

**TRANSPORTE:
*INFORME DE PROSPECTIVA SOBRE EL
SECTOR NAVAL***

X.1. INTRODUCCIÓN

España, con sus casi 8.000 Km de costa, es un país de amplia tradición marítima donde el 80 % en toneladas de los productos importados y el 60 % de los exportados utilizan vías marítimas y donde, sin embargo, la construcción naval tiene una dimensión económica modesta (<1%) en relación con su Producto Interior Bruto, a pesar de su incidencia en el conjunto del tejido industrial.

El sector de la construcción y reparación naval (CNAE 35.1) abarca a las industrias de construcción, transformación y reparación naval, a la de artefactos “off shore” y a la cada vez más importante industria auxiliar cuya producción está fundamentalmente dirigida hacia los astilleros, los cuales constituyen en general su principal o único cliente.

En la actualidad, la construcción naval es una industria de síntesis en la que los astilleros construyen el casco y las estructuras básicas, e integran todos aquellos componentes que suministrados por la industria auxiliar son necesarios para configurar el buque completo, y que llegan a suponer hasta un 70% de su valor.

Una característica importante de la construcción naval es la unicidad de sus proyectos, es decir, cada buque es normalmente un producto único y distinto de cualquier otro, lo que prácticamen-

te impide (salvo tal vez en las grandes flotas de guerra o en el sector pesquero) la producción en serie de barcos.

Otros rasgos típicos son el elevado valor unitario de los buques que al superar la capacidad financiera de las empresas constructoras hace de la financiación un elemento clave de competitividad; el carácter cíclico de su cartera de pedidos afectada por las oscilaciones de la economía mundial; y el alto nivel tecnológico que de forma creciente se acumula tanto en el propio proyecto del barco como en su proceso constructivo y en sus componentes.

El sector naval ha atravesado durante las últimas décadas una profunda crisis que le ha llevado a reducciones drásticas de su capacidad de producción y de su plantilla. Los astilleros medios y pequeños que han sobrevivido a la crisis han conseguido importantes avances especializándose en distintos tipos de buques que les permiten sobrevivir de forma más cómoda y con perspectivas razonablemente buenas, mientras que los grandes astilleros atraviesan mayores dificultades obligados a competir en un mercado mundial dominado por las agresivas ofertas de los países asiáticos.

El sector de construcción naval en reconversión, que sirve de referencia para los datos estadísticos que se aportan a continuación extraídos del

Informe sobre la Industria Española 1997-1998 editado por el MINER, y que representa la parte más importante de la construcción naval en España, está constituido por los astilleros de construcción de buques de casco metálico de más de 100 toneladas de arqueo bruto (TRB) con la

excepción de las tres factorías de la Empresa Nacional Bazán, dedicadas a la construcción de buques de guerra y de tres o cuatro pequeños astilleros que no se acogieron al plan de reconversión de 1984.

CONSTRUCCIÓN NAVAL. ESTRUCTURA DEL SECTOR. 1997 (1)					
Sector y subsectores	Nº de empresas	Facturación	Trabajadores	Fact./Empr.	Traba./Empr.
Grandes astilleros	2	108.000	5.866	54.000	2.933
Pequeños y medianos astilleros	23	92.000	4.899	4.000	213
Total sector reconversión	25	200.000	10.765	8.000	431
E.N. Bazán	1	71.537	7.352	71.352	7.352
TOTAL empresas significativas	26	271.537	18.117	10.444	697

(1) Astilleros para embarcaciones de casco metálico de más de 100GT

Fuente: Gerencia del Sector Naval

Durante el año 1997 se estabilizaron las plantillas en los astilleros medianos y pequeños, aunque continuaron los ajustes de los grandes astilleros en el marco del Plan Estratégico de Competitividad (PEC). Al finalizar el año 1997 el empleo total del sector en reconversión ascendía a 10.765 personas, un 2,6 % menos que en 1996, 7.584 dedicadas a nuevas construcciones y el resto, 3.181, a otras actividades (reparaciones, off shore y otras).

Igualmente, la capacidad total de construcción cayó del millón de toneladas de los ochenta a las 400.000 CGRT (arqueo bruto compensado), de las cuales 240.000 pertenecían al sector público y el resto al privado, para quedar finalmente reducidas en 1997 a las 210.000 CGRT del sector público como contrapartida a la aprobación por la Comisión Europea del PEC. El grado de utilización de la capacidad productiva del sector durante el año 1997 ha sido elevado, del orden del 90% de la capacidad total, aunque supone una disminución del 3,5 % con respecto al año 1996.

