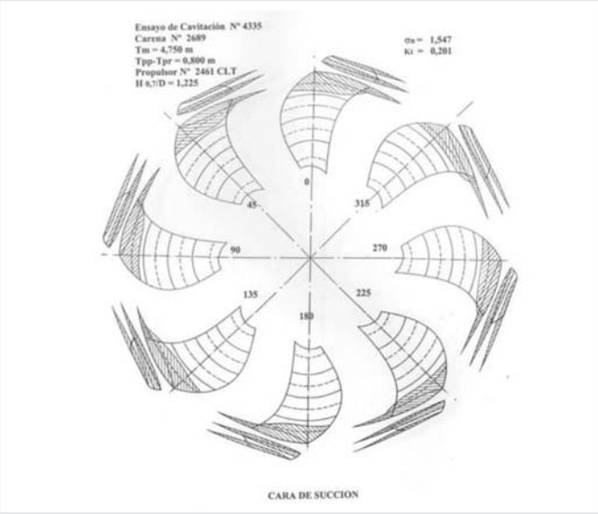



**Figura 4.3.2. Cavitación en el propulsor con pendiente 0.3 en línea media**

Por último, en la figura 4.3.3 se representan los resultados correspondientes al ensayo de cavitación, realizado con las palas CLT del propulsor con la línea media de pendiente 0,6, modelo 2462.

Los ensayos de cavitación realizados con las tres hélices pusieron de relieve que la cavitación sobre la cara de succión correspondiente a las nuevas líneas medias tenía menos extensión que la correspondiente al diseño básico.

Para poder profundizar más en el estudio comparativo de los tres diseños del propulsor por el cambio de la línea media, se procedió a la realización de

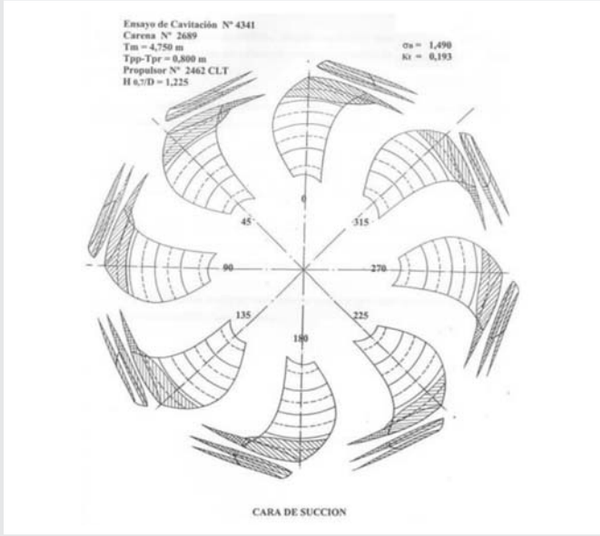



**Figura 4.3.3. Cavitación en el propulsor con pendiente 0.6 en línea media**

ensayos de fluctuaciones de presión para completar el conocimiento del comportamiento de estas hélices.

Para ello se instaló una placa plana en el interior del túnel, situando un total de ocho captadores en las posiciones que indica la figura 4.3.4, en la que puede observarse la separación entre ellos, siendo 168,5 mm la separación vertical entre la placa y el eje del propulsor a escala de modelo.

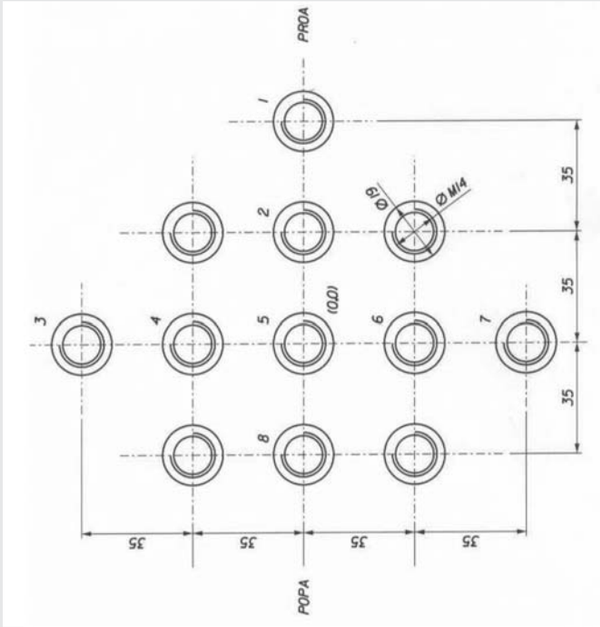



**Figura 4.3.4. Disposición de los captadores.**

El captador número 5 fue situado en la vertical que pasa por la generatriz de la sección 1,0R del propulsor cuando la pala ocupa la posición 0°.

Los modelos de hélice tienen un diámetro de 200 mm en los tres propulsores ensayados, por lo que la separación entre captadores resultó ser un 17,50% del diámetro.

En la figura 4.3.5 se presentan los resultados obtenidos en los ocho captadores utilizados con las tres alternativas de hélices CLT. Los resultados que se han representado, corresponden al primer armónico de los pulsos de pre-

sión, en kPa, extrapolados para el buque, es decir, corresponden a la frecuencia del paso de la pala.

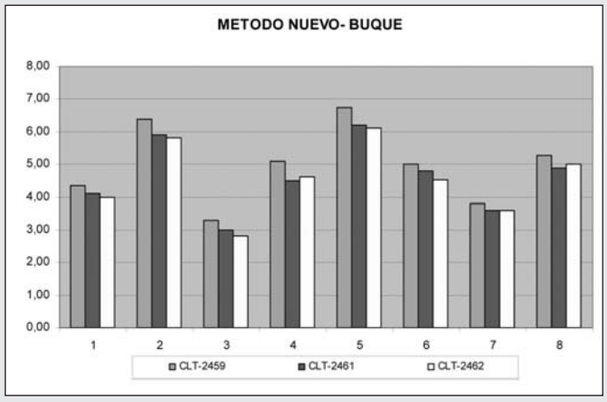



**Figura 4.3.5. Pulsos de presión resultante**

El propulsor 2459-CLT corresponde al diseño básico y los valores de los pulsos de presión se han presentado en la parte izquierda de cada grupo de barras, numerados del 1 al 8 de acuerdo con el esquema de la figura 4.3.4 que indica la posición del captador en la placa.

El propulsor 2461-CLT corresponde al diseño de la nueva línea media con una pendiente 0,3 y los valores de los pulsos de presión que origina, ocupan la parte central de cada grupo de barras, mientras que los valores de los pulsos de presión del propulsor 2462-CLT, correspondiente al diseño de la nueva línea media de pendiente 0,6, ocupan la parte derecha de cada grupo de valores.

Los valores de los pulsos de presión correspondientes a las nuevas líneas medias fueron inferiores a los correspondientes del diseño básico. También se concluyó que los pulsos de presión correspondientes a la nueva línea media de pendiente 0,6 fueron inferiores a los correspondientes de la línea media con pendiente 0,3 en la mayoría de los captadores.

Las hélices CLT que se instalaron en el buque *Fortuny,* reemplazando a las convencionales de alto skew, (Ref. 24), fueron diseñadas utilizando la nueva línea media con pendiente en el borde de salida 0,3.

Con objeto de analizar la influencia del nuevo tipo de línea media en el comportamiento de la hélice CLT, se midieron las velocidades del fluido, aguas arriba y aguas abajo del disco de la hélice, utilizando el propulsor básico, 2459, y los dos propulsores con las nuevas líneas medias con diferente pendiente en el borde de salida, 2461, pendiente 0,3 y hélice 2462, pendiente 0,6.

Se llevaron a cabo una serie de ensayos con el equipo de velocimetría Láser Doppler, LDA, para medir las velocidades axiales totales, utilizando el Dummy Model de la carena 2689, correspondiente al buque Superfast Levante, con los tres modelos de propulsor CLT, mencionados en el párrafo anterior.

Con todos los propulsores se efectuaron mediciones en 4 planos distintos, correspondientes a –40, + 40, +63 y +90 mm, o sea un plano aguas arribas y tres aguas abajo, tomando como origen de medida, el plano de la generatriz de los respectivos propulsores, barriéndose en cada plano el disco de la hélice a intervalos de 15 º, a los radios 0,4 R, 0,6 R, 0,8 R y R.

Para medir las velocidades totales, la condición del ensayo de cavitación se fijó en cada caso, utilizando la nueva metodología que había sido desarrollada por el CEHIPAR y que ha sido detallada en el apartado 4.1.4 de este trabajo.

La presentación de los resultados de los ensayos, se ha hecho aplicando las correcciones de la velocidad de referencia del túnel, en cada caso, para que la comparación sea homogénea.

Con las velocidades medidas durante el ensayo se ha realizado el mapa de las velocidades en los diferentes planos paralelos al disco del propulsor, utilizando la escala de colores que acompaña a cada diagrama. En todos los diagramas de cada figura se empleó la misma escala de colores, para que los mapas fuesen comparativos.

En las mediciones realizadas en los planos próximos al disco de la hélice no se pudieron obtener las mediciones de la velocidad del flujo en las zonas que los rayos láser eran interceptados por el eje del propulsor, situado en el "dummy". Por ello en los diagramas de los planos que distan 40 mm aguas arriba y aguas abajo del disco de la hélice aparece una zona en blanco.

En las páginas siguientes se presentan los diagramas realizados con todas las mediciones llevadas a cabo con el equipo LDA en cada plano, aguas arriba y aguas abajo.

En las primeras figuras, 4.3.6 a 4.3.8, ambos inclusive, se han presentado los resultados obtenidos con cada propulsor en los cuatro planos medidos, o sea, uno aguas arriba y tres aguas abajo del disco de la hélice.

En las 4 figuras siguientes, 4.3.9 a 4.3.12, ambos inclusive, se presentan, de forma simultánea, los resultados obtenidos en cada plano con las tres hélices, para comparar los efectos que produce cada propulsor en el flujo a una misma distancia del disco de la hélice.

Inicialmente se realizaron las medidas con el modelo de hélice 2459 CLT, cuyo mapa de velocidades se muestra en la figura 4.3.6 En la parte superior izquierda aparecen las medidas en un plano situado aguas arriba de la hélice a una distancia 40 mm a escala de modelo, siendo el diámetro del modelo del propulsor 200 mm.

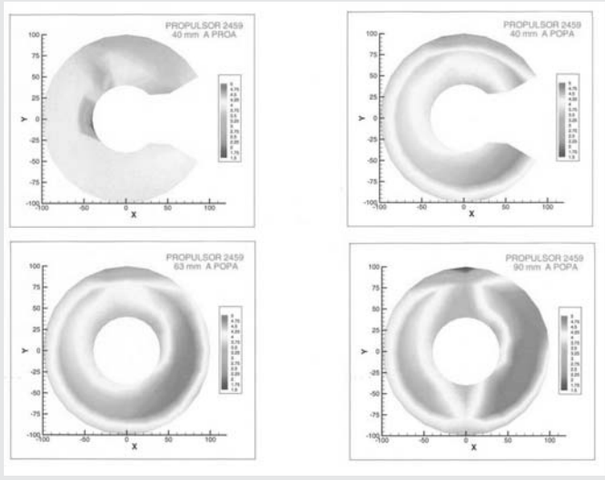



**Figura 4.3.6**

Los otros tres mapas completan la definición del flujo aguas abajo. En la parte superior derecha de la figura 4.3.6 se han representado los valores de las velocidades medidas en el plano más cercano al disco de la hélice, a una distancia de 40 mm. En la parte inferior izquierda se presentan las velocidades medidas a 63 mm aguas abajo del disco del propulsor, mientras que en la parte inferior derecha se presentan las medidas de la velocidad del flujo en el plano más lejano, 90 mm a popa de la hélice, pudiéndose apreciar la influencia del timón en las posiciones de 0º y 180º.

Para comprender cómo varia la velocidad del flujo, analizando los colores de los diagramas de las figuras, es necesario significar que los tonos azules más oscuros corresponden a la velocidad del flujo libre en el infinito aguas arriba del propulsor, lejos de su influencia.

Las tonalidades rojas representan las mayores velocidades. Las velocidades intermedias con las tonalidades verdes y amarillas completan la escala y ponen de manifiesto la variación de la velocidad del flujo en las cercanías del disco del propulsor.

Posteriormente se realizaron mediciones similares con el modelo de hélice 2461 CLT, cuyo mapa de velocidades se muestra en la figura 4.3.7.

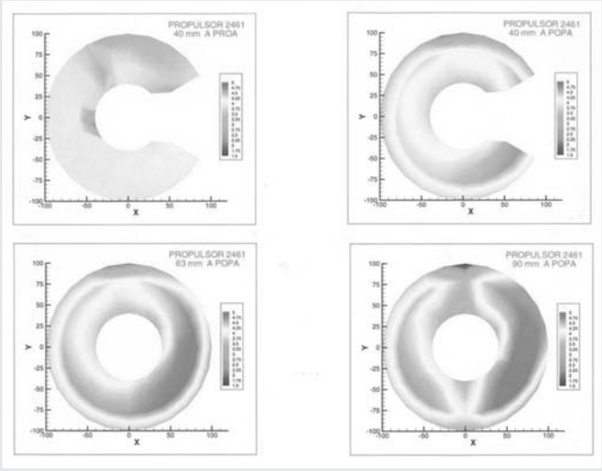



**Figura 4.3.7**

Finalmente se realizaron las medidas con el modelo de hélice 2462 CLT, cuyo mapa de velocidades se muestra en la figura 4.3.8.

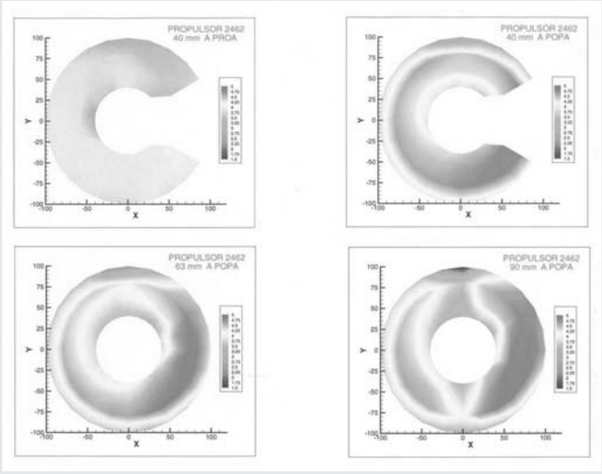



**Figura 4.3.8**

Para realizar un estudio comparativo de las tres hélices, se han agrupado los resultados de las mediciones, figuras 4.3.6, 4.3.7 y 4.3.8, según la distancia del plano al disco de la hélice.

El primer plano en el que se realizaron las mediciones con los tres propulsores corresponde a una distancia de 40 mm, aguas arriba del disco del propulsor, figura 4.3.9.

En la parte superior de esta figura 4.3.9, se presentan los resultados de las mediciones realizadas con la hélice 2459, propulsor básico, mientras que en los dos diagramas inferiores aparecen los resultados con las hélices 2461, línea media de pendiente 0.3, parte izquierda y hélice 2462 con la línea media de pendiente 0,6 en el borde de salida, parte derecha.

Observando los mapas de la figura 4.3.9, puede deducirse que no se aprecian grandes diferencias en las mediciones de las velocidades del flujo aguas

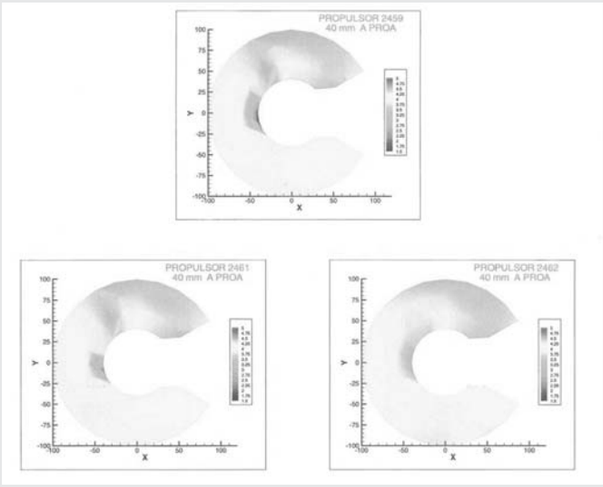



**Figura 4.3.9**

arriba del disco de la hélice a 40 mm de distancia, equivalente al 20% del diámetro.

Por consiguiente el incremento de cantidad de movimiento que producen estos tres propulsores, puede considerarse que es similar.

El primer plano en el que se realizaron las mediciones aguas abajo con los tres propulsores corresponde a una distancia de 40 mm, del disco del propulsor, figura 4.3.10.

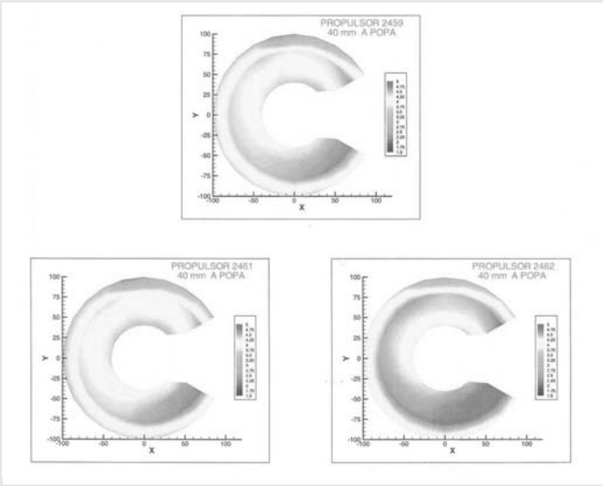



**Figura 4.3.10**

En esta figura puede comprobarse cómo el flujo ha sido acelerado por la acción del propulsor, al aparecer las tonalidades rojas, correspondientes a la mayor velocidad del agua.

De modo análogo a la figura anterior, en la parte superior se presentan los resultados de las mediciones realizadas con la hélice 2459, propulsor básico, mientras que en los dos diagramas inferiores aparecen los resultados con las hélices 2461, línea media de pendiente 0,3, parte izquierda y hélice 2462 con la línea media de pendiente 0,6 en el borde de salida, parte derecha.

Como se puede apreciar en los gráficos 4.3.10, 4.3.11 y 4.3.12, se produce un mayor incremento de velocidad del flujo aguas abajo, en el caso del propulsor 2462 CLT, respecto de las otros dos propulsores, más perceptible en el primer plano aguas abajo, 40 mm, y ligeramente mayor en el segundo, 63 mm. En el último plano aguas abajo, 90 mm, los tres propulsores presentan resultados similares. En las figuras correspondien-

tes a este último plano, figura 4.3.12, se puede apreciar el efecto de la proximidad del timón.

El segundo plano en el que se realizaron las mediciones aguas abajo con los tres propulsores corresponde a una distancia de 63 mm, del disco del propulsor, figura 4.3.11.

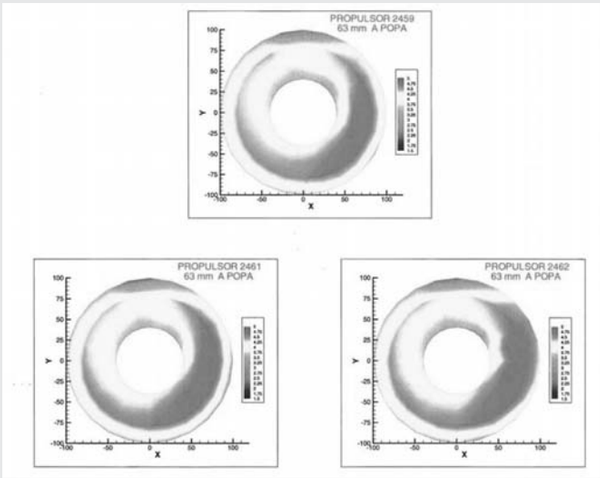



**Figura 4.3.11**

El último plano en el que se realizaron las mediciones aguas abajo con los tres propulsores corresponde a una distancia de 90 mm, del disco del propulsor, figura 4.3.12.

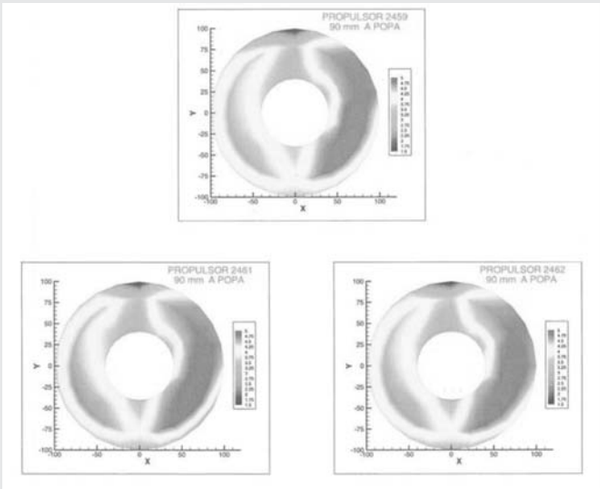



**Figura 4.3.12**

Para poner de manifiesto la contracción de la vena líquida de cada propulsor, se realizaron adicionales mediciones de velocidad, midiendo en una serie de puntos situados a intervalos muy próximos en las posiciones de 0º y 180º del propulsor, aguas abajo.

La figura 4.3.13 presenta los resultados de las mediciones realizadas con el propulsor básico, 2459. El eje de ordenadas representa la posición del disco de la hélice, z = 0, y a la derecha, diferentes planos aguas abajo en el plano de crujía del buque.

El eje y = 0 representa el plano horizontal que determina el calado del eje de la hélice del buque. Siendo 200 mm, el diámetro del propulsor, se presentan los valores de velocidades axiales en los radios 0,8R hasta la punta de la pala en las posiciones de 0º, parte superior, y > 0, y en las posiciones de 180º, parte inferior, y < 0.

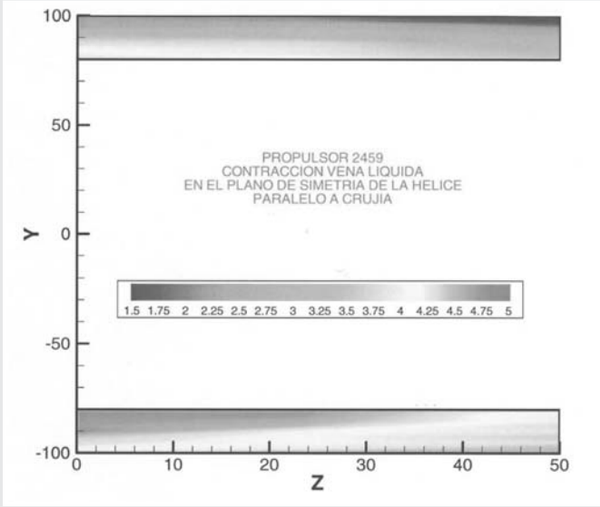



**Figura 4.3.13**

Para representar los valores de la velocidad se ha utilizada la escala de colores que acompaña a todos las figuras.

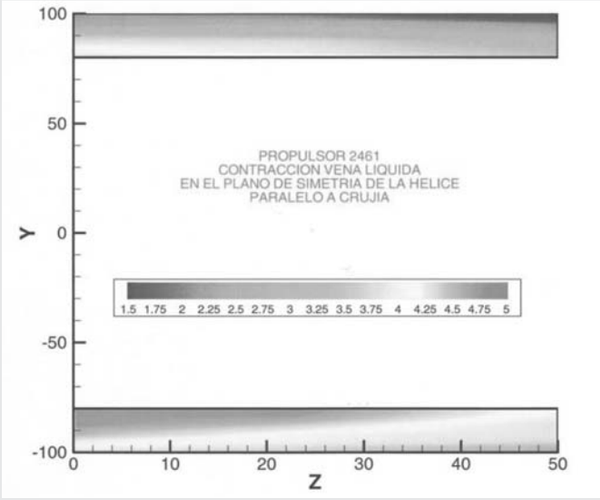



**Figura 4.3.14**

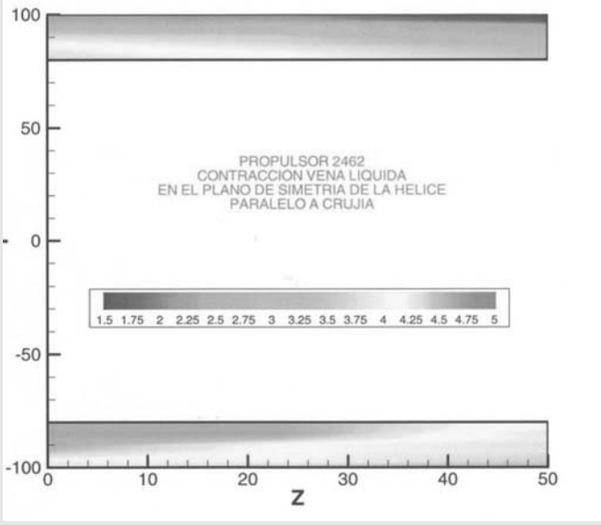



**Figura 4.3.15**

En las figuras 4.3.14 y 4.3.15 se presentan los resultados de las mediciones realizadas con las dos alternativas de líneas medias, pendiente 0,3, propulsor 2461 y pendiente 0,6, propulsor 2462, respectivamente. El eje de ordenadas representa la posición del disco de la hélice, z=0, y a la derecha, diferentes planos aguas abajo.

Analizando el contenido de las figuras 4.3.13, 4.3.14 y 4.3.15 se deduce que el contorno exterior de las respectivas venas líquidas se manifiesta por el hecho de que las velocidades del fluido coinciden con las del infinito aguas arriba de la hélice.

Es evidente que las velocidades aguas abajo son superiores en la hélice cuya línea media tiene mayor pendiente en el borde de salida, 2462-CLT, que se ha presentado en la figura 4.3.15.

Por tanto, en virtud de la ecuación de continuidad, el diámetro de las secciones transversales de la vena líquida de dicha hélice es inferior.

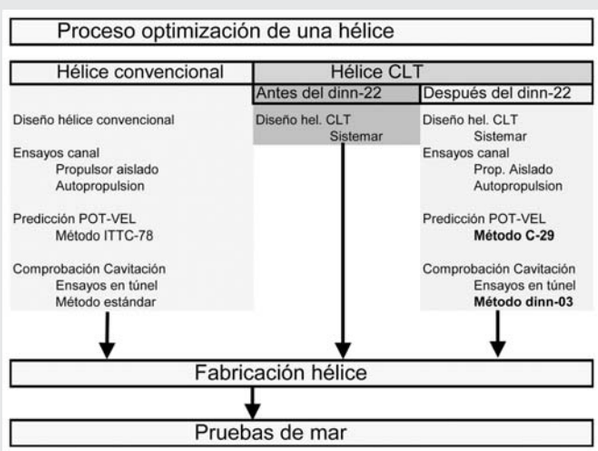
Es evidente que el incremento de la cantidad de movimiento entre el disco de la hélice y el infinito aguas abajo es superior en el caso del propulsor 2462 que posee la mayor pendiente en la línea media en el borde de salida.

Se deduce, por lo tanto, que las fuerzas de presión en cara de presión de la hélice serán, también, superiores y, teniendo en cuenta lo que sucede aguas arriba, se concluye que su coeficiente "$\varepsilon$" es inferior, y consecuentemente, el rendimiento del propulsor aislado será superior.

De todo cuanto se ha expuesto con anterioridad, se concluye que el comportamiento que se esperaba del nuevo tipo de línea media ha quedado confirmado experimentalmente.

## 5.- Comprobación práctica de los desarrollos realizados. Validación mediante una aplicación a escala real

En este capítulo se expone el desarrollo del último gran proyecto de este programa denominado: Proyecto DINN-22 - "Investigación sobre el comportamiento de hélices muy cargadas para ferries convencionales rápidos", cuyo objetivo principal fue validar todos los desarrollos anteriores con una aplicación innovadora de las hélices CLT que nunca había sido realizada antes, que consistió en desarrollar un proyecto nuevo, probarlo a nivel de modelo tanto en el canal de aguas tranquilas como en el túnel de cavitación, revisar el proyecto si fuese necesario y construir las palas definitivas, montarlas y probarlas en el buque real. Es decir, se trataba de completar el desarrollo tecnológico que permitiera la aplicación práctica de las hélices con placas de cierre a proyectos comerciales de buques, basándose en unos modelos técnicos similares a los de las hélices convencionales.

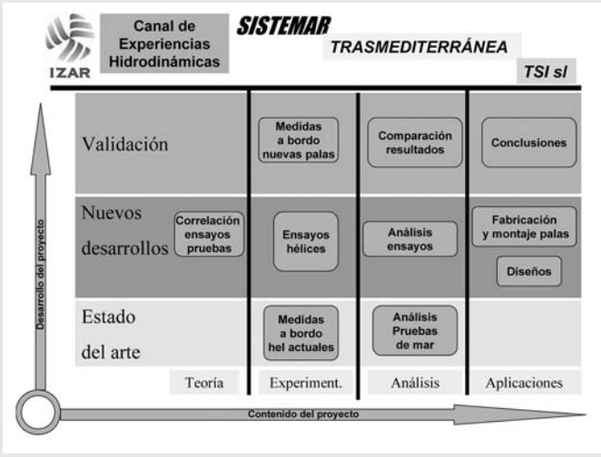



Se ha generado conocimiento de gran valor tecnológico, como resultado de las medidas y observaciones a escala real y de sus comparaciones con los datos obtenidos de ensayos, en el caso de un buque ferry propulsado por hélices con alto coeficiente de carga que se utilizó como demostrador o prototipo. Es muy escaso, a nivel mundial, el número de mediciones de calidad de las consecuencias del comportamiento en cavitación de hélices, es decir, ruidos y vibraciones, y prácticamente nulo en el caso de hélices con placas de cierre.

Este proyecto ha permitido establecer el proceso de optimización de una hélice al mismo nivel, sea convencional o con placas en los extremos de las palas.

El proyecto abordó, además, para generar nuevos datos y conocimientos sobre el comportamiento de las hélices con placas, un completísimo estudio de vibraciones y ruidos, junto con sus causas, midiendo presiones en el casco, durante las pruebas del buque real, además de a escala modelo. Si bien no puede decirse que este programa de pruebas sea completamente innovador a escala mundial, pues ya se han hecho estudios de este tipo en algunos buques significativos con hélices convencionales, y en muchos casos sólo a nivel de modelo, desde luego constituirá un caso especial a nivel nacional y único en cuanto a las hélices con placas se refiere.

El contenido del proyecto se presenta de forma gráfica en la figura siguiente:




Se subdividió y se desarrolló a través de los correspondientes paquetes de trabajo como es habitual en este tipo de proyectos.

En este capítulo 5 y en el 6 siguiente se van a exponer los resultados más relevantes de la multitud de datos que se analizaron por los socios durante el proyecto.

### 5.1.- Validación de los nuevos desarrollos en la correlación modelo buque en potencia y velocidad

Se exponen a continuación los resultados de las pruebas de mar realizadas con el buque *Fortuny,* tanto montando las hélices convencionales de alto skew, como las hélices con palas CLT.

### 5.1.1.- Pruebas de velocidad con hélices convencionales con alto skew

El día 3 de febrero de 2005, montando el buque las hélices convencionales originalmente instaladas, se llevaron a cabo, en aguas de Barcelona, pruebas de mar previas a la entrada en dique.

El estado medio de la mar durante estas pruebas de mar, se puede apreciar en la fotografía adjunta:

La altura significativa de las olas varió entre 0,5 y 1,5 metros y la velocidad del viento real entre 1 y 13 nudos. La profundidad del agua bajo la quilla se mantuvo siempre superior a los 200 metros, para que no fuera necesario realizar, por este concepto, ningún tipo de corrección en los resultados potencia-velocidad medidos en las pruebas.

Los calados durante las pruebas fueron prácticamente los mismos a los que se realizaron en el Canal, los ensayos de los modelos.

Resultados de las pruebas de mar: hélices convencionales con alto skew

Buque.: *Fortuny*
Prop *Convencional High Skew*

| Corrida Nº | Rumbo (°) | Hora (h.m) | Velocidad (nudos) | rpm | Potencia (C.V.) | Profundidad (m) | Timón (°) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 310 | 10,00 | 21,75 | 183,4 | 26.500 | >100 | 0,0 |
| 2 | 130 | 10,31 | 22,30 | 183,3 | 26.591 | >100 | 0,0 |
| 3 | 130 | 10,57 | 23,21 | 183,4 | 29.658 | >100 | 0,0 |
| 4 | 310 | 11,29 | 22,57 | 183,4 | 29.686 | >100 | 0,0 |
| 5 | 310 | 12,00 | 23,40 | 183,4 | 32.542 | >100 | 0,0 |
| 6 | 130 | 12,35 | 23,45 | 183,4 | 32.576 | >100 | 0,0 |
| 7 | 130 | 13,05 | 23,55 | 183,4 | 34.872 | >100 | 0,0 |
| 8 | 310 | 13,40 | 23,90 | 183,4 | 34.814 | >100 | 0,0 |
| 9 | 310 | 14,22 | 11,92 | 183,5 | 9.269 | >100 | 0,0 |
| 10 | 130 | 14,45 | 11,88 | 183,5 | 9.170 | >100 | 0,0 |

**Tabla 5.1.1.1**

BUQUE....: FORTUNY
PROP.....: CONVENCIONAL HIGH SKEW

| | VIENTO | | | OLAS | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Corrida Nº | Velocidad (nudos) | Dirección (°) | Beaufort (VIENTO) | Altura (m) | Dirección (°) | Beaufort (OLAS) |
| 1 | 35.0 | 0 | 8 | 1.50 | 300 | 4 |
| 2 | 10.0 | -25 | 3 | 1.25 | 300 | 4 |
| 3 | 14.5 | -25 | 4 | 1.25 | 300 | 4 |
| 4 | 32.0 | 0 | 7 | 1.00 | 300 | 3 |
| 5 | 34.0 | 0 | 8 | 1.00 | 300 | 3 |
| 6 | 20.0 | 20 | 5 | 1.00 | 300 | 3 |
| 7 | 25.0 | 0 | 6 | 1.00 | 300 | 3 |
| 8 | 32.0 | -20 | 7 | 1.00 | 300 | 3 |
| 9 | 20.0 | -30 | 5 | 0.50 | 300 | 2 |
| 10 | 10.5 | 30 | 3 | 0.50 | 300 | 2 |

**Tabla 5.1.1.2**

**Correcciones aplicadas**

La corrección de los resultados medidos durante las pruebas, para obtener los correspondientes a condiciones ideales, se ha llevado a cabo utilizando la aplicación MARIS desarrollada por el CEHIPAR con ocasión del programa de investigación C-29.

BUQUE: FORTUNY
PROP: CONVENCIONAL HIGH SKEW

| DATOS DE PRUEBAS | | CORRECCIONES | | | | | CONDICIONES IDEALES DE PRUEBAS | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Velocidad (nudos) | Potencia (C.V.) | δV viento nudos | δV olas nudos | δV timón Nudos | δV corts. nudos | δV prof. nudos | Velocidad (nudos) | Pd (C.V.) | RPM |
| 21.75 | 26500 | -0.06 | 0.14 | 0.00 | 0.27 | 0.00 | 22.10 | 26546 | 183.4 |
| 22.30 | 26591 | 0.08 | -0.01 | 0.00 | -0.27 | 0.00 | 22.10 | 26546 | 183.4 |
| 23.21 | 29658 | 0.06 | -0.01 | 0.00 | -0.35 | 0.00 | 22.91 | 29672 | 183.4 |
| 22.57 | 29686 | -0.03 | 0.02 | 0.00 | 0.35 | 0.00 | 22.91 | 29672 | 183.4 |
| 23.40 | 32542 | -0.03 | 0.02 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 23.42 | 32559 | 183.4 |
| 23.45 | 32576 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -0.03 | 0.00 | 23.42 | 32559 | 183.4 |
| 23.55 | 34872 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.19 | 0.00 | 23.73 | 34843 | 183.4 |
| 23.90 | 34814 | -0.01 | 0.02 | 0.00 | -0.19 | 0.00 | 23.73 | 34843 | 183.4 |
| 11.92 | 9269 | -0.02 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | 0.00 | 11.89 | 9220 | 183.5 |
| 11.88 | 9170 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 11.89 | 9220 | 183.5 |

**Tabla 5.1.1.3**

**Ajuste de los resultados**

BUQUE: FORTUNY
PROP: CONVENCIONAL HIGH SKEW

| DATOS DE PRUEBAS | | CONDICIONES IDEALES | |
|---|---|---|---|
| Velocidad (nudos) | Ps (C.V.) | Velocidad (nudos) | Ps (C.V.) |
| 11.92 | 9269 | 11.89 | 9220 |
| 11.88 | 9170 | 11.89 | 9220 |
| 21.75 | 26500 | 22.10 | 26546 |
| 22.30 | 26591 | 22.10 | 26546 |
| 23.21 | 29658 | 22.91 | 29672 |
| 22.57 | 29686 | 22.91 | 29672 |
| 23.40 | 32542 | 23.42 | 32559 |
| 23.45 | 32576 | 23.42 | 32559 |
| 23.55 | 34872 | 23.73 | 34843 |
| 23.90 | 34814 | 23.73 | 34843 |

**Tabla 5.1.1.4**

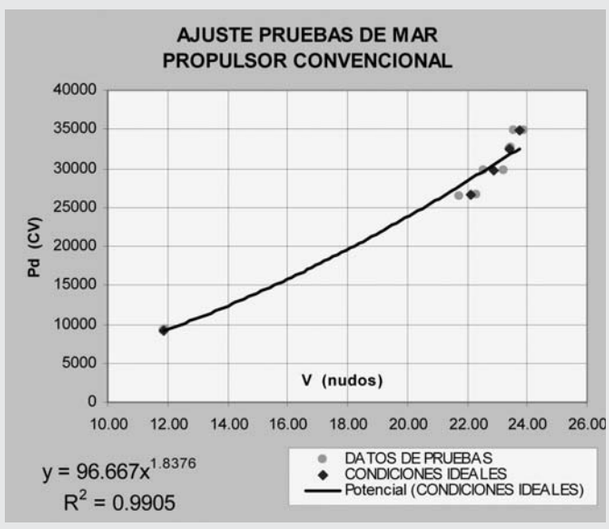



**Figura 5.1.1.1**

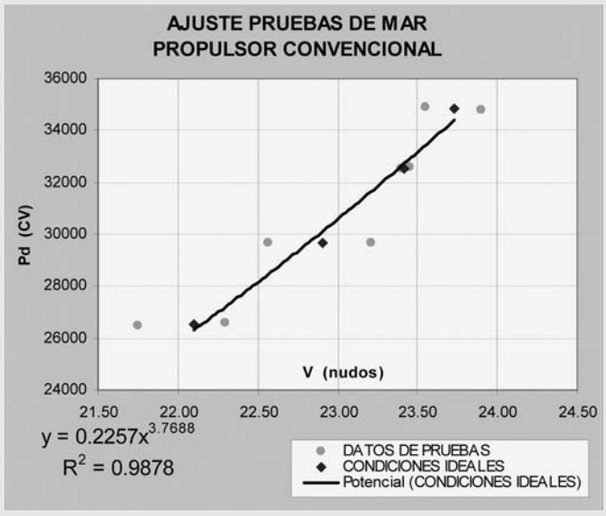
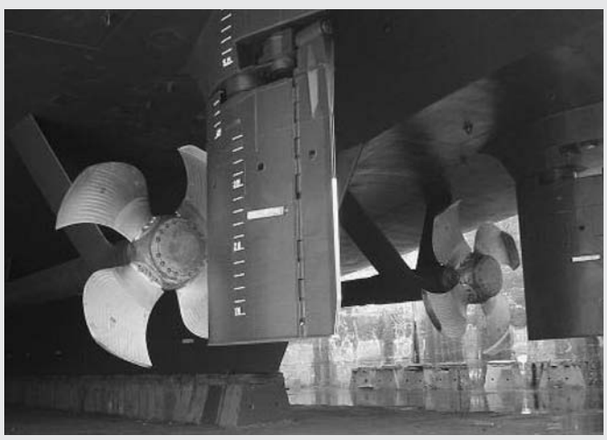



**Figura 5.1.1.2**

En las Figuras 5.1.1.1 y 5.1.1.2 se representan los puntos correspondientes a los valores de potencia-velocidad medidos en pruebas, así como los valores corregidos para condiciones ideales. Sobre estos últimos se ha realizado un ajuste potencial, cuya ecuación y grado de aproximación R2 se muestran sobre la propia figura.

### 5.1.2.- Pruebas de velocidad con hélices CLT

Después de la salida de dique con el buque montando las nuevas hélices CLT se llevaron a cabo las correspondientes pruebas de mar, el día 25 de abril de 2005 en la zona marítima próxima a Valencia.



En la fotografía adjunta se muestra el estado medio de la mar durante las pruebas.

La altura significativa de olas se mantuvo entre los 0,8 y 0,3 metros y la velocidad del viento fue de unos 20 nudos. La condición de carga durante las pruebas se correspondía con los mismos calados correspondientes a las pruebas con las hélices convencionales.

Al objeto de conocer la influencia de las aletas estabilizadoras en la resistencia al avance de la carena, se realizaron dos corridas encontradas con las aletas actuando.

**Resultados de las nuevas pruebas de mar: hélices CLT**

BUQUE.....: FORTUNY
PROP.....: CLT

| | Corrida Nº | Rumbo (°) | Hora (h .m) | Velocidad (nudos) | RPM | Potencia (C.V.) | Profundidad (m) | Timón (°) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sin aletas | 1 | 30 | 10.35 | 22.62 | 183.3 | 24721 | 142 | 0.0 |
| | 2 | 210 | 11.20 | 21.73 | 183.3 | 23584 | 146 | 0.0 |
| | 3 | 215 | 12.00 | 22.44 | 183.3 | 26992 | 122 | 0.0 |
| | 4 | 30 | 12.35 | 23.46 | 18.3 | 26840 | 122 | 0.0 |
| | 5 | 30 | 13.05 | 24.18 | 183.3 | 30353 | 122 | 0.0 |
| | 6 | 210 | 13.55 | 22.89 | 183.3 | 30359 | 122 | 0.0 |
| | 7 | 210 | 14.10 | 24.04 | 183.3 | 34630 | 152 | 0.0 |
| | 8 | 30 | 15.00 | 24.91 | 183.3 | 34751 | 142 | 0.0 |
| | 9 | 30 | 16.12 | 21.12 | 183.3 | 17708 | 177 | 0.0 |
| | 10 | 210 | 16.41 | 19.40 | 183.3 | 17549 | 122 | 0.0 |
| Con aletas | 11 | 30 | 17.18 | 23.72 | 183.3 | 30938 | 102 | 0.0 |
| | 12 | 210 | 18.18 | 22.31 | 183.3 | 30435 | 102 | 0.0 |

**Tabla 5.1.2.1**

BUQUE.....: FORTUNY
PROP.....: CLT

| | VIENTO | | | OLAS | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Velocidad (nudos) | Dirección (°) | Beaufort (VIENTO) | Altura (m) | Dirección (°) | Beaufort (OLAS) |
| Sin aletas | 20.0 | -10 | 5 | 0.30 | 210 | 2 |
| | 27.0 | -15 | 6 | 0.30 | 210 | 2 |
| | 28.0 | -10 | 7 | 0.30 | 210 | 2 |
| | 30.0 | 0 | 7 | 0.30 | 210 | 2 |
| | 25.0 | 10 | 6 | 0.30 | 210 | 2 |
| | 35.0 | -30 | 8 | 0.30 | 210 | 2 |
| | 31.0 | -40 | 7 | 0.50 | 210 | 2 |
| | 36.0 | 30 | 8 | 0.50 | 210 | 2 |
| | 33.0 | 30 | 7 | 0.50 | 210 | 2 |
| | 34.0 | -55 | 8 | 0.50 | 210 | 2 |
| Con aletas | 32.0 | 35 | 7 | 0.80 | 210 | 3 |
| | 32.0 | -40 | 7 | 0.50 | 210 | 2 |

**Tabla 5.1.2.2**

**Correcciones aplicadas: hélices CLT**

Ship: *Fortuny*
Prop: CLT

| Trials data | | Corrections | | | | | Ideal conditions | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Speed | Power | V wind | V waves | V rudder | V courr. | V deep | Speed | Pd | rpm |
| (Nudos) | (C.V.) | Nudos | Nudos | Nudos | Nudos | Nudos | (Nudos) | (C.V.) | |
| 22,62 | 24.721 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,44 | -0,12 | 22,30 | 24.036 | 183,4 |
| 22,73 | 23,584 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,44 | 0,12 | 22,30 | 24.036 | 183,4 |
| 22,44 | 26.992 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,51 | -0,11 | 23,08 | 26.787 | 183,4 |
| 22,46 | 26.840 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | -0,51 | -0,12 | 23,09 | 26.787 | 183,4 |
| 24,18 | 30.353 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,63 | -0,12 | 23,67 | 30.210 | 183,4 |
| 22,89 | 30.359 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,63 | -0,11 | 23,66 | 30.210 | 183,4 |
| 24,04 | 34.630 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,44 | -0,13 | 24,61 | 34.525 | 183,4 |
| 24,91 | 34.751 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,44 | 0,13 | 24,61 | 34.525 | 183,4 |
| 21,12 | 17.708 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | -0,87 | 0,00 | 20,26 | 17.543 | 183,5 |
| 11,88 | 9.170 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,87 | 0,00 | 20,26 | 17.543 | 183,5 |

**Tabla 5.1.2.3**

**Ajuste de los resultados: hélices CLT**

En la Figura 5.1.2.1 se representan los puntos correspondientes a los valores de potencia-velocidad medidos en pruebas, así como los valores corregidos para condiciones ideales. Sobre estos últimos se ha realizado un ajuste potencial, cuya ecuación y grado de aproximación R2 se muestran sobre la propia Figura.