La contratación del sector en 1997 alcanzó las 805.850 CGT (arqueo bruto compensado)

incrementándose en un 152 % con respecto al año 1996; y la cartera de pedidos aumentó hasta el 1.209.948 CGT en el mismo periodo, es decir, se incrementó en un 88 % aproximadamente.

Los ingresos totales del sector durante este año de referencia han sido de 200.000 Mpta, de los que un 80 % corresponden a las exportaciones realizadas por el mismo. En contrapartida la importación de buques es mucho menor, con sólo nueve buques mercantes de arqueo bruto superior a 100GT que suponen alrededor de un 10 % de las entregas de los astilleros nacionales. El gasto empresarial en actividades de I+D en 1996 ascendió a 5.427 Mpta, que suponen el 1,8% del total nacional del gasto de las empresas en este concepto.

En definitiva, el sector de la construcción y reparación naval es un sector emblemático por el carácter marítimo de España, con una incidencia relevante por sus implicaciones en el conjunto del tejido industrial y una competitividad aceptable como se deduce por su extraordinaria capacidad exportadora y alta intensidad tecnológica.

X.2. PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE TEMAS

X.2.1. El Panel de Expertos

El Panel de Expertos del sector Naval se constituyó con la misión de liderar y validar el estudio, asesorando antes, durante y después de realizar la consulta Delphi. En su formación se trató de alcanzar una representación amplia y equilibrada de todos los ámbitos de actividad del sector. Tras diversas consultas en medios sectoriales, el Panel de Expertos quedó finalmente constituido por 10 miembros, de los que dos provienen de la Administración, cuatro de diversas asociaciones, uno de la universidad y otros cuatro de empresas del sector. Su selección está respaldada por su reconocido prestigio y gran visibilidad sobre las actividades desarrolladas por el sector.

Además de liderar la consulta, el Panel asumió las funciones siguientes: proponer los temas de la encuesta, elaborar la lista de expertos a consultar y analizar los resultados estableciendo las conclusiones del estudio.

La ejecución de la encuesta Delphi corrió a cargo de INASMET como Centro responsable del Transporte de la Fundación OPTI.

X.2.2. Los temas del Cuestionario Delphi

Siguiendo con la estrategia utilizada en los estudios de prospectiva del Transporte, los temas del cuestionario utilizado en el sector Naval han sido seleccionados de los últimos estudios de

prospectiva realizados en Japón (6º Delphi), Inglaterra (1º Delphi) y Alemania (2º Delphi). Este planteamiento se apoya en el proceder de otros países como Alemania y Francia, - Inglaterra en mucha menor medida -, que en su primer estudio Delphi realizaron una réplica más o menos exacta del 5º Delphi japonés. Inglaterra siguió una vía más autónoma, desarrollando sus propios temas, aunque también utilizó temas y variables del citado ejercicio.

Con ello se deja una vía abierta a la crítica al suponer que se transponen al país opciones culturales e industriales desarrolladas fuera de sus fronteras. No obstante, la posibilidad de permitir una comparación internacional de los resultados suele ser una de las principales razones esgrimidas para justificar esta práctica. Añadiríamos por nuestra parte, la ayuda y la simplificación que ha supuesto en las primeras fases del estudio el disponer de los correspondientes trabajos realizados previamente por estos países.

Aceptado este planteamiento, el Panel de Expertos analizó los temas relativos a los estudios de prospectiva citados. Tras un amplio debate, se seleccionaron un total treinta y uno temas estratégicos para el sector, de los que veinticuatro provienen de otros Cuestionarios Delphi y siete fueron propuestos por el propio Panel.

La tabla 2.2.1 muestra el origen de cada uno de los temas utilizados en la consulta del sector Naval.

Tabla 2.2.1



Tabla 2.2.1.