### 5.1.3.- Comparación de resultados en condiciones ideales de las pruebas de velocidad con ambos tipos de propulsores

Teniendo en cuenta los resultados de pruebas de mar corregidos para condiciones ideales que se han expuesto en los apartados anteriores, corres-

BUQUE.....: FORTUNY
PROP.....: CLT

| | DATOS DE PRUEBAS | | CONDICIONES IDEALES | |
|---|---|---|---|---|
| | Velocidad (nudos) | Potencia (C.V.) | Velocidad (nudos) | Pd (C.V.) |
| Sin aletas | 22.62 | 24721 | 22.30 | 24036 |
| | 21.73 | 23584 | 22.18 | 24036 |
| | 22.44 | 26992 | 23.08 | 26787 |
| | 23.46 | 26840 | 23.09 | 26787 |
| | 24.18 | 30353 | 23.67 | 30210 |
| | 22.89 | 30359 | 23.66 | 30210 |
| | 24.04 | 34630 | 24.61 | 34525 |
| | 24.91 | 34751 | 24.61 | 34525 |
| | 21.12 | 17708 | 20.26 | 17543 |
| | 19.40 | 17549 | 20.26 | 17543 |
| Con aletas | 23.72 | 30938 | 23.12 | 30539 |
| | 22.31 | 30435 | 23.12 | 30539 |

**Tabla 5.1.2.4**

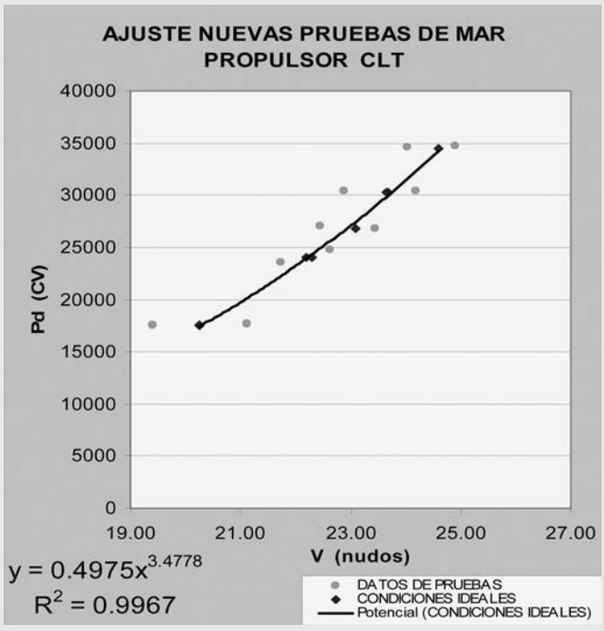



**Figura 5.1.2.1**

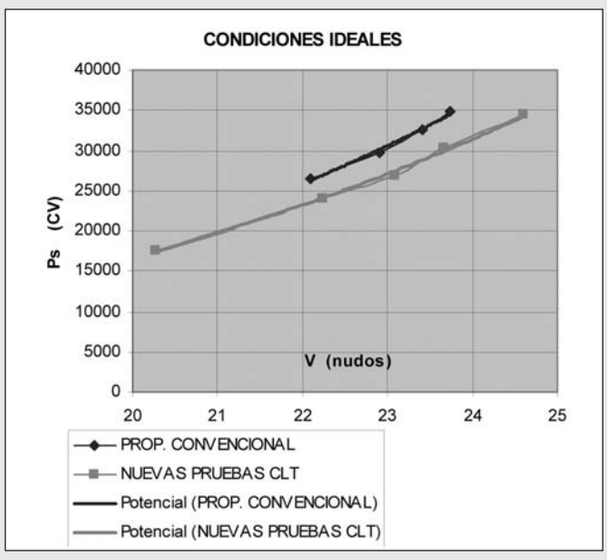



**Figura 5.1.3.1**

pondientes a las pruebas de mar con hélices convencionales de alto skew y a las pruebas de mar con propulsores CLT, se obtiene la Figura que se muestra a continuación, donde se aprecia claramente la economía de potencia que ha representado la instalación de los propulsores con palas CLT.

**5.1.4.- Resultado de pruebas de mar con aletas actuando**

En el apartado 5.1.2 se muestran los resultados de pruebas al 80 % de MCR con las aletas estabilizadoras abiertas y trabajando. Estos resultados muestran que el buque da una velocidad de 23,12 nudos en condiciones ideales absorbiendo las hélices 30.539 CV a 183,3 rpm.

Comparando con los datos correspondiente a las pruebas de mar de la CLT sin aletas, la potencia en pruebas, para 23,12 nudos, es de 2.7567 CV, por lo que el incremento de potencia en pruebas, debido a las aletas a la velocidad de 23,12 nudos, es de 2.972 CV lo que equivale a un aumento del 10,8 %.

El CEHIPAR, dispone del programa RAPE que permite estimar el incremento de resistencia debido a distintas configuraciones de apéndices. Mediante este programa, el incremento de resistencia inducido por las aletas, para la velocidad de 23,12 nudos, se estima en un 11,83 %, lo que coincide prácticamente con los resultados de las pruebas de mar.

La magnitud de este efecto de las aletas, sobre la resistencia al avance del buque, permite sin duda al armador la elaboración de criterios de navegación que ponderen para distintos estado de la mar, el efecto de las aletas como estabilizadores y el incremento del consumo.

**5.1.5.- Conclusiones definitivas sobre la correlación modelo-buque.**

I. Las diferencias entre las dos tandas de pruebas de mar llevadas a cabo con las hélices CLT concuerdan con las estimaciones teóricas realizadas en el CEHIPAR sobre el incremento de resistencia que supone la presencia de la aletas estabilizadoras.

II. En la Figura 5.1.5.1 se presenta la comparación de las Pruebas de Mar de las hélices convencionales y de las CLT, en ambos casos con el buque sin aletas y corregidos para condiciones ideales de pruebas.

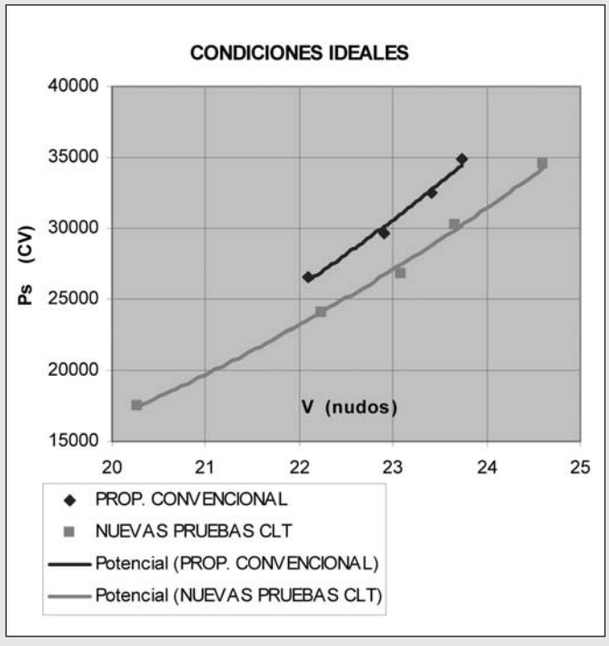



**Figura 5.1.5.1**

III. En la siguiente tabla se muestran los resultados tabulados, obtenidos mediante el ajuste potencial que se representa en la Figura anterior.

| | CONVENC. | CLT | ECONOMÍA CLT |
|---|---|---|---|
| V nudos | Ps CV | Ps CV | % |
| 21.5 | 23726 | 21411 | 9.76 |
| 22.0 | 25873 | 23194 | 10.36 |
| 22.5 | 28160 | 25080 | 10.94 |
| 23.0 | 30592 | 27073 | 11.50 |
| 23.5 | 33175 | 29176 | 12.05 |
| 24.0 | 35915 | 31393 | 12.59 |
| 24.5 | 38817 | 33728 | 13.11 |
| | | Promedio = | 11.47 |

**Tabla 5.1.5.1**

IV. Los resultados obtenidos en las pruebas de mar, avalan el procedimiento de extrapolación modelo-buque para ensayos realizados con modelos de hélices CLT, desarrollado en el anterior proyecto de investigación C-29 y expuesto en el capítulo 3.

V. Según los datos analizados en el presente informe, el comportamiento propulsivo de las hélices CLT es muy satisfactorio.

**5.1.6.- Extrapolación a plena escala de los resultados de los ensayos del super-ferry *Fortuny***

Antes de realizar pruebas de mar, se llevaron a cabo en el CEHIPAR, una serie de ensayos de remolque, aguas libres, autopropulsión y estela, tanto con las hélices convencionales como con las CLT.

**Resultados de los ensayos con palas convencionales y extrapolación a plena escala**

Los ensayos de aguas libres y autopropulsión correspondientes a las hélice de alto skew se extrapolaron, para predecir el comportamiento a escala real, utilizando el procedimiento ITTC'78.

Dado que las hélices son de palas regulables se ensayaron tres pasos geométricos:

H/D1 = 1,083
H/D2 = 1,020
H/D3 = 0,402

La figura siguiente muestra los resultados de los ensayos en aguas libres.

La extrapolación de los ensayos de propulsor aislado se realizó de acuerdo con los valores de ΔKt y ΔKq propuestos en ITTC'78. Así por ejemplo en el caso H/D1 el máximo valor del rendimiento cambia de ETA0m = 0,612 (valor modelo) a ETA0s = 0,614 (valor buque) para el mismo grado de avance J = 0,8.

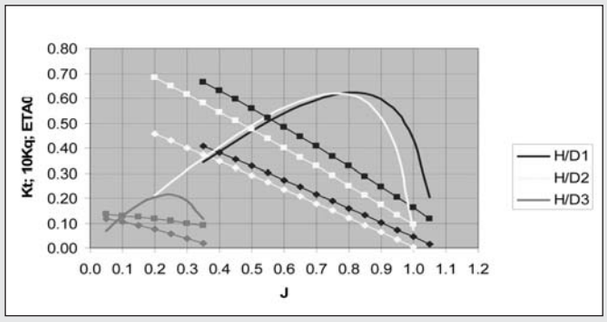



**Figura 5.1.6.1**

Los resultados de extrapolar los ensayos de autopropulsión se muestran en las siguientes Figuras.

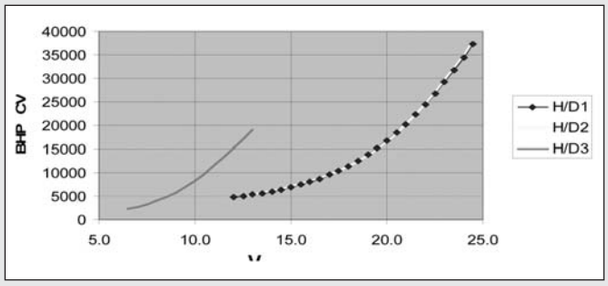



**Figura 5.1.6.2**

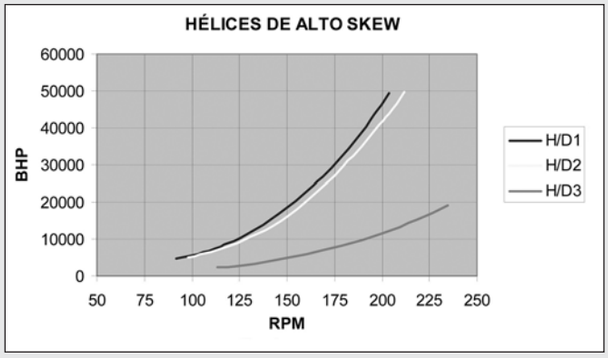



**Figura 5.1.6.3**

**Resultados de los ensayos con palas CLT y extrapolación a plena escala**

En la siguiente Figura se muestran los resultados experimentales de los ensayos en aguas libres de los propulsores CLT, para los tres pasos geométricos utilizados en los ensayos de autopropulsión.

$H/D_1 = 1{,}108$
$H/D_2 = 1{,}117$
$H/D_3 = 0{,}744$

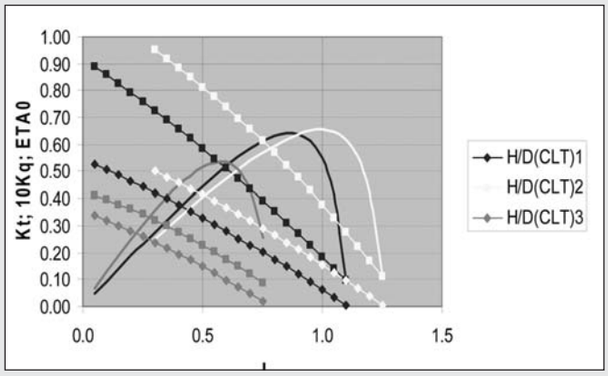



**Figura 5.1.6.4**

Los ensayos, llevados a cabo con los propulsores CLT, en aguas libres, se extrapolaron de acuerdo con el procedimiento expuesto anteriormente en el capítulo 3. En este caso para $H/D_1$ el valor del rendimiento máximo cambia

de ETA0m = 0,642 (valor modelo) para el grado de avance J = 0,85 a ETA0s = 0,785 (valor buque) para el grado de avance J = 0,95.

En las Figuras siguientes se puede apreciar el efecto de escala en las características del diagrama de propulsor aislado.

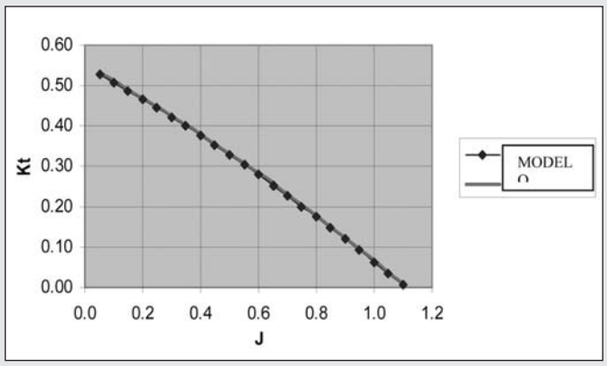



Figura 5.1.6.5

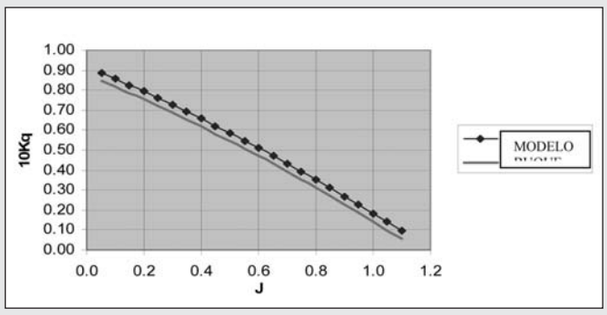



Figura 5.1.6.6

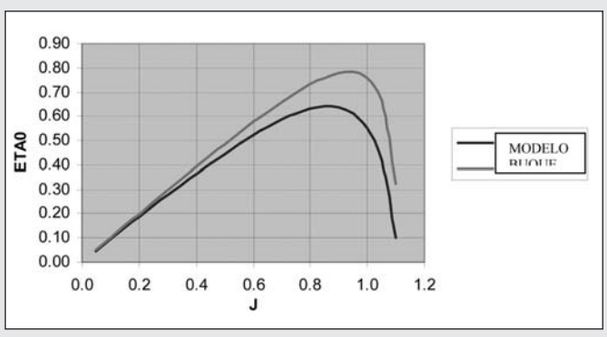



Figura 5.1.6.7

Los resultados de los ensayos de autopropulsión obtenidos con las hélices CLT se muestran en las siguientes Figuras.

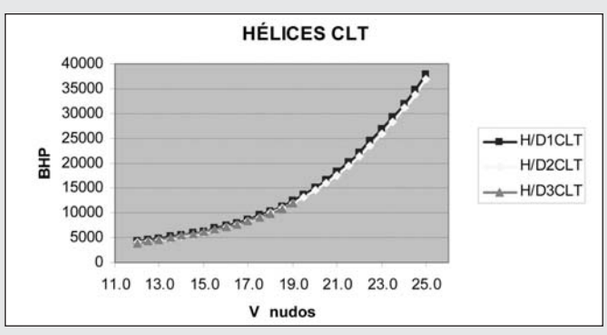



Figura 5.1.6.8

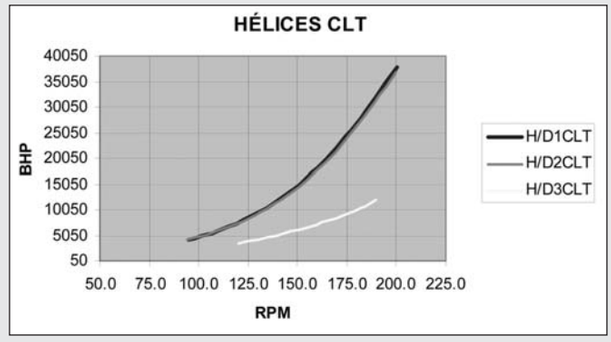



Figura 5.1.6.9

En la siguiente Figura se comparan las predicciones de autopropulsión realizadas para ambos tipos de hélices, con su paso nominal correspondiente.

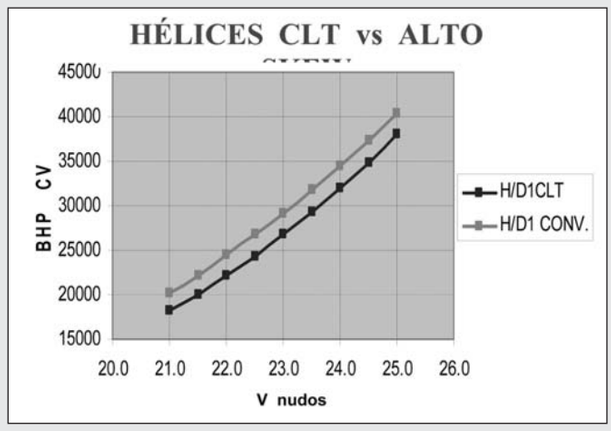



Figura 5.1.6.10

Tal y como puede observarse en la Figura anterior, a igualdad de potencia se predice una mayor velocidad del buque cuando las palas de la hélice son CLT que cuando son convencionales; o lo que es equivalente, hay un muy notable ahorro de potencia y por tanto de combustible, a velocidad constante.

**5.2.- Mediciones de pulsos de presión, vibraciones y ruidos a plena escala**

**5.2.1.- Descripción del Equipamiento de Medida de Ruidos y Vibraciones en el casco**

Los niveles de vibración del casco fueron medidos y registrados mediante dos procedimientos diferentes:

1. En el Local del Servo, los Niveles de Vibración y Ruidos se registraron en continuo mediante el Sistema de Adquisición Multicanal SCADAS III y por medio de un Registrador de cinta magnética TEAC RD145T.

2. Los Niveles de Vibración en el resto de la estructura y los Niveles de Ruido en las localizaciones de referencia acordadas, se llevaron a cabo mediante un Colector de Datos portátil y un Sonómetro, respectivamente.

Con anterioridad a la fase de Medida, se estableció un Protocolo de Pruebas que, previamente acordado por todos los Socios, recogía aquellas áreas que habían presentado cierta problemática desde el punto de vista de Vibraciones y Ruidos, según los resultados de las Pruebas de Mar del Buque.

Los Niveles de Ruido y de Presión Sonora dB(A) fueron medidos y registrados para diferentes condiciones de carga, en ambos casos: Hélices

Convencionales y Hélices CLT. Todas las Medidas se llevaron a cabo de acuerdo con Normativa ISO 6954:1984 e IMO A.468 XII 9.

En la Figura 5.2.1.1 se recoge la Disposición General de Puntos y Localizaciones de Medida adoptada.

### 5.2.2.- Medida de Pulsos de Presión inducidos por las Hélices CLT

La Medida de los Pulsos de Presión en el Buque a Escala Real y su posterior correlación con los valores obtenidos mediante los Ensayos en el Túnel de Cavitación del CEHIPAR, constituye una más de las innovaciones del Proyecto I&R DINN-22.

Para la Medida de los Pulsos de Presión se dispuso de un total de diecisiete (17) captadores de presión que se instalaron en el Buque de acuerdo con la disposición empleada por el CEHIPAR en los Ensayos de Placa en el Túnel de Cavitación.

Después de la aprobación por parte de la Sociedad de Clasificación, se procedió a su instalación según se describe en la Figura 5.2.2.1.

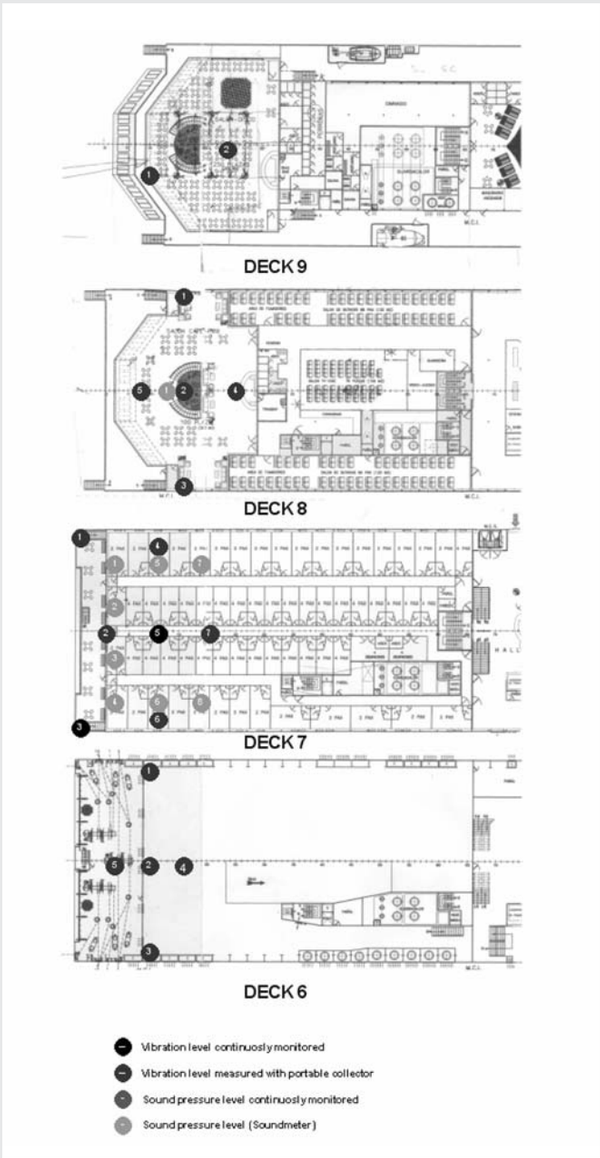



**Figura 5.2.1.1 Localización de puntos de medida**

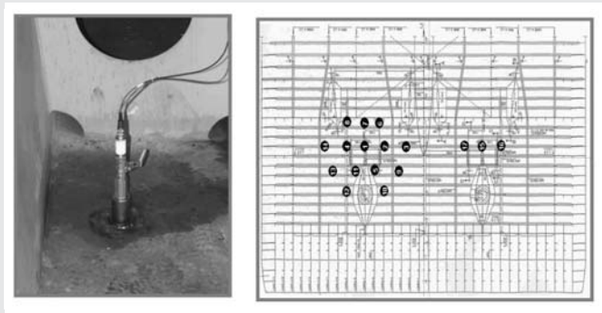


**FIG 5.2.2.1. Disposición de captadores de presión**

La Cadena de Medida empleada para estos ensayos fue la siguiente:

- Diecisiete (17) captadores de presión.
- Tres (3) Registradores TEAC RD 145T, RD 200T, y GX-1.
- Sistema de Adquisición SCADAS III.
- Acondicionadores de Señales.
- Dos (2) Tacómetros, uno en cada línea de ejes.
- Dos (2) Torsiometros, uno en cada línea de ejes.

En las Figuras 5.2.2.2 y 5.2.2.3, se recoge la disposición del Equipo de Medida y de los acelerómetros instalados en el Local del Servo.

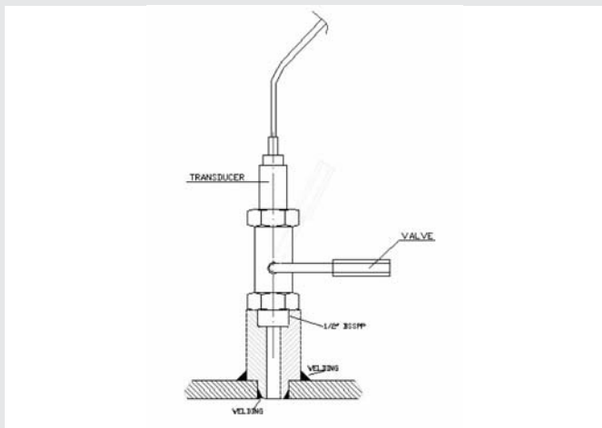



**Figura 5.2.2.2.- Plano descriptivo de montaje**

**Figura 5.2.2.3.- Cadena de medida a bordo**

### 5.2.3.- Resultados de los Niveles de Vibración y Ruidos correspondientes a las Hélices Convencionales y a las Hélices CLT

En los Protocolos de Medida se contemplaron don condiciones de funcionamiento: Modo Combinador y Modo de rpm Constantes, para los dos tipos de Hélices ensayadas: Convencionales y CLT.

Los Criterios de Evaluación de Vibraciones y Ruidos han sido los especificados por las Normativas ISO6954:1984 e IMO A.468 XII.

Los Límites establecidos por la Normativa ISO 6954:1984 son:

Bueno Nivel de vibración < 4mm/s 0-p.
Aceptable Nivel de vibración > 4mm/s 0-p y < 9mm/s 0-p.
Severo Nivel de vibración < 9mm/s 0-p.

En el caso de las Hélices Convencionales, para el modo de funcionamiento a rpm Constantes, los Niveles de Vibración obtenidos en el Local del Servo presentaban Calificación SEVERA, en tanto que para el resto de localizaciones de medida los Niveles de Vibración obtenidos presentaban Calificación ACEPTABLE de acuerdo con la Normativa ISO 6954 (1984).

Para el Modo Combinador, los Niveles de Vibración obtenidos presentaban Calificación ACEPTABLE de acuerdo con la Normativa ISO 6954 (1984).

Para el caso de las Hélices CLT, los ensayos han evidenciado que los Niveles de Vibración obtenidos en el Modo rpm Constantes para las condiciones de baja potencia, posiciones de Palanca P4, P5 y P6, en prácticamente todas las localizaciones de medida, han experimentado una reducción drástica con respecto a los valores o niveles obtenidos con las Hélices Convencionales. En este modo de funcionamiento, y para el resto de condiciones de carga, posiciones de palanca P7, P8, P9 y P10, los Niveles de Vibración se mantienen invariables para los dos tipos de Hélices: Convencional y CLT.

En las Tablas 5.2.3.1 y 5.2.3.2, se presenta un resumen de los Niveles de Vibración obtenidos en el Buque con los tipos de Hélices: Convencional y CLT, y para los Modos de Funcionamiento ensayados: Combinador y rpm Constantes.

Los Niveles de Ruidos en las diferentes localizaciones del Buque presentan un comportamiento similar al obtenido con los Niveles de Vibración. Así, y para las posiciones de palanca P4, P5 y P6, en Modo rpm Constantes, se ha obtenido una reducción significativa ( en algunos locales de hasta - 33 dB(A) al pasar de las Hélices Convencionales a las CLT.

Los resultados obtenidos en ambos casos se recogen en la Tabla 5.2.3.3.

**5.2.4.- Resultados de los pulsos de presión inducidos por las hélices CLT**

En la Figura 5.2.4.1 se han recogido la señal de presión dinámica correspondiente al Captador de Presión Nº 1, localizado justo encima de la Hélice de Br, y la señal de un pulso por vuelta del tacómetro instalado en la Línea de Br. Se incluye, asimismo, el espectro en frecuencia correspondiente.

El examen de este espectro nos permite confirmar que las dos componentes en frecuencia que condiciona o significativamente contribuyen a la amplitud total del pulso de presión son los armónicos 1x y 2x de la Frecuencia de Paso de Pala (BPF).

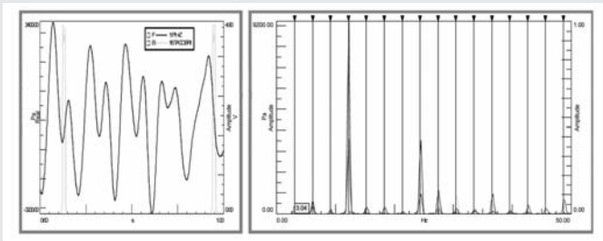


**Figura 5.2.4.1 Señal y espectro de pulso de presión. Pos. 1**

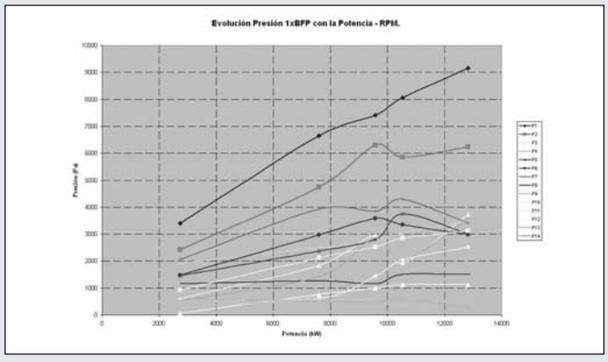



**Figura 5.2.4.2 1XBPF en función de SP**

| | | | CONSTANT RPM MODE CONVENTIONAL BLADE | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | P10 | P9 | P8 | P7 | P6 | P5 | P4 |
| | SPEED | GPS | 22.0 | 21.0 | 20.0 | 19.2 | 16.3 | 13.0 | 11.1 |
| | STARBOARD | POWER | 11191 | 11079 | 8294 | 6265 | 5027 | 2899 | 3688 |
| | | RPM | 102.4 | 102.4 | 102.5 | 102.4 | 102.5 | 102.6 | 102.6 |
| | PORTSIDE | POWER | 12005 | 11951 | 7190 | 5714 | 4211 | 2400 | 3165 |
| | | RPM | 102.4 | 102.4 | 102.4 | 102.4 | 102.4 | 102.4 | 102.5 |
| LOCATION | POINT | DIRECTION | OVERALL VIBRATION LEVEL mm/s 0-p | | | | | | |
| STEERING GEAR | 1 | V | 2.68 | 2.94 | 2.20 | 1.27 | 2.00 | 2.44 | 8.05 |
| | 2 | V | 4.77 | 2.60 | 1.90 | 1.20 | 1.50 | 2.40 | 5.07 |
| | 3 | V | 2.73 | 1.96 | 1.46 | 1.01 | 1.30 | 1.71 | 5.03 |
| | 4 | V | 2.74 | 2.90 | 1.75 | 1.05 | 1.40 | 2.21 | 6.46 |
| | 5 | V | 3.32 | 2.09 | 1.95 | 1.17 | 1.16 | 1.61 | 5.45 |
| | 6 | V | 6.49 | 4.17 | 2.96 | 1.88 | 2.94 | 5.92 | 12.33 |
| | 7 | V | 5.35 | 3.31 | 2.37 | 2.43 | 2.20 | 5.57 | 14.16 |
| | 8 | V | 6.80 | 5.00 | 2.78 | 2.36 | 1.75 | 3.95 | 12.08 |
| | 9 | V | 5.61 | 5.14 | 2.83 | 2.12 | 2.03 | 4.39 | 12.46 |
| | 10 | V | 5.42 | 4.73 | 2.90 | 1.68 | 2.40 | 4.87 | 12.13 |
| | 11 | V | 4.56 | 1.41 | 1.35 | 1.16 | 0.97 | 2.53 | 3.71 |
| | 12 | V | 3.41 | 2.32 | 1.69 | 1.32 | 2.27 | 4.02 | 8.29 |
| | 13 | V | 3.04 | 2.49 | 1.50 | 0.79 | 1.57 | 2.91 | 7.06 |
| | 14 | V | 3.94 | 3.32 | 2.42 | 1.24 | 1.92 | 3.31 | 10.27 |
| | 15 | V | 2.06 | 1.97 | 1.66 | 0.88 | 1.03 | 2.09 | 3.64 |
| DECK 3 | 1 | V | 2.34 | 1.57 | 1.27 | 0.90 | 1.08 | 1.71 | 5.01 |
| | 1 | T | 2.13 | 1.47 | 1.05 | 0.77 | 0.93 | 1.16 | 2.77 |
| | 1 | L | 1.32 | 1.01 | 0.72 | 0.40 | 0.69 | 1.32 | 3.72 |
| | 2 | V | 1.84 | 1.57 | 1.30 | 0.92 | 1.06 | 1.45 | 4.46 |
| | 3 | V | 2.29 | 1.90 | 1.99 | 1.17 | 1.29 | 1.45 | 5.16 |
| | 4 | V | 2.12 | 1.41 | 1.09 | 0.79 | 0.97 | 1.57 | 3.64 |
| | 5 | V | 3.39 | 2.02 | 1.56 | 0.98 | 1.34 | 2.70 | 5.67 |
| | 6 | V | 2.00 | 1.57 | 1.20 | 1.00 | 1.29 | 1.91 | 3.60 |
| | 7 | V | 4.10 | 3.75 | 2.06 | 2.07 | 2.32 | 3.41 | 10.54 |
| DECK 5 | 1 | V | 2.14 | 1.97 | 1.52 | 1.11 | 0.95 | 1.95 | 4.28 |
| | 1 | T | 1.30 | 1.39 | 0.87 | 0.66 | 0.76 | 0.75 | 1.47 |
| | 1 | L | 0.93 | 0.64 | 0.40 | 0.30 | 0.43 | 0.85 | 1.75 |
| | 2 | V | 2.24 | 1.49 | 1.34 | 0.79 | 1.03 | 1.66 | 4.61 |
| | 3 | V | 2.42 | 2.16 | 1.52 | 1.25 | 1.43 | 2.76 | 5.20 |
| DECK 6 | 1 | V | 1.60 | 1.59 | 1.23 | 0.88 | 0.94 | 1.60 | 3.83 |
| | 1 | T | 1.33 | 0.94 | 0.80 | 0.80 | 0.66 | 0.80 | 1.76 |
| | 1 | L | 0.94 | 0.72 | 0.55 | 0.40 | 0.43 | 0.77 | 1.88 |
| | 2 | V | 2.13 | 1.26 | 0.99 | 0.72 | 0.70 | 1.20 | 1.05 |
| | 3 | V | 2.11 | 1.58 | 1.60 | 1.19 | 0.90 | 2.18 | 4.13 |
| | 4 | V | 2.94 | 2.42 | 1.40 | 1.79 | 1.72 | 3.20 | 4.70 |
| | 5 | V | 3.19 | 2.40 | 1.67 | 1.24 | 1.34 | 3.23 | 10.71 |
| DECK 7 | 1 | V | 2.05 | 1.83 | 1.42 | 0.97 | 1.35 | 1.87 | 4.67 |
| | 1 | T | 1.09 | 2.31 | 2.11 | 1.21 | 0.90 | 1.54 | 3.68 |
| | 1 | L | 1.65 | 1.23 | 0.89 | 0.40 | 0.47 | 1.23 | 2.64 |
| | 2 | V | 2.39 | 1.35 | 0.96 | 1.01 | 1.21 | 1.37 | 2.57 |
| | 3 | V | 3.35 | 2.11 | 1.50 | 1.17 | 1.51 | 2.06 | 6.18 |
| | 4 | V | 3.52 | 2.92 | 1.71 | 1.77 | 2.67 | 4.05 | 7.64 |
| | 5 | V | 2.17 | 1.60 | 1.95 | 1.04 | 1.30 | 1.50 | 1.41 |
| | 6 | V | 3.27 | 2.43 | 1.23 | 1.08 | 1.70 | 3.50 | 5.41 |
| | 7 | V | 2.04 | 2.00 | 1.73 | 1.17 | 1.25 | 2.06 | 1.33 |
| DECK 8 | 1 | V | 1.96 | 1.46 | 1.61 | 0.76 | 1.00 | 1.70 | 3.15 |
| | 1 | T | 1.46 | 1.13 | 1.01 | 0.59 | 0.71 | 0.72 | 1.73 |
| | 1 | L | 1.13 | 0.78 | 0.74 | 0.40 | 0.37 | 0.61 | 1.46 |
| | 2 | V | 2.60 | 2.04 | 4.30 | 3.26 | 1.45 | 1.81 | 2.73 |
| | 3 | V | 2.73 | 1.47 | 1.11 | 0.99 | 0.87 | 1.91 | 3.58 |
| | 4 | V | 1.83 | 1.43 | 1.31 | 1.02 | 0.87 | 0.95 | 1.35 |
| | 5 | V | 1.64 | 1.45 | 1.14 | 0.88 | 0.74 | 1.22 | 1.99 |
| DECK 9 | 1 | V | 4.53 | 2.05 | 2.19 | 1.62 | 1.74 | 1.40 | 2.53 |
| | 1 | T | 2.24 | 1.72 | 1.20 | 0.97 | 1.44 | 1.00 | 1.51 |
| | 1 | L | 1.39 | 0.56 | 0.61 | 0.64 | 0.32 | 0.40 | 0.55 |
| | 2 | V | 1.92 | 1.39 | 2.63 | 1.95 | 1.15 | 1.57 | 2.10 |

| | | | CONSTANT RPM MODE CLT BLADE | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | P10 | P9 | P8* | P7 | P6 | P5* | P4 |
| | SPEED | GPS | | | 21.0 | 22.0 | 21.0 | 16.0 | |
| | STARBOARD | POWER | 12469 | 9203 | 2420 | 9933 | 7754 | 990 | 2202 |
| | | RPM | 102.3 | 102.3 | 102.3 | 102.3 | 102.3 | 102.3 | 102.3 |
| | PORTSIDE | Potencia | 12159 | 10527 | 12174 | 9579 | 7592 | 1700 | 2727 |
| | | RPM | 102.3 | 102.3 | 102.3 | 102.3 | 102.3 | 102.3 | 102.3 |
| LOCATION | POINT | DIRECTION | OVERALL VIBRATION LEVEL mm/s 0-p | | | | | | |
| STEERING GEAR | 1 | V | 3.83 | 1.28 | 2.07 | 2.10 | 2.21 | 1.20 | 0.29 |
| | 2 | V | 4.19 | 4.30 | 3.40 | 3.40 | 3.66 | 2.46 | 1.21 |
| | 3 | V | 3.28 | 3.00 | 2.21 | 2.73 | 1.97 | 1.69 | 1.19 |
| | 4 | V | 4.60 | 4.19 | 2.96 | 4.24 | 3.21 | 1.46 | 1.52 |
| | 5 | V | 3.40 | 3.27 | | 2.30 | 1.95 | 1.35 | 0.90 |
| | 6 | V | 6.15 | 4.67 | 4.41 | 3.46 | 3.73 | 2.11 | 1.11 |
| | 7 | V | 6.04 | 4.41 | 5.01 | 3.00 | 2.04 | 2.75 | 1.16 |
| | 8 | V | 4.40 | 4.45 | 3.47 | 4.65 | 2.91 | 1.69 | 1.00 |
| | 9 | V | 7.26 | 3.90 | 3.79 | 4.76 | 3.90 | 1.91 | 1.39 |
| | 10 | V | 6.06 | 4.23 | 3.68 | 1.86 | 2.09 | 1.83 | 0.96 |
| | 11 | V | 2.09 | 2.31 | 1.50 | 1.61 | 1.79 | 0.96 | 0.84 |
| | 12 | V | 3.19 | 2.86 | 2.50 | 2.46 | 2.57 | 1.96 | 1.02 |
| | 13 | V | 2.27 | 2.45 | 3.22 | 4.06 | 1.91 | 1.25 | 0.97 |
| | 14 | V | 4.45 | 3.67 | 2.54 | 2.46 | 3.40 | 1.99 | 1.19 |
| | 15 | V | 2.13 | 2.45 | 2.24 | 2.30 | 3.47 | 3.02 | 1.01 |
| DECK 3 | 1 | V | 2.00 | 2.72 | 2.69 | 3.79 | 2.57 | 1.34 | |
| | 1 | T | 1.79 | 1.31 | 1.23 | 1.71 | 1.02 | 0.72 | |
| | 1 | L | 1.54 | 0.94 | 0.39 | 1.14 | 0.99 | 0.53 | |
| | 2 | V | 3.41 | 3.29 | 2.74 | 3.20 | 1.70 | 1.40 | |
| | 3 | V | 3.63 | 3.48 | 3.23 | 2.91 | 3.17 | 1.61 | |
| | 4 | V | 2.80 | 2.24 | 1.44 | 2.03 | 1.98 | 1.22 | |
| | 5 | V | 2.45 | 3.70 | 3.51 | 2.67 | 2.02 | 1.39 | |
| | 6 | V | 3.96 | 3.40 | 3.70 | 2.00 | 2.17 | 1.72 | |
| | 7 | V | 4.37 | 5.23 | 4.79 | 7.00 | 5.23 | 2.92 | |
| DECK 5 | 1 | V | 3.72 | 2.10 | 2.09 | 3.13 | 3.20 | 1.54 | |
| | 1 | T | 1.60 | 1.67 | 1.63 | 1.36 | 1.13 | 0.86 | |
| | 1 | L | 0.96 | 0.95 | 0.67 | 0.83 | 0.66 | 0.32 | |
| | 2 | V | 3.11 | 2.23 | 1.91 | 2.76 | 2.29 | 1.41 | |
| | 3 | V | 4.31 | 2.52 | 2.90 | 4.49 | 3.22 | 1.69 | |
| DECK 6 | 1 | V | 2.68 | 1.80 | 1.71 | 2.27 | 1.92 | 1.35 | |
| | 1 | T | 1.52 | 1.40 | 1.56 | 1.28 | 1.16 | 0.74 | |
| | 1 | L | 0.90 | 0.73 | 0.60 | 0.85 | 0.77 | 0.37 | |
| | 2 | V | 2.51 | 2.10 | 1.90 | 3.00 | 1.53 | 1.00 | |
| | 3 | V | 2.47 | 3.37 | 3.31 | 2.54 | 2.40 | 1.64 | |
| | 4 | V | 4.17 | 5.10 | 4.05 | 5.56 | 3.73 | 2.61 | |
| | 5 | V | 4.46 | 2.36 | 2.43 | 4.03 | 3.36 | 1.76 | |
| DECK 7 | 1 | V | 2.95 | 2.01 | 2.83 | 3.11 | 3.10 | 1.54 | 1.28 |
| | 1 | T | 2.55 | 2.38 | 2.60 | 2.99 | 2.03 | 1.35 | 1.19 |
| | 1 | L | 1.43 | 1.52 | 1.28 | 1.56 | 1.23 | 0.84 | 0.95 |
| | 2 | V | 3.67 | 3.25 | 3.06 | 4.03 | 3.52 | 1.90 | 1.46 |
| | 3 | V | 3.37 | 3.94 | 3.55 | 3.17 | 3.10 | 1.97 | 1.81 |
| | 4 | V | 3.52 | 2.30 | 2.36 | 2.41 | 1.72 | 2.00 | 1.33 |
| | 5 | V | | | | | | | |
| | 6 | V | 3.13 | 2.92 | 3.35 | 3.45 | 2.40 | 2.19 | 0.86 |
| | 7 | V | 3.00 | 2.67 | 3.74 | 3.25 | 3.07 | 2.17 | 1.13 |
| DECK 8 | 1 | V | 3.00 | 2.77 | 2.19 | 2.95 | 2.01 | 1.39 | 1.90 |
| | 1 | T | 2.06 | 1.92 | 2.42 | 2.21 | 1.56 | 1.96 | 0.96 |
| | 1 | L | 1.61 | 1.39 | 1.70 | 2.19 | 2.45 | 1.04 | 1.03 |
| | 2 | V | 4.21 | 5.59 | 4.60 | 4.40 | 4.37 | 3.31 | 1.47 |
| | 3 | V | 3.29 | 5.00 | 4.72 | 2.13 | 3.13 | 1.57 | 1.63 |
| | 4 | V | 3.44 | 3.49 | 3.56 | 3.30 | 2.34 | 2.02 | 0.77 |
| | 5 | V | 4.23 | 2.61 | 3.04 | 5.12 | 3.06 | 1.64 | 0.96 |
| DECK 9 | 1 | V | 4.30 | 4.00 | 4.71 | 4.42 | 3.50 | 2.10 | 1.19 |
| | 1 | T | 2.33 | 2.20 | 2.04 | 2.06 | 1.72 | 1.97 | 1.00 |
| | 1 | L | 1.81 | 1.40 | 1.72 | 1.82 | 1.31 | 1.22 | |
| | 2 | V | 7.25 | 6.57 | 6.75 | 7.90 | 6.25 | 4.31 | 1.58 |