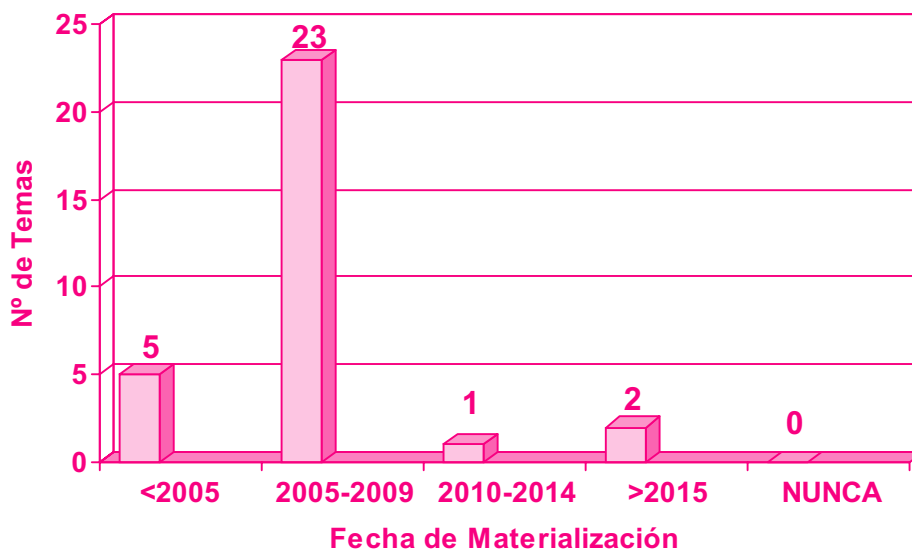
Origen	Área	Nº Tema
JAPÓN 6º Delphi	Transporte	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 14
	Producción y Maquinaria	26, 27, 28, 29
REINO UNIDO 1º Delphi	Transporte	11, 15, 17, 18, 20
	Materiales	30
ALEMANIA 2º Delphi	Transporte	9, 16
PANEL DE EXPERTOS		19, 21, 22, 23, 24, 25, 31

X.3. CLASIFICACIÓN DE TODOS LOS TEMAS EN FUNCIÓN DE SU FECHA DE MATERIALIZACIÓN Y GRADO DE IMPORTANCIA.

Tal como se observa en la Figura 3.1 que representa el número de temas que se materializarán en cada período temporal, sólo cinco lo lograrán antes del 2005, la gran mayoría de los mismos

(23) lo harán en el intervalo 2005-2009, un solo tema lo hará entre el 2010 y el 2014 y únicamente dos más allá del 2015.

Figura 3.1.



El Índice Grado de Importancia traduce la mayor o menor coincidencia de los expertos a la hora de valorar en uno u otro sentido la importancia concedida a cada tema.

A continuación se citan los temas que se materializarán en cada uno de los períodos temporales citados, ordenados por su Índice de Grado de Importancia:

X.3.1. Materialización 1999-2004

Nº Tema	Tema	Indice Grado Importancia
6	Uso práctico en construcción naval de sistemas CIM que integran diversos software como base de datos diseño/producción, y sistemas CAD/CAM inteligentes, reduciendo los costes de personal en construcción naval a un medio del coste actual.	3,9
12	Uso práctico de sistemas de prevención de la colisión de barcos mediante avances en las tecnologías de detección y tecnologías de inteligencia artificial.	3,58
10	Uso práctico de zonas de containers totalmente automatizadas (tipo almacén automático), para aumentar la capacidad de manipulación de carga.	3,53
1	Amplio uso entre grandes aglomeraciones urbanas de sistemas de transporte por barco (incluyendo los sistemas de control del tráfico) con capacidad y velocidad elevadas (más de 300 personas y más de 30 nudos)	3,34
3	Desarrollo de navíos rápidos de unas 500 toneladas de peso muerto, enteramente contruidos de nuevos materiales no-férreos para reducir peso	3,03

Entre estos cinco temas se encuentran dos de los diez más importantes y la previsión de su pronta materialización sugiere una gran actuali-

dad de la problemática abordada, así como una elevada confianza en su resolución con los conocimientos y desarrollos tecnológicos actuales.

X.3.2. Materialización 2005-2009.

Nº Tema	Tema	Indice Grado Importancia
13	Uso práctico de navíos de gran fiabilidad capaces de funcionar durante cinco años sin necesidad de paradas por mantenimiento, gracias a las mejoras en la fiabilidad de los equipos y materiales.	3,77
28	Amplio uso de medidas de seguridad para complejos industriales, buques y artefactos marítimos, apropiadas a su tamaño y funcionalidad, basadas en la valoración del peligro potencial y en técnicas de predicción de escenarios de accidente.	3,74
29	Amplio uso en construcción naval de robots para trabajos peligrosos o en condiciones extremas, asegurando la seguridad del trabajador.	3,74
8	Logro de un 20% de aumento en la eficiencia propulsiva mediante avances tecnológicos en el desarrollo de la hélice y el diseño de la forma/superficie del casco.	3,71
27	Amplio uso en construcción naval de sistemas de diseño y fabricación descentralizados (mediante la distribución funcional a lo largo de diferentes líneas de clientes, proveedores y fabricantes) basados en la internacionalización y la conexión en red.	3,68
9	Logro de una mejora del 20% aprox. Del rendimiento de los motores, incluyendo mejoras en los accesorios del mismo.	3,67
11	Uso práctico se sistemas inteligentes de control de tráfico marítimo para la navegación segura y eficiente de barcos y embarcaciones rápidas en aguas congestionadas.	3,61
18	El uso práctico de nuevas infraestructuras (p.ej.: puertos flotantes) o de procedimientos/instalaciones más efectivas de manipulación de carga (o ambas) reducen en un 30% el coste de la interfaz barco/puerto.	3,58
26	Uso práctico en construcción naval de sistemas de fabricación virtual que soportan actividades de fabricación, incluyendo el modelizado, diseño, operaciones de producción (incluyendo mantenimiento), y la recogida de desechos.	3,55
17	Amplio uso del monitorizado vía satélite para facilitar el cumplimiento de las regulaciones de polución marina.	3,39
31	Amplio uso de tecnologías de unión por adhesivos en uniones estructurales.	3,39
23	Uso práctico de buques con impacto ecológico nulo.	3,35