**Tabla 5.2.3.1 Modo RPM const.Niveles de vibración**

| | | | COMBINATOR MODE CONVENTIONAL BLADE | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | P10 | P9 | P8 | P7 | P6 | P5 | P4 |
| | SPEED (Kat) | GPS | 22.8 | 22.2 | 20.9 | 19.1 | 16.1 | 14.2 | 12.3 |
| | | Corredera | 23.5 | 22.8 | 21.9 | 19.7 | 18.0 | 16.0 | 13.5 |
| | STARBOARD | POWER | 11961 | 11512 | 9019 | 6240 | 4125 | 3222 | 2721 |
| | | RPM | 182.8 | 182.7 | 179.0 | 170.7 | 162.7 | 155.7 | 150.3 |
| | | PITCH | 89.6x-25° | 87.1x-25° | 81.4x-23° | 73.7x-20° | 65.9x-17° | 59.4x-16° | 54.8x-15° |
| | PORTSIDE | POWER | 11923 | 10094 | 8016 | 5916 | 3546 | 2001 | 2592 |
| | | RPM | 183.4 | 183.4 | 178.8 | 171.3 | 163.0 | 157.1 | 156.8 |
| | | PITCH | 89.0x-27° | 83.5x-25° | 79.0x-24° | 72.2x-22° | 62.9x-19° | 58.6x-17° | 51.4x-15° |
| LOCATION | POINT | DIRECTION | OVERALL VIBRATION LEVEL mm/s 0-p | | | | | | |
| STEERING GEAR | 1 | V | 3.50 | 2.89 | 2.06 | 1.28 | 1.06 | 0.94 | 1.20 |
| | 2 | V | 4.47 | 3.18 | 1.82 | 0.90 | 0.74 | 0.88 | 1.04 |
| | 3 | V | 3.14 | 2.23 | 1.38 | 0.86 | 0.68 | 0.96 | 0.90 |
| | 4 | V | 3.74 | 3.11 | 1.85 | 1.10 | 0.71 | 0.85 | 0.83 |
| | 5 | V | 2.79 | 2.39 | 1.58 | 1.10 | 0.72 | 0.85 | 0.66 |
| | 6 | V | 6.09 | 4.39 | 2.39 | 1.47 | 1.16 | 1.04 | 1.55 |
| | 7 | V | 5.05 | 3.99 | 2.11 | 1.50 | 1.07 | 1.16 | 1.47 |
| | 8 | V | 5.82 | 4.71 | 2.86 | 1.68 | 0.88 | 0.90 | 1.02 |
| | 9 | V | 5.43 | 4.96 | 2.56 | 1.64 | 0.91 | 0.94 | 1.02 |
| | 10 | V | 5.79 | 4.77 | 2.36 | 1.51 | 0.97 | 1.05 | 1.29 |
| | 11 | V | 2.26 | 2.29 | 1.87 | 1.13 | 0.63 | 1.09 | 1.47 |
| | 12 | V | 3.30 | 2.77 | 1.74 | 0.92 | 0.97 | 1.05 | 1.32 |
| | 13 | V | 2.86 | 2.54 | 1.83 | 1.00 | 0.83 | 0.91 | 1.07 |
| | 14 | V | 3.76 | 3.55 | 2.42 | 1.37 | 0.84 | 1.12 | 1.09 |
| | 15 | V | 2.38 | 2.32 | 1.51 | 0.87 | 0.61 | 0.71 | 0.57 |
| DECK 3 | 1 | V | 2.72 | 2.02 | 1.42 | 0.94 | 0.67 | 0.79 | 0.88 |
| | 1 | T | 1.99 | 1.90 | 1.10 | 0.79 | 0.68 | 1.05 | 0.79 |
| | 1 | L | 1.29 | 1.06 | 0.69 | 0.38 | 0.43 | 0.43 | 0.56 |
| | 2 | V | 2.39 | 1.97 | 1.62 | 0.80 | 0.54 | 0.69 | 0.77 |
| | 3 | V | 2.82 | 2.38 | 1.77 | 1.10 | 0.73 | 0.76 | 0.59 |
| | 4 | V | 2.09 | 1.79 | 1.19 | 0.78 | 0.58 | 0.82 | 0.73 |
| | 5 | V | 2.89 | 2.37 | 1.51 | 0.92 | 0.80 | 0.94 | 1.07 |
| | 6 | V | 2.32 | 2.27 | 1.67 | 0.90 | 0.62 | 0.76 | 0.49 |
| | 7 | V | 4.25 | 3.92 | 2.80 | 1.57 | 1.10 | 0.95 | 1.40 |
| DECK 5 | 1 | V | 2.88 | 2.39 | 1.56 | 0.80 | 0.61 | 0.84 | 0.69 |
| | 1 | T | 1.30 | 1.17 | 0.93 | 0.84 | 0.57 | 0.83 | 0.72 |
| | 1 | L | 0.76 | 0.68 | 0.48 | 0.29 | 0.25 | 0.22 | 0.24 |
| | 2 | V | 2.31 | 1.81 | 1.25 | 0.70 | 0.64 | 0.82 | 0.71 |
| | 3 | V | 2.57 | 2.28 | 1.34 | 1.02 | 2.35 | 1.47 | 1.48 |
| DECK 6 | 1 | V | 2.25 | 1.80 | 1.25 | 0.75 | 0.60 | 0.69 | 0.75 |
| | 1 | T | 1.31 | 1.28 | 0.86 | 0.74 | 0.62 | 0.89 | 0.72 |
| | 1 | L | 0.87 | 0.71 | 0.46 | 0.34 | 0.36 | 0.37 | 0.32 |
| | 2 | V | 1.93 | 1.58 | 1.22 | 0.72 | 0.56 | 0.63 | 0.57 |
| | 3 | V | 2.71 | 2.22 | 1.45 | 0.83 | 0.64 | 0.70 | 0.51 |
| | 4 | V | 2.89 | 2.47 | 1.82 | 1.22 | 1.66 | 1.27 | 1.12 |
| | 5 | V | 3.78 | 3.11 | 1.83 | 0.88 | 0.79 | 0.92 | 0.80 |
| DECK 7 | 1 | V | 2.78 | 2.23 | 1.35 | 1.05 | 0.86 | 1.28 | 1.01 |
| | 1 | T | 2.56 | 1.63 | 1.15 | 1.03 | 0.96 | 1.37 | 1.00 |
| | 1 | L | 1.69 | 0.95 | 0.58 | 0.47 | 0.54 | 0.51 | 0.36 |
| | 2 | V | 2.26 | 2.05 | 1.11 | 0.76 | 0.70 | 0.87 | 0.77 |
| | 3 | V | 3.13 | 2.54 | 1.70 | 1.05 | 0.82 | 0.88 | 0.75 |
| | 4 | V | 3.67 | 3.11 | 1.81 | 1.01 | 1.09 | 0.99 | 1.44 |
| | 5 | V | 2.10 | 2.31 | 1.80 | 0.93 | 0.73 | 0.88 | 0.69 |
| | 6 | V | 3.09 | 2.88 | 1.82 | 1.00 | 0.78 | 0.80 | 0.74 |
| | 7 | V | 2.18 | 2.18 | 1.46 | 0.96 | 1.07 | 2.21 | 1.63 |
| DECK 8 | 1 | V | 2.05 | 1.85 | 1.50 | 0.72 | 0.64 | 0.79 | 0.83 |
| | 1 | T | 1.52 | 1.44 | 1.08 | 1.03 | 1.83 | 1.08 | 0.71 |
| | 1 | L | 0.88 | 0.74 | 0.55 | 0.44 | 0.41 | 0.44 | 0.35 |
| | 2 | V | 4.80 | 4.16 | 3.94 | 1.79 | 1.22 | 1.49 | 1.16 |
| | 3 | V | 2.48 | 2.10 | 1.28 | 0.86 | 0.58 | 0.75 | 0.49 |
| | 4 | V | 1.48 | 1.37 | 1.17 | 0.68 | 0.57 | 1.42 | 0.74 |
| | 5 | V | 2.03 | 1.55 | 1.30 | 0.86 | 0.63 | 0.76 | 0.61 |
| DECK 9 | 1 | V | 2.83 | 3.49 | 2.42 | 1.41 | 1.00 | 1.25 | 0.93 |
| | 1 | T | 1.64 | 1.55 | 2.17 | 0.94 | 0.96 | 1.59 | 1.17 |
| | 1 | L | 0.99 | 0.66 | 0.46 | 0.39 | 0.31 | 0.33 | 0.26 |
| | 2 | V | 2.47 | 2.58 | 2.46 | 1.08 | 0.90 | 1.37 | 1.03 |

| | | | COMBINATOR MODE CLT BLADE | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | P10 | P9 | P8* | P4 |
| | SPEED (Kat) | GPS | | | | |
| | | Corredera | | | | |
| | STARBOARD | POWER | 11947 | 9151 | 9243 | 1483 |
| | | RPM | 183.3 | 183.3 | 180.0 | 151.0 |
| | | PITCH | | | | |
| | PORTSIDE | POWER | 12356 | 9829 | 4061 | 2020 |
| | | RPM | 183.3 | 183.3 | 183.5 | 152.9 |
| | | PITCH | | | | |
| LOCATION | POINT | DIRECTION | OVERALL VIBRATION LEVEL mm/s 0-p | | | |
| STEERING GEAR | 1 | V | 3.75 | 3.07 | 5.31 | 0.20 |
| | 2 | V | 4.93 | 3.75 | 4.34 | 0.64 |
| | 3 | V | 3.74 | 2.59 | 5.14 | 0.63 |
| | 4 | V | 4.71 | 3.51 | 7.10 | 0.73 |
| | 5 | V | 3.41 | 2.66 | 5.29 | 0.63 |
| | 6 | V | 6.11 | 4.55 | 4.91 | 0.77 |
| | 7 | V | 6.80 | 4.61 | 4.59 | 0.95 |
| | 8 | V | 5.09 | 4.03 | 6.11 | 0.96 |
| | 9 | V | 5.19 | 3.65 | 8.01 | 0.77 |
| | 10 | V | 5.56 | 3.71 | 6.85 | 0.69 |
| | 11 | V | 2.01 | 2.02 | 4.13 | 0.78 |
| | 12 | V | 3.10 | 2.86 | 4.99 | 0.89 |
| | 13 | V | 3.79 | 2.94 | 6.33 | 0.69 |
| | 14 | V | 4.58 | 4.10 | 5.65 | 0.68 |
| | 15 | V | 2.95 | 2.22 | 5.06 | 0.65 |
| DECK 3 | 1 | V | 4.21 | 4.07 | | |
| | 1 | T | 2.64 | 2.42 | | |
| | 1 | L | 1.38 | 1.13 | | |
| | 2 | V | 4.61 | 3.46 | | |
| | 3 | V | 4.97 | 2.69 | | |
| | 4 | V | 3.68 | 3.29 | | |
| | 5 | V | 4.42 | 3.20 | | |
| | 6 | V | 4.16 | 2.53 | | |
| | 7 | V | 6.56 | 5.60 | | |
| DECK 5 | 1 | V | 4.66 | 3.87 | | |
| | 1 | T | 2.31 | 2.12 | | |
| | 1 | L | 1.03 | 0.86 | | |
| | 2 | V | 3.84 | 3.35 | | |
| | 3 | V | 4.50 | 3.83 | | |
| DECK 6 | 1 | V | 3.22 | 2.58 | | |
| | 1 | T | 2.31 | 1.85 | | |
| | 1 | L | 1.23 | 1.28 | | |
| | 2 | V | 3.35 | 3.42 | | |
| | 3 | V | 3.70 | 3.26 | | |
| | 4 | V | 6.08 | 5.99 | | |
| | 5 | V | 4.71 | 4.22 | | |
| DECK 7 | 1 | V | 3.56 | 3.29 | 6.10 | 0.71 |
| | 1 | T | 3.15 | 2.31 | 4.22 | 1.30 |
| | 1 | L | 1.48 | 1.54 | 3.91 | 1.28 |
| | 2 | V | | 5.20 | 8.73 | 0.67 |
| | 3 | V | 0.86 | | | 0.86 |
| | 4 | V | 0.65 | | 7.80 | 0.65 |
| | 5 | V | 2.96 | | | |
| | 6 | V | 7.51 | | 7.51 | 1.04 |
| | 7 | V | 8.98 | | | 0.72 |
| DECK 8 | 1 | V | 4.73 | 4.62 | 8.04 | |
| | 1 | T | 1.64 | 1.73 | 2.22 | |
| | 1 | L | 1.24 | 1.26 | 2.67 | |
| | 2 | V | 4.33 | 5.05 | 9.76 | |
| | 3 | V | 4.07 | 4.31 | 7.99 | |
| | 4 | V | 4.20 | 3.50 | 6.24 | |
| | 5 | V | 4.72 | 3.60 | 11.46 | |
| DECK 9 | 1 | V | 6.39 | 5.10 | 5.73 | |
| | 1 | T | 2.13 | 1.65 | 4.76 | |
| | 1 | L | 1.71 | 0.89 | 1.82 | |
| | 2 | V | 9.33 | 6.99 | 8.84 | |

**Tabla 5.2.3.2 Modo combinador. Niveles de vibración**

| | | | CONSTANT RPM MODE CONVENTIONAL BLADE | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | P10 | P9 | P8 | P7 | P6 | P5 | P4 |
| | SPEED | GPS | 22.0 | 21.0 | 20.0 | 19.2 | 16.2 | 12.8 | 11.1 |
| | STARBOARD | POWER | 11841 | 11079 | 8204 | 6265 | 5027 | 3849 | 3488 |
| | | RPM | 183.4 | 183.4 | 183.5 | 183.4 | 183.5 | 183.6 | 183.6 |
| | | PITCH | - | 86.8x-24° | 79.1x-22° | 67.7x-18° | 59.8x-16° | 48.4x-13° | 40.6x-11° |
| | PORTSIDE | POWER | 12005 | 9951 | 7190 | 5714 | 4281 | 2492 | 2165 |
| | | RPM | 183.4 | 183.4 | 183.4 | 183.4 | 183.4 | 183.4 | 183.5 |
| | | PITCH | - | 81.8x-25° | 75.6x-23° | 64.8x-20° | 57.3x-17° | 47.4x-14° | 37.8x-12° |
| LOCATION | POINT | IMO A.468 | SOUND PRESSURE LEVEL dB(A) | | | | | | |
| STEERING GEAR | 1 | 110 | 108 | 104 | 101 | 100 | 106 | 102 | 106 |
| | 2 | 110 | 108 | 105 | 102 | 100 | 105 | 101 | 107 |
| | 3 | 110 | 107 | 105 | 102 | 100 | 106 | 100 | 106 |
| DECK 7 | 1 | 60 | 64 | 61 | 60 | 59 | 63 | 64 | 70 |
| | 2 | 60 | 60 | 57 | 54 | 53 | 56 | 58 | 69 |
| | 3 | 60 | 59 | 58 | 55 | 54 | 57 | 59 | 69 |
| | 4 | 60 | 63 | 62 | 59 | 58 | 61 | 65 | 71 |
| | 5 | 60 | 60 | 58 | 55 | 57 | 59 | 61 | 68 |
| | 6 | 60 | 61 | 61 | 59 | 54 | 60 | 66 | 71 |
| | 7 | 60 | 59 | 56 | 52 | 54 | 57 | 59 | 69 |
| | 8 | 60 | 59 | 56 | 54 | 53 | 58 | 63 | 66 |
| DECK 8 | 1 | 65 | 60 | 58 | 58 | 56 | 57 | 62 | 66 |

| | | | CONSTANT RPM MODE CLT BLADE | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | P10 | P9 | P8* | P7 | P6 | P5* | P4 |
| | SPEED | GPS | | | 21.0 | 22.0 | 21.0 | 14.0 | |
| | STARBOARD | POWER | 12669 | 9303 | 3428 | 9933 | 7754 | 990 | 2202 |
| | | RPM | 183.3 | 183.3 | 183.3 | 183.3 | 183.3 | 183.3 | 183.3 |
| | | PITCH | | | | | | | |
| | PORTSIDE | POWER | 12019 | 10527 | 12174 | 9579 | 7592 | 4700 | 2727 |
| | | RPM | 183.3 | 183.3 | 183.3 | 183.3 | 183.3 | 183.3 | 183.3 |
| | | PITCH | | | | | | | |
| LOCATION | POINT | IMO A.468 | NIVEL DE RUIDO dB(A) | | | | | | |
| STEERING GEAR | 1 | 110 | 108 | 103 | 103 | 103 | 101 | 102 | 94 |
| | 2 | 110 | 108 | 104 | 103 | 104 | 102 | 103 | 95 |
| | 3 | 110 | 107 | 102 | 100 | 103 | 101 | 103 | 93 |
| DECK 7 | 1 | 60 | 63 | 61 | 61 | 62 | 62 | 56 | 52 |
| | 2 | 60 | 56 | 54 | 55 | 58 | 58 | 52 | 51 |
| | 3 | 60 | 60 | 57 | 54 | 58 | 59 | 52 | 48 |
| | 4 | 60 | 61 | 59 | 58 | 63 | 62 | 56 | 48 |
| | 5 | 60 | 60 | 57 | 57 | 59 | 59 | 53 | 48 |
| | 6 | 60 | 60 | 58 | 54 | 60 | 59 | 55 | 51 |
| | 7 | 60 | 57 | 56 | 56 | 56 | 56 | 51 | 49 |
| | 8 | 60 | 56 | 56 | 53 | 57 | 56 | 53 | 47 |
| DECK 8 | 1 | 65 | 61 | 60 | 60 | 61 | 60 | | |

| | | | COMBINATOR MODE CONVENTIONAL BLADE | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | P10 | P9 | P8 | P7 | P6 | P5 | P4 |
| | SPEED | GPS | 22.8 | 22.2 | 20.9 | 19.1 | 16.1 | 14.2 | 12.3 |
| | STARBOARD | POWER | 11961 | 11512 | 9019 | 6240 | 4125 | 3222 | 2721 |
| | | RPM | 182.8 | 182.7 | 179.0 | 170.7 | 162.7 | 155.7 | 150.3 |
| | | PITCH | 89.6x-25° | 87.1x-25° | 81.4x-23° | 73.7x-20° | 65.9x-17° | 59.4x-16° | 54.8x-15° |
| | PORTSIDE | POWER | 11923 | 10094 | 8016 | 5916 | 3546 | 2001 | 2592 |
| | | RPM | 183.4 | 183.4 | 178.8 | 171.3 | 163.0 | 157.1 | 156.8 |
| | | PITCH | 89.0x-27° | 83.5x-25° | 79.0x-24° | 72.2x-22° | 62.9x-19° | 58.6x-17° | 51.4x-15° |
| LOCATION | POINT | IMO A.468 | SOUND PRESSURE LEVEL dB(A) | | | | | | |
| STEERING GEAR | 1 | 110 | 106 | 104 | 102 | 98 | 100 | 93 | 95 |
| | 2 | 110 | 106 | 105 | 102 | 98 | 99 | 92 | 94 |
| | 3 | 110 | 105 | 104 | 101 | 97 | 99 | 91 | 94 |
| DECK 7 | 1 | 60 | 66 | 62 | 60 | 56 | 55 | 54 | 58 |
| | 2 | 60 | 60 | 57 | 53 | 50 | 50 | 49 | 51 |
| | 3 | 60 | 60 | 58 | 54 | 52 | 50 | 49 | 49 |
| | 4 | 60 | 63 | 63 | 59 | 55 | 54 | 53 | 55 |
| | 5 | 60 | 62 | 58 | 55 | 52 | 53 | 52 | 55 |
| | 6 | 60 | 63 | 60 | 58 | 58 | 53 | 52 | 54 |
| | 7 | 60 | 59 | 56 | 54 | 51 | 51 | 51 | 52 |
| | 8 | 60 | 59 | 58 | 55 | 51 | 51 | 51 | 53 |
| DECK 8 | 1 | 65 | 60 | 59 | 58 | 59 | 55 | 55 | 56 |

| | | | COMBINATOR MODE CLT BLADE | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | P10 | P9 | P8 | P7 | P6 | P5 | P4 |
| | SPEED | GPS | | | | | | | |
| | STARBOARD | POWER | 11947 | 9151 | 9243 | | | | 1483 |
| | | RPM | 183.3 | 183.3 | 180.0 | | | | 151.0 |
| | | PITCH | | | | | | | |
| | PORTSIDE | POWER | 12356 | 9829 | 4061 | | | | 2020 |
| | | RPM | 183.3 | 183.3 | 183.5 | | | | 152.9 |
| | | PITCH | | | | | | | |
| LOCATION | POINT | IMO A.468 | SOUND PRESSURE LEVEL dB(A) | | | | | | |
| STEERING GEAR | 1 | 110 | 105 | 102 | 92 | | | | 85 |
| | 2 | 110 | 107 | 105 | 92 | | | | 88 |
| | 3 | 110 | 105 | 104 | 94 | | | | 88 |
| DECK 7 | 1 | 60 | | | 59 | | | | 51 |
| | 2 | 60 | 58 | 58 | 55 | | | | 43 |
| | 3 | 60 | 60 | 60 | 58 | | | | 43 |
| | 4 | 60 | | | 60 | | | | 51 |
| | 5 | 60 | | | 55 | | | | 45 |
| | 6 | 60 | | | 56 | | | | 46 |
| | 7 | 60 | | | 54 | | | | 48 |
| | 8 | 60 | | | 53 | | | | 49 |
| DECK 8 | 1 | 65 | 63 | 60 | 64 | | | | |

**Tabla 5.2.3.3 Niveles de ruido. H. convencional/H. CLT.**

En las Figuras 5.2.4.2 y 5.2.4.3, se han representado las componentes 1XBPF (Frecuencia de Pala de Paso) y 2XBPF, en los catorce (14) captadores de presión, localizados en la Hélice de Br, para las distintas condiciones de potencia ensayadas.

La integración de los Pulsos de Presión se efectuó teniendo en cuanta Amplitud /Fase de cada captador a las diferentes frecuencia. A tal fin en la Tabla 6.4.1 se recogen las Amplitudes y Fases para los cuatro armónicos más representativos 1x, 2x, 3x y 4x BPF, obtenidas en los diecisiete (17) captadores de presión instalados, en la condición de Modo rpm Constantes.

Este procesamiento se realizó para los Modos rpm Constantes y Modo Combinador.

En la Figura 6.4.4 se presenta el Área de Integración correspondiente a la Hélice de Br. Cómo se puede deducir el área se ha distribuido en triángulos centrados en cada captador de presión. La Fuerza Resultante de los Pulsos de Presión se ha obtenido haciendo la integración en cada triangulo y combinando todas ellas en Amplitud y Fase.

En la Figura 6.4.5 se presenta, en función de la Potencia, la evolución de los cuatro primeros armónicos correspondientes a las frecuencias 1x, 2x, 3x y 4x BPF de Paso de Pala de la Fuerza Resultante inducida en la Popa del Buque por los Pulsos de Presión debidos a la Hélice de Br.

En la Figura 6.4.6 se presenta de forma animada el campo de presiones correspondiente a la componente 1XBPF de la Fuerza resultante de los Pulsos de Presión. Puede apreciarse, por la misma, que los valores más altos corresponden al centro del área de integración apreciándose que los puntos de la línea de crujía "se mueve" en fase afectados por la presencia de la Hélice de Er, en tanto que los puntos del costado "se mueven" en oposición de fase.

En las Figuras 6.4.7 y 6.4.8 y en forma de mapa de colores se presentan la distribución de las componentes 1XBPF y 2XBPF de la Resultante de los Pulsos de Presión, para la condición de carga correspondiente a la posición de palanca P9.

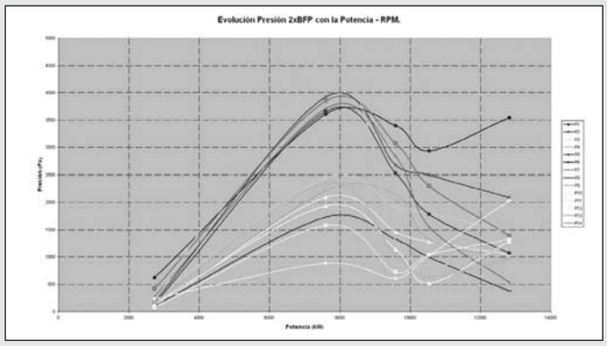



**Figura 5.2.4.3 2XBPF en función de SP**

La integración de los Pulsos de Presión se efectuó teniendo en cuanta Amplitud /Fase de cada captador a las diferentes frecuencia. A tal fin en la Tabla 5.2.4.1 se recogen las Amplitudes y Fases para los cuatro armónicos más representativos 1x, 2x, 3x y 4x BPF, obtenidas en los diecisiete (17) captadores de presión instalados, en la condición de Modo rpm Constantes.

Este procesamiento se realizó para los Modos rpm Constantes y Modo Combinador.

En la Figura 5.2.4.4 se presenta el Área de Integración correspondiente a la Hélice de Br. Como se puede deducir el área se ha distribuido en triángulos centrados en cada captador de presión.

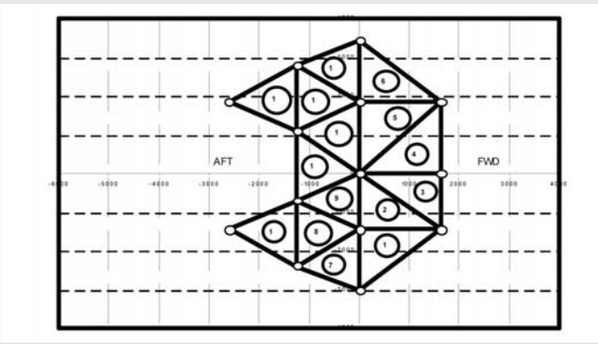



**Figura 5.2.4.4 Área de integración**

La Fuerza Resultante de los Pulsos de Presión se ha obtenido haciendo la integración en cada triangulo y combinando todas ellas en Amplitud y Fase.

En la Figura 5.2.4.5 se presenta, en función de la Potencia, la evolución de los cuatro primeros armónicos correspondientes a la frecuencia 1x, 2x, 3x y 4x BPF de Paso de Pala de la Fuerza Resultante inducida en la Popa del Buque por los Pulsos de Presión debidos a la Hélice de Br.

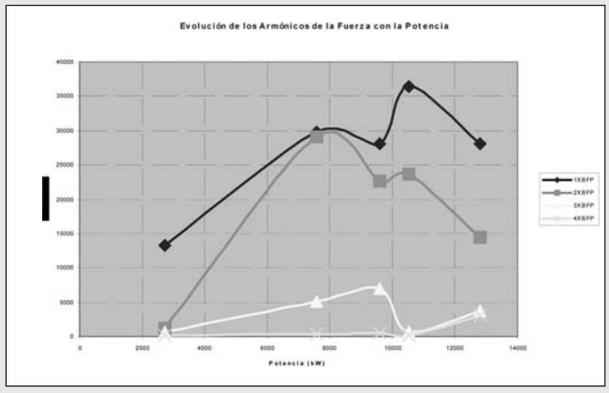



**Figura 5.2.4.5 Armónicos de fuerza resultante**

En la Figura 5.2.4.6 se presenta de forma animada el campo de presiones correspondiente a la componente 1XBPF de la Fuerza resultante de los Pulsos de Presión. Puede apreciarse, por la misma, que los valores más altos corresponden al centro del área de integración apreciándose que los puntos de la línea de crujía "se mueve" en fase afectados por la presencia de la Hélice de Er, en tanto que los puntos del costado "se mueven" en oposición de fase.

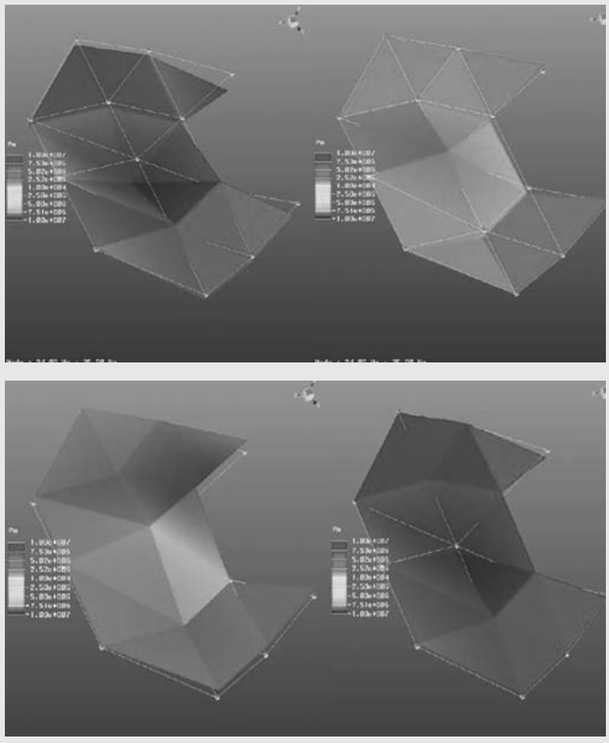


**Figura 5.2.4.6 Campo de presiones a 1XBPF**

En las Figuras 5.2.4.7 y 5.2.4.8 y en forma de mapa de colores se presentan la distribución de las componentes 1XBPF y 2XBPF de la Resultante de los Pulsos de Presión, para la condición de carga correspondiente a la posición de palanca P9.

ART. TEC. 75 ANIV. PAG. 79-114 21/6/06 15:49 Página 32

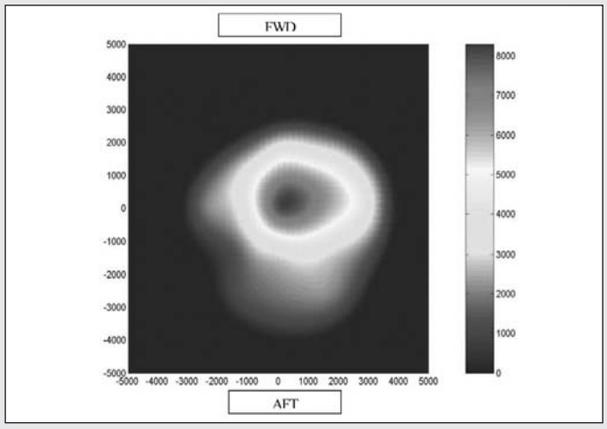



Figura 5.2.4.7 Pulsos de presión al 1XBPF

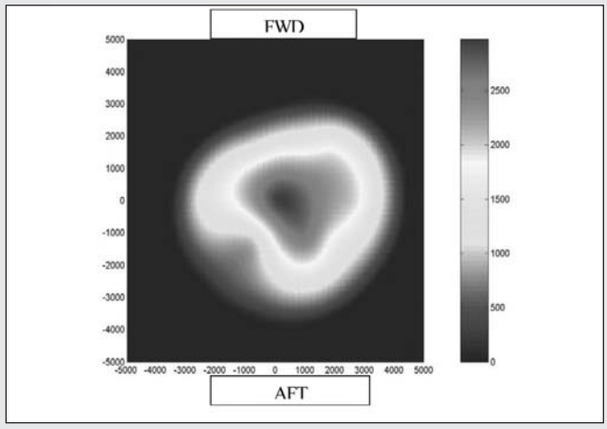



Figura 5.2.4.8 Pulsos de presión al 2XBPF

| | | | PRESSURE PULSES-CONSTANT RPM MODE | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | P10 | | P9" | | P7 | | P6 | | P4" | |
| | SPEED | GPS | | | | | 23 | | 21 | | | |
| | STARBOARD | POWER | 12669 | | 9303 | | 9933 | | 7754 | | 2202 | |
| | | RPM | 183 | | 183 | | 183 | | 183 | | 183 | |
| | PORTSIDE | POWER | 12819 | | 10537 | | 9579 | | 7593 | | 2727 | |
| | | RPM | 183.3 | | 183.3 | | 183.3 | | 183.3 | | 183.3 | |
| LOCATION | HARMONIC | | Amp. (Pa) | Phase (°) | Amp. (Pa) | Phase (°) | Amp. (Pa) | Phase (°) | Amp. (Pa) | Phase (°) | Amp. (Pa) | Phase (°) |
| P1 | 1XBFP | | 9155.33 | 76.26 | 8067.04 | -173.56 | 7420.36 | 85.74 | 6656.44 | 97.26 | 3404.92 | -138.79 |
| | 2XBFP | | 3540.88 | -118.07 | 2932.72 | 114.55 | 3394.33 | -83.46 | 3609.19 | -86.54 | 619.66 | -163.88 |
| | 3XBFP | | 135.25 | -52.57 | 114.26 | 47.97 | 501.66 | 35.62 | 223.56 | 123.08 | 90.26 | -165.09 |
| | 4XBFP | | 35.48 | -157.49 | 39.59 | -4.45 | 38.40 | 82.29 | 20.12 | 98.15 | 25.46 | -99.78 |
| P2 | 1XBFP | | 6234.95 | -27.61 | 5849.47 | 94.66 | 6308.95 | -14.21 | 4743.07 | 5.80 | 2424.79 | 128.37 |
| | 2XBFP | | 1385.16 | -137.14 | 2301.84 | 35.58 | 3068.55 | -170.65 | 3847.30 | -152.64 | 415.25 | -8.17 |
| | 3XBFP | | 736.81 | -119.31 | 201.78 | 106.63 | 739.00 | 108.77 | 1317.90 | -169.24 | 48.36 | 97.43 |
| | 4XBFP | | 201.61 | 112.48 | 15.42 | 13.46 | 118.51 | 14.35 | 80.45 | 106.72 | 2.65 | -17.51 |
| P3 | 1XBFP | | 3732.23 | -110.78 | 1939.12 | 13.24 | 2950.73 | -95.46 | 1845.15 | -87.87 | 617.43 | 34.46 |
| | 2XBFP | | 1042.94 | -117.77 | 1274.95 | 36.45 | 1458.15 | -132.51 | 2094.10 | -106.12 | 83.93 | 158.27 |
| | 3XBFP | | 677.42 | 174.18 | 140.93 | 130.01 | 836.71 | 79.48 | 1239.21 | -173.95 | 35.49 | 153.62 |
| | 4XBFP | | 517.60 | 137.85 | 21.03 | -4.78 | 144.99 | 56.83 | 213.36 | 135.83 | 17.12 | 3.42 |
| P4 | 1XBFP | | 3487.22 | 151.50 | 3031.47 | -102.27 | 2698.25 | 161.00 | 2505.10 | 166.65 | 1923.09 | -57.34 |
| | 2XBFP | | 1455.09 | 126.59 | 1806.26 | 37.45 | 1913.15 | 172.24 | 2456.17 | 175.62 | 240.94 | 57.67 |
| | 3XBFP | | 468.78 | -108.65 | 66.93 | -80.94 | 478.25 | 26.82 | 357.10 | 23.96 | 30.68 | 125.10 |
| | 4XBFP | | 96.77 | 144.72 | 19.84 | -113.93 | 83.83 | -103.26 | 62.49 | -39.07 | 9.36 | -102.73 |
| P5 | 1XBFP | | 3025.94 | -20.36 | 3741.71 | 117.96 | 2800.74 | 6.17 | 2371.02 | 33.01 | 1456.52 | 166.90 |
| | 2XBFP | | 2083.98 | -154.96 | 2495.53 | 37.96 | 2673.84 | -150.30 | 3918.02 | -130.11 | 172.54 | 82.32 |
| | 3XBFP | | 1780.51 | -167.82 | 149.54 | 157.11 | 529.96 | 89.68 | 841.06 | -173.35 | 38.72 | -133.23 |
| | 4XBFP | | 912.49 | 26.12 | 13.62 | -23.62 | 47.58 | -24.95 | 92.80 | 30.84 | 13.87 | -152.76 |
| P6 | 1XBFP | | 2982.42 | -13.10 | 3346.15 | 110.21 | 3578.91 | 0.25 | 2965.62 | 22.24 | 1474.08 | 139.08 |
| | 2XBFP | | 1064.09 | -127.15 | 1780.46 | 30.55 | 2528.61 | -157.99 | 3655.09 | -136.91 | 140.76 | 134.07 |
| | 3XBFP | | 389.81 | -152.00 | 124.96 | 92.00 | 290.45 | 84.52 | 897.32 | 174.10 | 30.34 | 144.26 |
| | 4XBFP | | 534.27 | 4.38 | 9.03 | -30.69 | 50.21 | 28.20 | 120.62 | 89.29 | 8.25 | 56.25 |
| P7 | 1XBFP | | 3411.04 | 79.88 | 4295.19 | -175.86 | 3851.34 | 81.55 | 3929.36 | 94.16 | 2056.11 | -138.72 |
| | 2XBFP | | 535.33 | -133.80 | 1548.37 | 11.97 | 2832.12 | -172.63 | 3704.63 | -163.31 | 267.04 | 177.73 |
| | 3XBFP | | 88.54 | -143.08 | 91.51 | -92.26 | 209.24 | 5.74 | 400.03 | 142.10 | 51.36 | -132.31 |
| | 4XBFP | | 397.13 | -132.70 | 7.87 | 84.25 | 48.16 | 91.88 | 67.86 | 11.92 | 16.13 | -71.58 |
| P8 | 1XBFP | | 1509.21 | 143.51 | 1513.23 | -108.85 | 1158.54 | 151.23 | 1267.86 | 151.86 | 1162.76 | -60.76 |
| | 2XBFP | | 373.65 | 129.02 | 990.64 | 29.64 | 1322.22 | 163.93 | 1732.19 | 178.19 | 99.48 | 124.18 |
| | 3XBFP | | 444.87 | -21.28 | 79.34 | 18.18 | 291.19 | 5.76 | 283.65 | 71.49 | 44.47 | -130.27 |
| | 4XBFP | | 76.51 | 142.72 | 2.76 | -0.42 | 58.72 | -113.06 | 41.79 | -24.21 | 9.12 | -104.77 |
| P9 | 1XBFP | | 3576.78 | -88.46 | 1994.44 | 57.67 | 2850.57 | -77.98 | 1434.14 | -65.31 | 514.18 | 103.84 |
| | 2XBFP | | 949.43 | -136.17 | 1317.52 | 34.11 | 2150.72 | 171.66 | 2210.21 | 179.14 | 81.67 | -41.25 |
| | 3XBFP | | 957.10 | -177.68 | 188.57 | 101.96 | 729.17 | 62.97 | 637.06 | 176.65 | 57.75 | -140.02 |
| | 4XBFP | | 685.50 | 19.77 | 33.69 | 32.81 | 47.80 | -37.27 | 39.61 | -67.00 | 12.89 | -108.15 |
| P10 | 1XBFP | | 2521.30 | -76.31 | 2033.87 | 90.37 | 1437.99 | -56.20 | 621.04 | -18.60 | 598.35 | 151.92 |
| | 2XBFP | | 2033.29 | 76.70 | 1031.38 | -35.55 | 606.86 | 104.67 | 882.75 | 127.84 | 233.93 | -69.24 |
| | 3XBFP | | 372.07 | 3.62 | 88.92 | 71.83 | 341.98 | 34.88 | 345.08 | 150.16 | 13.80 | -173.34 |
| | 4XBFP | | 39.87 | -115.42 | 26.32 | 63.80 | 58.91 | -90.69 | 58.88 | -33.76 | 10.18 | -179.69 |
| P11 | 1XBFP | | 3121.52 | 98.27 | 2852.58 | -167.59 | 2527.12 | 97.55 | 2122.62 | 107.25 | 931.76 | -93.04 |
| | 2XBFP | | 1319.78 | 107.64 | 1039.07 | 106.63 | 719.33 | -7.11 | 1574.35 | 139.96 | 74.71 | -163.27 |
| | 3XBFP | | 563.86 | 15.06 | 266.27 | -49.96 | 521.48 | 109.81 | 256.36 | -17.06 | 72.87 | 169.44 |
| | 4XBFP | | 559.69 | 8.71 | 15.71 | -73.66 | 87.81 | -78.99 | 60.14 | -44.67 | 20.75 | 172.18 |
| P12 | 1XBFP | | 1120.44 | 87.21 | 1121.99 | 129.15 | 1001.76 | 67.38 | 769.54 | 67.17 | 64.01 | -174.56 |
| | 2XBFP | | 1285.57 | 65.34 | 520.90 | 134.53 | 1136.85 | 3.54 | 1937.83 | 84.44 | 143.88 | -40.87 |
| | 3XBFP | | 495.59 | -37.92 | 128.32 | 106.68 | 411.84 | 110.12 | 415.35 | -59.56 | 5.28 | -38.13 |
| | 4XBFP | | 479.08 | 80.61 | 7.89 | -135.20 | 83.84 | -72.30 | 47.85 | 154.16 | 3.83 | 152.15 |
| P13 | 1XBFP | | 643.97 | 88.93 | 359.41 | 110.32 | 476.35 | 67.23 | 555.74 | 57.91 | 288.86 | 21.04 |
| | 2XBFP | | 1199.36 | 58.92 | 816.14 | 26.54 | 1209.65 | 50.41 | 4605.87 | 52.57 | 186.71 | 90.52 |
| | 3XBFP | | 472.40 | 28.92 | 47.41 | -80.65 | 482.70 | 57.30 | 435.93 | -59.40 | 42.34 | 102.79 |
| | 4XBFP | | 780.47 | -35.80 | 28.99 | -3.88 | 78.29 | 18.01 | 52.42 | 140.47 | 42.08 | 37.84 |
| P14 | 1XBFP | | 262.05 | -7.54 | 577.83 | 27.24 | 469.96 | -32.36 | 511.76 | -4.12 | 613.31 | 32.23 |
| | 2XBFP | | 953.07 | 60.06 | 634.76 | 35.75 | 1037.74 | 117.06 | 2356.29 | 109.91 | 171.05 | 106.05 |
| | 3XBFP | | 390.46 | 14.02 | 56.50 | 157.23 | 361.93 | 12.49 | 445.13 | -4.69 | 28.24 | 116.93 |
| | 4XBFP | | 291.56 | 127.38 | 14.86 | -138.52 | 62.98 | -145.44 | 31.10 | -132.47 | 7.42 | -111.16 |
| P15 | 1XBFP | | 6427.56 | -36.76 | 5869.61 | 64.25 | 7790.21 | 52.16 | 7538.26 | -95.54 | 3771.33 | 104.25 |
| | 2XBFP | | 1664.48 | 157.73 | 3978.22 | -168.99 | 4728.96 | -133.64 | 5374.04 | -69.67 | 840.56 | -56.99 |
| | 3XBFP | | 174.42 | 101.79 | 421.12 | 76.86 | 131.92 | -0.50 | 721.37 | 109.98 | 85.95 | 36.06 |
| | 4XBFP | | 70.69 | 9.27 | 28.48 | 141.97 | 87.35 | 153.13 | 239.84 | 2.13 | 20.74 | 133.69 |
| P16 | 1XBFP | | 2473.92 | 105.92 | 4010.21 | 164.24 | 3780.97 | 151.53 | 2483.56 | 11.11 | 1645.15 | -146.50 |
| | 2XBFP | | 551.09 | -14.71 | 2299.89 | 116.26 | 1878.67 | 104.86 | 1817.02 | -159.69 | 315.17 | -152.02 |
| | 3XBFP | | 125.78 | -174.36 | 376.64 | 77.88 | 43.88 | -1.99 | 459.17 | 1.91 | 44.65 | -13.32 |
| | 4XBFP | | 48.36 | 107.35 | 60.33 | -81.74 | 72.30 | 121.18 | 209.15 | -38.60 | 25.66 | 121.65 |
| P17 | 1XBFP | | 5975.02 | -106.56 | 3651.05 | -34.85 | 6529.34 | -27.30 | 6395.33 | -160.24 | 2846.02 | 36.78 |
| | 2XBFP | | 312.70 | 129.94 | 4123.58 | 157.96 | 5342.83 | 154.45 | 6923.26 | -157.94 | 635.69 | -158.33 |
| | 3XBFP | | 279.55 | -146.43 | 431.30 | -130.00 | 787.78 | 83.76 | 993.89 | 67.10 | 134.20 | -139.57 |
| | 4XBFP | | 155.60 | -173.19 | 121.80 | 51.22 | 124.10 | -99.31 | 217.47 | 43.38 | 29.04 | 146.31 |

Tabla 5.2.4.1 Pulsos de presión ampl./Fase a rpm constantes

### 5.3.- Validación de los desarrollos en la predicción de las fluctuaciones de presión

Entre los objetivos de la investigación DINN-22 se encuentra la validación de los ensayos de fluctuaciones de presión. La medida de los pulsos de presión en el túnel de cavitación del CEHIPAR y el cálculo de las fuerzas excitadoras inducidas por la hélice, su correlación al buque y su comparación con los resultados de pruebas de mar constituye una innovación importante del proyecto DINN-22.

Para la comparación de los pulsos de presión medidos por TSI a escala real en modo rpm constantes, se han seleccionado, entre una serie de ensayos que se realizaron en el túnel de cavitación del CEHIPAR, los resultados del ensayo Nº 4512-CAV que corresponde a una potencia de 11.470 kW. Los datos de pruebas de mar corresponden a las mediciones realizadas en el costado de babor, cuando el buque estaba navegando en las posiciones de palanca 9, potencia 10.537 kW, y palanca 10, potencia 12.819 kW, ambas potencias medidas en el eje de babor, por lo que ha sido preciso interpolar los datos.

Se han calculado las fuerzas excitadoras producidas por los pulsos de presión correspondientes al primer armónico de la frecuencia de paso de pala para la condición del ensayo de cavitación y el valor interpolado de las pruebas de mar, procediéndose a su comparación.

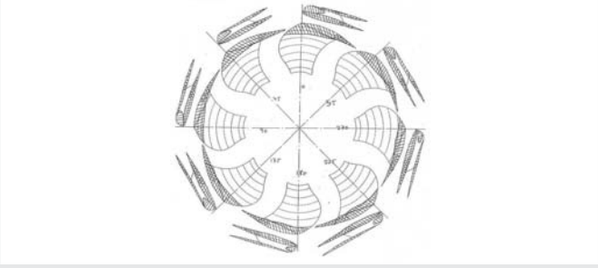
#### 5.3.1. Extrapolación al buque de los valores obtenidos en el modelo.

Para la medición de los pulsos de presión se instaló, en el túnel de cavitación del CEHIPAR, una placa plana con once captadores de presión cuya disposición puede verse en la figura 5.3.1.

**Figura 5.3.1. Disposición de los captadores en el túnel de cavitación**

Las condiciones del ensayo fueron determinadas de acuerdo con el método desarrollado por el CEHIPAR para hélices con efecto de escala en el propulsor aislado, expuesto en el apartado 4.1.4 de este trabajo.

Ensayo Nº 4512-CAV
BHP = 31.168
rpm 183,5 $\sigma$ =1,167
Velocidad 24,58 nudos. $K_T$ = 0,174
H(0,7)/D = 1.108



Cara de succión.

**Figura 5.3.2. Diagrama de cavitación, propulsor 2465-CLT**

En la figura 5.3.2 se ha representado la extensión y tipos de fenómenos de cavitación, observados en el túnel durante el ensayo.

| Potencia por eje 11.470 kW | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Modelo | 0,669 | 0,658 | 0,396 | 0,301 | 0,437 | 0,226 | 0,165 | 0,091 | 0,481 | 0,212 | 0,238 |
| Predicción buque | 7,15 | 7,04 | 4,24 | 3,22 | 4,67 | 2,41 | 1,76 | 0,97 | 5,15 | 2,27 | 2,55 |

**Tabla. 5.3.1**

La tabla 5.3.1 indica los valores de las amplitudes de los pulsos de presión correspondientes al primer armónico de la frecuencia de paso de pala, medidos en el túnel de cavitación durante el ensayo y la predicción para el buque en kilopascales.

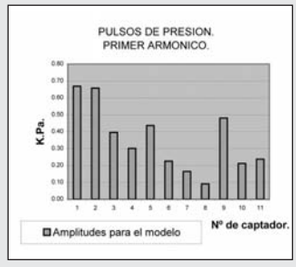



**Figura 5.3.3**

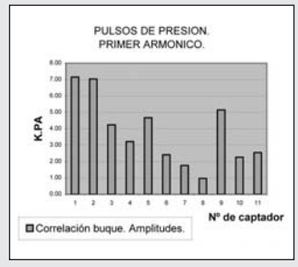



**Figura 5.3.4**

Con los valores de la tabla 5.3.1 se han configurado la figura 5.3.3 en la que pueden verse los valores medidos para el modelo y la figura 5.3.4 que muestra las amplitudes obtenidas, al hacer la extrapolación de dichos valores para el buque.

#### 5.3.2 Valores obtenidos en las pruebas de mar

Para realizar la medición de los pulsos de presión durante las pruebas de mar se dispusieron 17 captadores según el esquema de la figura 5.3.5. Puede observarse que la disposición de los captadores, números 1 a 11, ambos inclusive, coincide con la del túnel de cavitación.

El captador nº 1 se situó en el codaste de popa del buque en la vertical que pasa por la generatriz de la pala en la sección 1,0 R cuando está ocupando la posición 0º.

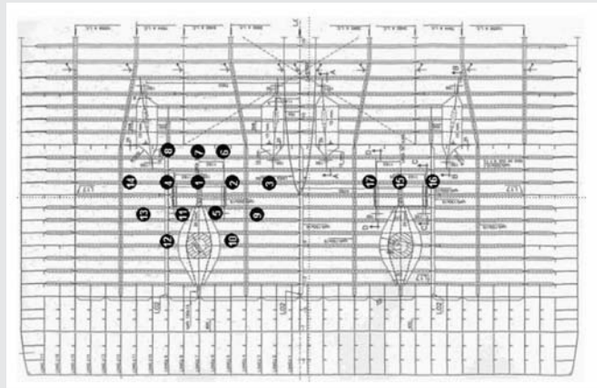


**Figura 5.3.5 Disposición de los captadores en el Buque**

| P9 rpm | Potencia por eje 10.537 kWPotencia por eje 11.470 kW | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Captador | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Medidas Pruebas | 8,07 | 5,85 | 1,94 | 3,03 | 3,74 | 3,35 | 4,30 | 1,51 | 1,99 | 2,03 | 2,85 |

**Tabla 5.3.2**

La tabla 5.3.2 muestra las amplitudes de los once pulsos de presión, correspondientes al primer armónico de la frecuencia de paso de pala, que fue-

ron medidas por TSI en las pruebas de mar en modo rpm constantes para la condición de Palanca 9 y potencia de 10.537 kW.

| P10 rpm | Potencia por eje 12.819 kW | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Captador | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Medidas Pruebas | 9,16 | 6,23 | 3,73 | 3,49 | 3,03 | 2,98 | 3,41 | 1,51 | 3,58 | 2,52 | 3,12 |

**Tabla 5.3.3**

La tabla 5.3.3 muestra las amplitudes de los once pulsos de presión, correspondientes al primer armónico de la frecuencia de paso de pala, que fueron medidas por TSI en las pruebas de mar en modo rpm constantes para la condición de Palanca 10 y potencia de 12.819 kW.

### 5.3.3 Comparación de los resultados obtenidos en los ensayos y en las pruebas de mar

La comparación de las amplitudes de los pulsos de presión del primer armónico de las frecuencias de paso de pala, deducidos del ensayo y los correspondientes a la interpolación de las medidas realizadas durante las pruebas de mar, se ha representado en la figura 5.3.6. Cada captador queda referenciado con su número.

Las amplitudes de cada captador corresponden a la predicción para el buque, utilizando las medidas obtenidas en el ensayo n° 4512-CAV y los valores obtenidos en las pruebas de mar, al interpolar para la potencia 11.470 kW correspondiente al eje de babor.

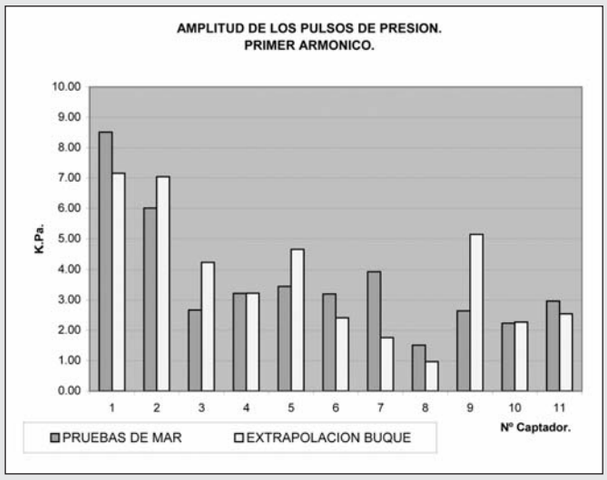



**Figura 5.3.6. Amplitudes de los pulsos de presión para el buque**

De la comparación de las medidas se deduce que, las amplitudes de los pulsos de presión extrapolados por el CEHIPAR para el primer armónico a la frecuencia de paso de pala son del mismo orden de magnitud que las calculadas a partir de las mediciones realizadas por TSI en pruebas de mar.

Teniendo en cuenta las fases, en cada caso, y haciendo el cálculo de la fuerza excitadora se obtienen los siguientes resultados:

Valor de la fuerza excitadora para el buque calculada con las amplitudes de los pulsos de presión y fases obtenidos a partir de las mediciones realizadas en pruebas de mar por TSI para el primer armónico de la frecuencia de paso de pala, al interpolar para la potencia 11.470 kW correspondiente al eje de babor:

**- Pruebas de mar:** 33,06 kN. (Potencia por eje: 11.470 kW)

Valor de la fuerza excitadora para el buque calculada con las amplitudes de los pulsos de presión y fases obtenidos en el túnel de cavitación del CEHIPAR para el primer armónico de la frecuencia de paso de pala:

**- Ensayo Nº 4512-CAV:** 29,55 kN. (Potencia por eje: 11.470 kW)

En la figura 5.3.7 se representan los valores de la fuerza excitadora mediante un diagrama de barras. El n° 1 es el resultado que se obtiene a partir de las mediciones de las pruebas de mar y n° 2 corresponde a la predicción para el buque a partir de los datos del ensayo 4512-CAV.

Como puede observarse, la resultante de la fuerza excitadora obtenida por el CEHIPAR para el primer armónico de paso de pala es muy similar a la calculada por TSI.

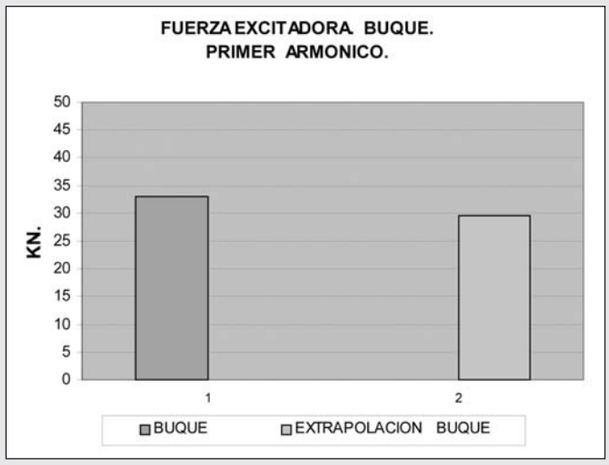



**Figura 5.3.7 Fuerzas excitadoras para el buque**

Las medidas obtenidas para los segundos armónicos presentan mayores discrepancias, no obstante su contribución a la excitación del buque ha sido significativamente menor en este caso.

## 6. Rentabilidad del programa. Innovaciones ya materializadas

Durante el largo proceso del desarrollo del programa, basado principalmente en tres grandes proyectos, perfectamente definidos y llevados a término, se han realizado otros estudios así como aplicaciones menores del conocimiento que se iba generando.

El astillero participante, primero AESA y después IZAR ha aprovechado este proyecto para mejorar su imagen tecnológica y para ofertar en algunas aplicaciones especialmente indicadas la posibilidad de instalar las hélices CLT como mejora de las condiciones propulsivas de los buques seleccionados. Algunos proyectos significativos desarrollados para la Armada han incorporado este tipo de hélice.

El Canal de El Pardo ha aumentado su bagaje tecnológico con unos nuevos procedimientos que sólo él puede aplicar con una experiencia cierta y demostrable. De hecho algunos buques han pasado ya por sus instalaciones para comprobar mediante ensayos las posibilidades de estas hélices.

El socio tecnológico del proyecto, la empresa SISTEMAR, ha mejorado notablemente el desarrollo tecnológico de su principal producto, las hélices CLT, lo que le ha permitido ofertar e instalar nuevos diseños con una mayor seguridad y garantía para sus clientes.

TSI ha desarrollado y validado un completo sistema de mediciones a bordo que le permite registrar de forma simultánea todas las mediciones necesarias, de forma integrada para obtener todos los parámetros que se puedan necesitar para comparar datos, deducir conclusiones de las pruebas de mar o cualquier otra tarea de un programa de investigación o desarrollo tecnológico que a partir de ahora está disponible para la construcción naval española.

Varios casos merecen mención especial. Uno es el de los super-ferries de TRASMEDITERRÁNEA, empresa que después del éxito del *Fortuny* ha decidido sustituir también las hélices del otro buque gemelo, el *Sorolla*. Probablemente no serán los últimos buques de esta empresa que utilicen este tipo de hélices.

Otro es el del proyecto conjunto entre la Armada y la Marina Italiana, en el ámbito de la WEAO, que ha decidido lanzar un proyecto similar al DINN-22 pero sobre una patrullera de altura o corbeta de la Marina Italiana, dotada de propulsores con hélices de palas regulables y en el que se pretenden estudiar y evitar problemas similares a los de los super-ferries modernos, sobre todo durante la operación con las hélices en condiciones fuera de diseño.

## 7.- Futuros desarrollos previstos

Como es habitual, aunque se ha generado mucho nuevo conocimiento hidrodinámico sobre el comportamiento de las hélices CLT, se han abierto también nuevos campos por dónde avanzar.

Se hace necesario profundizar tanto teórica como experimentalmente en la aplicación de nuevas secciones de pala, como medio de control del efecto positivo de la placa de cierre. En este programa se ha identificado a la pendiente de la tangente a la línea media en el borde de salida de las secciones altas de la pala como el parámetro que debe permitir controlar el valor del coeficiente "$\varepsilon$", que es el que produce la mejora del rendimiento de la hélice.

La optimización de la forma y la adaptación al complejo flujo que se encuentra la placa de cierre, sobre todo en estelas no uniformes, merece también que se dediquen los recursos suficientes para completar nuevos estudios. Es necesario poder determinar la geometría óptima de la placa mejor adaptada al flujo que además cumpla su objetivo.

Se hace necesario profundizar, no sólo para estas hélices, en la transformación del denominado campo de estelas, que son las velocidades del flujo en la zona de la hélice y que si es una línea de investigación abierta para las hélices convencionales, se hace quizás más crítica en el caso de las hélices CLT. Aquí se incluiría tanto la transformación de estelas nominales a efectivas, como de las estelas efectivas entre modelo y buque.

## 8.- Conclusiones

La continuidad del programa a través de tres proyectos principales, flanqueado por múltiples desarrollos menores y aplicaciones más o menos puntuales no incluidas en los proyectos, ha dado como resultado la generación de nuevos conocimientos tanto en el campo de la hidrodinámica básica de los propulsores como en el de la hidrodinámica aplicada al proyecto de hélices y han sido validados con aplicaciones prácticas que se seguirán produciendo en un futuro inmediato.

Las conclusiones más destacadas que se pueden establecer son:

8.1.- Las hélices con elevado efecto de escala en las curvas de propulsor aislado no pueden ser tratadas como hélices convencionales, en cuanto a los procedimientos de correlación modelo-buque para predecir la curva de potencia-velocidad para el buque real. En este programa se ha desarrollado un nuevo método y se han deducido unos coeficientes de correlación específicos para las hélices CLT.

8.2.- Las condiciones de los ensayos de cavitación de este tipo de hélices, en general y en particular de las hélices CLT, no pueden ser establecidas por los métodos actualmente utilizados para las hélices convencionales. El nuevo método desarrollado ha sido validado a través de las mediciones realizadas de pulsos de presión tanto a nivel de modelo como a escala real. Las amplitudes de los pulsos de presión extrapolados por el CEHIPAR para el primer armónico, a la frecuencia de paso de pala, son del mismo orden de magnitud que los medidos en pruebas de mar. Asimismo, la resultante de la fuerza excitadora obtenida por el CEHIPAR para el primer armónico de paso de pala, es muy similar a la calculada por TSI a partir de los datos de pruebas de mar.

Las medidas obtenidas para los segundos armónicos presentan mayores discrepancias, al comparar ensayos y pruebas, no obstante su contribución a la excitación del buque es significativamente menor, al serlo las amplitudes de sus pulsos de presión, y sin duda se debe continuar la investigación en este sentido. De todas formas hay que decir que tampoco para las hélices convencionales existen métodos de predecir adecuadamente las amplitudes de los armónicos superiores al primer orden de paso de pala.

8.3.- Se ha identificado un nicho tecnológico donde el conocimiento generado tiene una aplicación que da una respuesta definitiva a un problema real. Es el caso de los buques tipo Ferry o Ro-Ro de última generación, pero puede aparecer en un futuro próximo en otros buques.

Se trata del problema de operación de las hélices de paso regulable en condiciones fuera de diseño. La condición de diseño de estas hélices es cada vez más crítica debido al incremento de la potencia necesario por el incremento de tamaño y/o de velocidad de los buques, mientras que no se puede aumentar el área de las palas por estar limitado el calado y por la necesidad de que sean reversibles.

Se suelen diseñar palas con una geometría singular con alto skew o divergencia de la punta de las palas y descargando el paso en estas secciones para inducir las mínimas presiones posibles en el casco. Esto hace que cuando estas palas deben operar en condiciones fuera de diseño, al reducir el paso, fácilmente caen en zonas de operación en las que aparecen ángulos de ataque negativos, cavitación en cara de presión y fuertes fluctuaciones de presión y vibraciones y ruidos inducidos. Suelen generar un espectro de presiones de banda ancha, es decir no localizado en armónicos concretos, que hacen imposible tratar de evitar los efectos, sobre todo los ruidos inducidos en la estructura, ya que siempre están comunicando energía vibratoria en la frecuencia propia de una gran parte de la estructura.

Esta situación se hace más crítica si se quiere utilizar, como es habitual en este tipo de buques, un generador de potencia eléctrica acoplado al eje de cola, denominada PTO, para generar la potencia necesaria para las hélices de maniobra que permiten al buque realizar por sí mismo, con facilidad, las maniobras de atraque y salida del muelle. Esto obliga a operar con rpm constantes en el eje y la disminución de paso es muy acusada y el efecto descrito en las palas de la hélice se vuelve crítico.

8.4.- Por medio de los procedimientos desarrollados se ha comprobado que la hélice CLT, que se diseña con paso creciente hacia la punta, lo que se puede hacer gracias a la placa de cierre, tiene un margen de disminución de paso enorme, lo que le permite operar en rpm constantes sin que aparezcan las consecuencias negativas que se presentan en las palas convencionales. Los procedimientos específicos permiten optimizar estas hélices, palas y placa de cierre, que serán los objetivos de los próximos proyectos que sin duda seguirán al programa actual.

## Lista de referencias


1. G. PEREZ GOMEZ; J. GONZALEZ-ADALID. "Detailed Design of Ship Propellers". Libro editado por FEIN (Fondo Editorial de Ingeniería Naval), Madrid 1998.
2. G. PEREZ GOMEZ; J. GONZALEZ-ADALID. "Scale effects in the performance of a CLT propeller". The Naval Architect, Julio/Agosto 2000.
3. M. PEREZ SOBRINO; J.A. ALAEZ ZAZURCA; A. GARCIA GOMEZ; G. PEREZ GOMEZ; J. GONZALEZ-ADALID. "Optimización de la propulsión de buques. Un proyecto español de I+D. XXXVI Sesiones Técnicas de Ingeniería Naval. Cartagena, 25 y 26 de Noviembre de 1999.

4. G. PEREZ GOMEZ; J. GONZALEZ-ADALID. "Tip Loaded Propellers (CLT). Justification of their advantages over conventional propellers using the New Momentum Theory". SNAME – New York Metropolitan Section, Fiftieth Anniversary 1942-1992, 11 de Febrero 1993 y también en International Shipbuilding Progress nº 429, 1995.
5. R. QUEREDA. "Cavitación en propulsores marinos". Rotación, agosto 1988.
6. J. MASIP HIDALGO; R. QUEREDA LAVIÑA; L. PANGUSION CIGALES. "Erosion prediction due to cavitation on machineries". Comunidad Económica Europea. Bruselas. Febrero 1996.
7. J. MASIP HIDALGO; R. QUEREDA LAVIÑA; L. PANGUSION CIGALES. "An erosion prediction due to cavitation applied to the erosion damage measured on a ship propeller and results obtained at the cavitation tunnel". Proceedings Third International Symposium on Cavitation. Grenoble, Abril 1998.
8. J. MASIP. "Método de predicción de la erosión debida a la cavitación en propulsores". Ingeniería Naval, nº 767, p. 91-96, Eenero 2000.
9. G. PEREZ GOMEZ; J. GONZALEZ-ADALID. "Nuevo procedimiento para definir la geometría de las líneas medias de las secciones anulares de las palas de una hélice". Ingeniería Naval, septiembre y diciembre 1999.
10. M. PEREZ SOBRINO; E. MINGUITO CARDEÑA; A. GARCIA GOMEZ; J. MASIP HIDALGO; R. QUEREDA LAVIÑA; L. PANGUSION CIDALES; G. PEREZ GOMEZ; J. GONZALEZ-ADALID. "Scale Effects in Model Tests with CLT Propellers". 27th Motor Ship Marine Propulsion Conference. Bilbao. 27 y 28 de Enero de 2005.
11. "CLT: A Proven Propeller for Efficient Ships". Suplemento de The Naval Architect, número de julio/agosto 2005.
12. G. PEREZ GOMEZ; A. SOUTO IGLESIAS; C. LOPEZ PAVON; LOUIS DELORME; D. GONZALEZ PASTOR. "Corrección y recuperación de la teoría de Goldstein para el proyecto de hélices". Ingeniería Naval, noviembre 2004.
13. G. PEREZ GOMEZ. "Una innovación en el proyecto de hélices". Ingeniería Naval, octubre 1976.
14. "Bulkcarrier speed trials with Sistemar CLT propellers". The Naval Architect, febrero 1997.
15. "The right propeller can help to save bunker costs". Marine Propulsion International. Febrero 2000.
16. "Contrarotating and Tandem CLT Propellers". Propellers/Shafting'94 Symposium. Virginia, septiembre 1994.
17. PEREZ; G. PEREZ GOMEZ; J. GONZALEZ-ADALID; J.M. SORIANO; P. BELTRAN. "Conclusiones del programa especial de vibraciones realizado en el buque Superfast *Levante*. Ingeniería Naval, enero 2002.
18. G. PEREZ GOMEZ; J. GONZALEZ-ADALID; A. GARCIA GOMEZ; J. MASIP HIDALGO; R. QUEREDA LAVIÑA; L. PANGUSION CIDALES; E. MINGUITO CARDEÑA; P. BELTRAN PALOMO; C. GALINDO; M. PEREZ SOBRINO. "Full scale comparison of a superferry performance fitted with both high skewed and CLT blades". WMTC 2006.

# INGENIERIA NAVAL

## GUIA DE EMPRESAS

### I N D I C E


1. ESTRUCTURA DEL CASCO
1.1 Acero del casco
1.2 Piezas estructurales fundidas o forjadas
1.3 Cierres estructurales del casco (escotillas, puertas, puertas/rampas)
1.4 Chimeneas, palos-chimenea, palos, posteleros
1.5 Rampas internas
1.6 Tomas de mar

2. PLANTA DE PROPULSIÓN
2.1 Calderas principales
2.2 Turbinas de vapor
2.3 Motores propulsores
2.4 Turbinas de gas
2.5 Reductores
2.6 Acoplamientos y embragues
2.7 Líneas de ejes
2.8 Chumaceras
2.9 Cierres de bocina
2.10 Hélices, hélices-tobera, hélices azimutales
2.11 Propulsores por chorro de agua
2.12 Otros elementos de la planta de propulsión
2.13 Componentes de motores

3. EQUIPOS AUXILIARES DE MÁQUINAS
3.1 Sistemas de exhaustación
3.2 Compresores de aire y botellas de aire de arranque
3.3 Sistemas de agua de circulación y de refrigeración
3.4 Sistemas de combustible y aceite lubricante
3.5 Ventilación de cámara de máquinas
3.6 Bombas servicio de máquina
3.7 Separadores de sentina

4. PLANTA ELÉCTRICA
4.1 Grupos electrógenos
4.2 Cuadros eléctricos
4.3 Cables eléctricos
4.4 Baterías
4.5 Equipos convertidores de energía
4.6 Aparatos de alumbrado
4.7 Luces de navegación, proyectores de señales. Sirenas
4.8 Aparellaje eléctrico

5. ELECTRÓNICA
5.1 Equipos de comunicaciones interiores
5.2 Equipos de comunicaciones exteriores
5.3 Equipos de vigilancia y navegación
5.4 Automación, Sistema Integrado de Vigilancia, y Control
5.5 Ordenador de carga
5.6 Equipos para control de flotas y tráfico
5.7 Equipos de simulación

6. EQUIPOS AUXILIARES DE CASCO
6.1 Reboses atmosféricos, Indicadores de nivel de tanques
6.2 Aislamiento térmico en conductos y tuberías
6.3 Sistema de ventilación, calefacción y aire acondicionado
6.4 Calderas auxiliares, calefacción de tanques
6.5 Plantas frigoríficas
6.6 Sistemas de detección y extinción de incendios
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
6.10 Elementos para estiba de la carga
6.11 Sistemas de control de la contaminación del medio ambiente, tratamiento de residuos
6.12 Plataformas para helicópteros
6.13 Valvuleria servicios, actuadores
6.14 Planta hidraúlica
6.15 Tuberias

7. EQUIPOS DE CUBIERTA
7.1 Equipos de fondeo y amarre
7.2 Equipos de remolque
7.3 Equipos de carga y descarga
7.4 Equipos de salvamento (botes, pescantes, balsas salvavidas)

8. ESTABILIZACIÓN, GOBIERNO Y MANIOBRA
8.1 Sistemas de estabilización y corrección del trimado
8.2 Timón, Servomotor
8.3 Hélices transversales de maniobra
8.4 Sistema de posicionamiento dinámico

9. EQUIPAMIENTO Y HABILITACIÓN
9.1 Accesorios del casco, candeleros, pasamanos, etc.
9.2 Mamparos no estructurales
9.3 Puertas, portillos, ventanas, limpiaparabrisas, vistaclaras
9.4 Escalas, tecles
9.5 Recubrimientos, pintura. Tratamiento de superficies
9.6 Protección catódica
9.7 Aislamiento, revestimiento
9.8 Mobiliario
9.9 Gambuza frigorífica
9.10 Equipos de cocina, lavandería y eliminación de basuras
9.11 Equipos de enfermería
9.12 Aparatos sanitarios
9.13 Habilitaciòn, llave en mano

10. PESCA
10.1 Maquinillas y artes de pesca
10.2 Equipos de manipulación y proceso del pescado
10.3 Equipos de congelación y conservación del pescado
10.4 Equipos de detección y control de capturas de peces
10.5 Embarcaciones auxiliares

11. EQUIPOS PARA ASTILLEROS
11.1 Soldadura y corte
11.2 Gases industriales
11.3 Combustible y lubricante
11.4 Instrumentos de medida
11.5 Material de protección y seguridad

12. EMPRESAS DE INGENIERÍA Y SERVICIOS
12.1 Oficinas técnicas
12.2 Clasificación y certificación
12.3 Canales de Experiencias
12.4 Seguros marítimos
12.5 Formación
12.6 Empresas de servicios
12.7 Brokers

13. ASTILLEROS

## 2 PLANTA DE PROPULSION

### 2.1 Calderas principales

**HEL.E.DE.C. S.L.**
HELENO-ESPAÑOLA DE COMERCIO S.L.
NALFLEET MARINE CHEMICALS

Avda. de Madrid, 23 Nave 6 P.I. 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**

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.

**VOLVO PENTA**

**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**

**ALFA ENERGIA, S.L.**
Perkins SABRE

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

**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.**

### 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.**

**PASCH** MAN DAEWOO

Campo Volantín, 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.**

**Barloworld Finanzauto** CAT

Avda. de Madrid, Nº 43
ARGANDA DEL REY (28500 MADRID)
Teléfono atención al cliente: 901 13 00 13
www.barloworld.finanzauto.es

**Motores propulsores hasta 8.050 CV.**

**Casli** mtu

C/ Copérnico, 26 - 28820 Coslada (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**

***MAN B&W DIESEL, S.A.U*** MAN B&W

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.**

**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@mundo-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/ Invención, 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® TRANSMISSIONS

**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)**

WÄRTSILÄ

**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/ Invención, 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 Acoplamientos y embragues

**RENOLD**

Hi-Tec Couplings

C/ Usatges, 1 local 5 - 08850 Gava (Barcelona)
Tel.: 93 638 05 58 - Fax: 93 638 07 37

**Acoplamientos flexibles 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

HERMANOS alfaro

Cm. Romeu, 45. 36213 VIGO
Tel.: 986 29 46 23 - Fax: 986 20 97 87
E-mail: halfaro@halfaro.con - www.halfaro.com

Casquillos y cierre de bocina
SUPREME; SUBLIME; IHC

## 2.10 Hélices, hélices-tobera, hélices azimutales

**HÉLICES Y SUMINISTROS NAVALES, s.l.**

**ESPECIALISTAS EN HELICES 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@heliceshsn-pons.com
web: www.heliceshsn-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.**

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 decelerado-res lineales.**
**Dinamómetro de tracción y compresión**

PREMENASA
PRECISION MECANICA NAVAL, S. A.
TURBOS
PBSturbo
MAN B&W

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.**

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.**

MAQ·MAR
REPUESTOS ORIGINALES M.T.M.
REPUESTOS MOTORES MARINOS

Pol. Ind. 110. c/Txritxamondi, 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 guias y cuerpos de válvulas**

# 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**

## 3.4 Sistemas de combustible y aceite lubricante

CEPSA

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: atmarinos@madrid.cepsa.es
E- mail: marineluboils.orders@madrid.cepsa.es
www.cepsa.com/telefonica.net

**División lubricantes marinos.**

# 4 PLANTA ELECTRICA

## 4.1 Grupos electrógenos

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.**

ALFA ENERGIA, S.L.
Perkins SABRE

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.**

Barloworld Finanzauto
CAT

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.**

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**

## 4.7 Luces de navegación, proyectores de señales. Sirenas

DIVÓN
AENOR
ER
Empresa Registrada

DIVON, S.L.
C/ Almirante, 15 - 1.° Dcha. - 28004 Madrid
Tels.: 915 24 07 15 - 915 24 04 71
Fax: 915 23 56 70
E-mail: divon@divon.es

**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 NORSELIGHT.**
**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

| | |
|---|---|
| Radares/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 | GITIESSE GIROTECNICA |
| Gonios/Radioboyas/Meteofax | TAIYO |
| Inmarsat-C | TRIMBLE |
| Inmarsat-B/Inmarsat-M | NERA |
| Radiobalizas/Respondedores Radar | McMURDO |
| Radioteléfonos VHF-GMDSS | McMURDO |
| Navtex/Meteofax | ICS |
| Sistema DSC/Radiotelex-GMDSS | ICS |
| Correderas Electromagnéticas | BEN-MARINE |
| Estaciones Meteorológicas | OBSERVATOR |
| Plotters | TRANSAS |
| Ecosondas | ELAC |
| Pilotos Automáticos | NECO |
| Correderas Electromagnéticas | WALKER |
| Estaciones Meteorológicas | WALKER |

### 5.1 Equipos de comunicación interiores

AENOR ER Empresa Registrada

eurodivon comunicaciones

EURODIVON, S.L.
C/ Almirante, 15 - 1.° 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**

### 5.3 Equipos de vigilancia y navegación

AENOR ER Empresa Registrada

DIVÓN

DIVON, S.L.
C/ Almirante, 15 - 1.° Dcha. - 28004 Madrid
Tels.: 915 24 07 15 - 915 24 04 71
Fax: 915 23 56 70
E-mail: divon@divon.es

**Correderas SAL de Correlación Acústica. Registradores de Datos de la Travesía de CONSILIUM MARINE.**

AENOR ER Empresa Registrada

DIVÓN

DIVON, S.L.
C/ Almirante, 15 - 1.° 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

**ALFA ENERGIA, S.L.**

STEIN SOHN

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

**Automoción y control**

### 5.5 Ordenador de carga

AENOR ER Empresa Registrada

DIVÓN

DIVON, S.L.
C/ Almirante, 15 - 1.° 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 Optima de la Carga. LOADMASTER de KOCKUM SONICS.**

## 6. EQUIPOS AUXILIARES DE CASCO

### 6.1 Reboses atmosféricos, Indicadores de nivel de tanques

AENOR ER Empresa Registrada

DIVÓN

DIVON, S.L.
C/ Almirante, 15 - 1.° 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

**ALFA ENERGIA, S.L.**

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: alfaro@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.**

**ALFA ENERGIA, S.L.**
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: alfaro@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: alfaro@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 (Cadiz) SPAIN
Telf.: +(34) 95 654 27 79 - Fax: +(34) 95 654 15 28
E-mail: marnorte@marnorte.com
Web: www. marnorte.com

**Especialistas en fabricacion de generadores de agua dulce para buques. Programa de fabricación desde 0,7 m³/ día hasta 160 m³/ día. Otras capacidades a petición.**

## 6.14 Planta Hidraúlica

**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, ampliadores, etc.**

# 7 EQUIPOS DE CUBIERTA

**TECNICAS HIDRAULICAS MARCO**

Aritz Bidea, 65 - 48100 Munguía (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.**

**R. TRILLO** ®
*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 ESTABILIZACIÒN, 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 Hèlices 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 HABILITACIÒN

### 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: laauxiliarnaval@infonegocio.com

**Fabricación de ventanas, portillos, limpiaparabrisas y vistaclaras para todo tipo de buques**

AENOR ER Empresa Registrada

DIVON, S.L.
C/ Almirante, 15 - 1.° Dcha. - 28004 Madrid
Tels.: 915 24 07 15 - 915 24 04 71
Fax: 915 23 56 70
E-mail: 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

**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).**

¡Máxima eficacia contra la corrosión y la intemperie! dismopin PINTURAS DE CALIDAD — PINTURAS SANTIAGO

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 - http://www.cingal.net

**Protección catódica**
**Anodos de sacrificio aleación de Zinc**
**Suministros navales**

irazinc s.l. — SON

C/ Erandiondo, 14 - La Campa 48950 Erandio (Vizcaya)
Tel.: 94 453 15 47 - Fax: 94 471 03 10
E-mail: irazinc@irazinc.com - Web: www.irazinc.com

**Ánodos de zinc de protección catódica marca "son"**

### 9.7 Aislamiento, revestimiento

**PANELFA**

**Fabricación de paneles, techos y puertas para aislamiento térmico y acústico**

Bajada a La Laguna en dirección Espiñeiro - Teis
Apartado de correos 4092 - 36207 Vigo (Pontevedra)
Tel.: 986 26 62 95 - Fax: 986 26 62 95
E-mail: panelfa@panelfa.com

**Paneles, techos, módulos de aseo y puertas**

### 9.13 Habilitación, llave en mano

**ALFA ENERGIA, S.L.**
Rheinhold & Mahla.
Habilitación Naval

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

**Habilitación naval. Módulos de aseo**

REGENASA

Bajada a La Laguna en dirección Espiñeiro - Teis
Apartado de correos 4076 - 36207 Vigo (Pontevedra)
Tel.: 986 27 92 82 / 37 70 37 - Fax: 986 26 48 40
E-mail: regenasa@regenasa.com

**Habilitacion Llave en mano. Suministro de elementos de habilitación. Aislamiento y carpintería en general**

GONSUSA
M GONZALEZ 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

**Habilitacion "Llave en mano". Suministro de elementos de habilitación.**

NSL — BVQi 120444 ISO 9001

**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 Web: 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 n° 62
15940 Pobra de Caramiñal (A Coruña)
Tel.: 981 870 758 - Fax: 981 870 762
e-mail: speed-boats@tallereslopezvilar.e.telefonica.net

**Speed-Boats para atuneros. Respetos YANMAR y CASTOLDI. Reparaciones.**

**TECNICAS HIDRAULICAS MARCO**

Aritz Bidea, 65 - 48100 Munguía (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, Probabilistico y Deterministico.**
*** 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.l.i.**
**Apoyo Logístico Integrado, s.l.**

C/. General Pardiñas, n° 34 - 1.° - 7.ª
28001 Madrid
Tlfno./Fax: +34 91 431 92 61
E-mail: ali@alisl.com

**INGIENERIA 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
CIF B-63258800

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 - 1° - 36600 Vilagarcía de Arousa
Tel.: 986 50 84 36 / 50 51 99 - Fax: 986 50 74 32
E-mail: info@gestenaval.com
Web: www.gestenaval.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 Getxo (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.**

**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 DYMAC (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 lda - 28016 MADRID
Tel.: +34 91 345 97 30 - Fax: + 34 91 345 81 51
E-mail: tsi@tsisl.es / www.tsisl.es

seaplace

c/ BOLIVIA, 5 - 28016 MADRID
Tel.: + 34 91 458 51 19 / Fax: + 34 91 344 15 65
E-mail: seaplace@seaplace.es / shipl@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/MOORSPREAD**

**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.**

## 12.6 Empresas de servicios

HERMANOS alfaro

Cm. Romeu, 45. 36213 VIGO
Tel.: 986 29 46 23 - Fax: 986 20 97 87
E-mail: halfaro@halfaro.con - 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.**

SINTEMAR Chockfast®

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"

## 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.**

PAG.124-126 21/6/06 15:50 Página 1

# 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 / *Name*: | | |
| Empresa / *Company*: | Cargo / *Employment*: | |
| Dirección / *Address*: | | |
| Código Postal / *Postal ZIP*: | Ciudad / *City* | |
| Provincia: | País / *Country*: | |
| NIF/CIF: | Tel: | Fax: |
| Actividad Profesional / *Professional Activity*: | | |

PRECIOS / *PRICES* (2006) (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. Nº 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. 6º**
**28001 Madrid ESPAÑA**

**Tel: +34 91 578 43 83**
**Fax: +34 91 781 25 10**
**E-mail: rin@iies.es**

PAG.124-126 21/6/06 15:50 Página 2

# COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS NAVALES Y OCEÁNICOS
## FONDO EDITORIAL DE INGENIERÍA NAVAL (FEIN)

LIBROS EDITADOS
## OBRAS Y AUTORES

| | Euros* |
|---|---|
| · **BREVE HISTORIA DE LA NAVEGACIÓN Y EL COMERCIO MARÍTIMO DESDE LA ANTIGÜEDAD HASTA NUESTROS DÍAS**<br>*Autor:* Cecilio Sanz (2003) | ~~15,00~~ Oferta |
| · **CONSTRUCCIÓN DE BUQUES DE PESCA EN POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO**<br>*Autor:* Jorge Tegedor del Valle (AINE 2001) | 18,00 |
| · **CURSO DE DIBUJO TÉCNICO**<br>*Autor:* José Luis Hernanz Blanco (1980) | 27,05 |
| · **DE LA INVENCIBLE A GUADALCANAL**<br>*Autor:* Álvaro Akerman Trecu, Alvaro González de Aledo (1999) | 48,09 |
| · **DETAILED DESIGN OF SHIP PROPELLERS**<br>*Autores:* Gonzalo Pérez Gómez y Juan González-Adalid García-Zozaya (1998) | 63,11 |
| · **EL BUQUE DE GUERRA COMO APLICACIÓN MÁS AVANZADA DE LA TECNOLOGÍA NAVAL**<br>*Autor:* Enrique Casanova Rivas (1996) | 30,06 |
| · **EL PROYECTO BÁSICO DEL BUQUE MERCANTE**<br>*Autores:* Ricardo Alvariño Castro, Juan José Azpiroz Azpiroz y Manuel Meizoso Fernández (1996) | 48,09 |
| · **EVOLUCIÓN DE LA PROPULSIÓN NAVAL MECÁNICA**<br>*Autor:* Luis de Mazarredo y Beutel (1992) | ~~24,05~~ Oferta |
| · **FUNDAMENTOS DE PESCA**<br>*Autores:* Luis Santos Rodríguez y José F. Núñez Basáñez (1994) | 42,08 |
| · **LA FLOTA ESPAÑOLA DE BUQUES 2000. PUERTOS ESPAÑOLES**<br>*Autor:* Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España (AINE 2000) | 54,10 |
| · **LAS TENSIONES TANGENCIALES EN LA FLEXIÓN**<br>*Autor:* José Mª Sáez de Benito Espada (1983) | 27,05 |
| · **MATERIALES COMPUESTOS. TECNOLOGÍA DE LOS PLÁSTICOS REFORZADOS**<br>*Autor:* José Luis González Díez (1995) | 30,06 |
| · **MÁQUINAS Y ACCIONAMIENTOS ELÉCTRICOS**<br>*Autor:* Roberto Faure Benito (2000) | 45,08 |
| · **REPRESENTACIÓN DE CURVAS Y SUPERFICIES. GEOMETRÍA DESCRIPTIVA**<br>*Autor:* Víctor Villoria San Miguel (1992) | ~~30,06~~ Oferta |
| · **TEORÍA ELEMENTAL DE ADAPTADO DEL MOTOR DIESEL DE DOS TIEMPOS**<br>*Autores:* Luis Asenjo Ajamil y Álvaro Zurita Sáenz de Navarrete (1990) | 18,04 |
| · **TRÁFICO MARÍTIMO**<br>*Autor:* Javier Pinacho y Bolaño-Rivadeneira (1996) | ~~30,06~~ Oferta |

*** 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 _____ Procincia _____ 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:

PAG.124-126 21/6/06 15:50 Página 3

# INGENIERIA NAVAL

## PROGRAMA EDITORIAL 2006
## *EDITORIAL PROGRAM 2006*

| | | |
|---|---|---|
| **ENERO**<br>***JANUARY*** | **Propulsión. Motores, reductores, líneas de ejes, hélices**<br>Combustibles y lubricantes | ***Propulsion. Engines, reduction gears, shaft lines, propellers***<br>*Fuels and lubricants* |
| **FEBRERO**<br>***FEBRUARY*** | **Reparaciones y Transformaciones. Mantenimiento. Astilleros de reparación**<br>Pinturas y protección de superficies. Avance Feria de Burela | ***Repairs & Conversions. Maintenance. Repair yards***<br>*Paints and surfaces protection. Burela Advance* |
| **MARZO**<br>***MARCH*** | **Pesca. Acuicultura. Maquinillas de Pesca. Plantas frigoríficas** | ***Fishing. Aquiculture. Winches. Refrigerating plants*** |
| **ABRIL**<br>***APRIL*** | **Seguridad marítima, Normativa, Sistemas de seguridad y salvamento del buque.**<br>Flota de remolcadores. Avance Navalia | ***Maritime Security, Regulations, Safety and Rescue Systems.***<br>*Tugboats fleet. Navalia Advance* |
| **MAYO**<br>***MAY*** | **Industria auxiliar. Maquinaria auxiliar de cámara de máquinas, casco y cubierta. Gobierno y maniobra** | ***Auxiliary Industry. Engine room, hull and deck auxiliary machinery. Steering and manoeuvre*** |
| **JUNIO**<br>***JUNE*** | **Construcción naval. Cartera de pedidos, botaduras y entregas** | ***Shipbuilding. Orderbook, launching and delivered*** |
| **JULIO-AGOSTO**<br>***JULY-AUGUST*** | **Sociedades de clasificación. Ingeniería. Offshore. Formación. Energías renovables y Medio ambiente**<br>Recursos marinos. SMM de Hamburgo | ***Classification Societies. Engineering. Offshore. Training. Renewable energy and Environment***<br>*Marine resources. SMM Advance* |
| **SEPTIEMBRE**<br>***SEPTEMBER*** | **Marina Mercante. Puertos**<br>Habilitación. Ferries. Cruceros | ***Merchant navy. Ports***<br>*Accommodation. Ferries. Cruise Ships* |
| **OCTUBRE**<br>***OCTOBER*** | **Electrónica y Automación naval. I+D+i Buques de Guerra. Náutica. Barcos de Vigilancia, Salvamento y Lucha Anticontaminación**<br>Avance Salón Náutico de Barcelona | ***Shipping Electronics and Automation. R & D & i. Warships. Pleasure crafts. Surveillance, Rescue and Antipollution ships***<br>*Barcelona Show Advance* |
| **NOVIEMBRE**<br>***NOVEMBER*** | **Arrastreros. Atuneros. Otros Buques Pesqueros** | ***Trawlers. Tuna fishing ships. Others Fishing Ships*** |
| **DICIEMBRE**<br>***DECEMBER*** | **Resumen de Actividades del Sector Naval año 2006**<br>Avance Sinaval Eurofishing 2007 | ***Maritime Activities Summary 2006***<br>*Sinaval Eurofishing 2007 Advance* |

*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.*

CONTRA 22/6/06 18:07 Página 1

MINISTERIO
DE INDUSTRIA, TURISMO
Y COMERCIO

GERENCIA DEL SECTOR NAVAL

UNIÓN EUROPEA
FONDO SOCIAL EUROPEO

# Programa de formación 2000-2006 para los trabajadores de la Industria Naval Española cofinanciado por el Fondo Social Europeo de la Unión Europea a través de la Gerencia del Sector Naval

PO 2000 ES 051 PO 015
PO 2000 ES 053 PO 311

GERENCIA DEL SECTOR NAVAL
MINISTERIO
DE INDUSTRIA, TURISMO
Y COMERCIO

Pº de la Castellana, 143 - 10º
28046 MADRID
T. 91 571 62 65
www.gernaval.org

**Formación para construir Futuro**