Nº Tema	Tema	Indice Grado Importancia
16	En los motores diesel de los buques se reducirá hasta en un 50% las materias residuales peligrosas procedentes de los aceites de lubricación de los mismos	3,27
19	Uso práctico de nuevas infraestructuras flotantes (p.ej: hoteles, aeropuertos, plantas de generación eléctricas, instalaciones deportivas, plantas desalinizadoras, etc.)	3,18
15	Amplio uso de sistemas de observación que proporcionan información en tiempo real sobre las condiciones climáticas y del mar en grandes áreas marinas.	3,17
21	Uso práctico de energías renovables en el transporte marítimo	3,06
7	Desarrollo de una técnica de simulación fluidodinámica de barcos que elimina la necesidad de ensayos de canal en el desarrollo de sistemas de propulsión y en el diseño de formas de casco.	3,03
22	Desarrollo del transporte de agua dulce en grandes cantidades (>1.000.000 de Tm).	2,95
25	Desarrollo de las tecnologías necesarias para la transmisión de las señales a bordo sin necesidad de cableado.	2,91
14	Uso práctico de tecnologías de recuperación de los materiales poliméricos reforzados con fibra de vidrio (FRP) utilizados en los barcos vía pulverización, incineración, tratamiento químico, etc.	2,89
5	Desarrollo de submarinos autónomos, no tripulados, que recurriendo a la inteligencia artificial son capaces de investigar los recursos de los fondos marinos y de otras actividades, sin recibir ni energía ni instrucciones desde el exterior.	2,71
4	Desarrollo de navíos totalmente automáticos, capaces de navegar y de atracar en puerto automáticamente.	2,66
24	Uso práctico de nuevos materiales y tecnologías para reducir el empucho de las instalaciones de distribución eléctrica de potencia	2,57

Veintitrés de los treinta y uno temas del estudio se materializarán en este intervalo temporal. Entre ellos se encuentran también la mayoría de los temas considerados como más relevantes para

el estudio. Estos últimos reflejan las principales inquietudes sobre las que se debate hoy en día en el mundo naval sin que se tengan aún respuestas definitivas a la problemática que plantean.

X.3.3. Materialización 2010-2015.

Nº Tema	Tema	Índice Grado Importancia
30	Amplio uso de métodos para predecir la vida a largo plazo de materiales estructurales, basados en el modelizado teórico cuantitativo del comportamiento de los materiales.	3,23

A pesar de la importancia que en términos económicos y de seguridad posee para el sector naval la necesidad de verificar regularmente con métodos empíricos y bien establecidos la vida

de los materiales estructurales, los expertos consideran que la posibilidad de recurrir a técnicas de predicción teórica no será posible hasta el período 2010-2015.

X.3.4. Materialización más allá del 2015.

Nº Tema	Tema	Índice Grado Importancia
20	Amplio uso de barcos 'feeders' no tripulados y rentables para el transporte de cargas desde los principales puertos/diques flotantes hacia destinos locales vía navegación costera/fluvial.	2,86
2	Desarrollo de un transporte marítimo con capacidad para atravesar el océano a más de 100 nudos, basado en tecnologías que incluyan la propulsión por superconductividad.	2,42

Según se observa por el grado de importancia, estos temas no suscitan demasiado interés entre los expertos participantes que, además, los

relegan a una fecha de materialización indefinida y muy lejana.

X.3.5. Materialización NUNCA.

Ninguno de los temas de la consulta ha sido clasificado en la opción de materialización Nunca.

X.4. IDENTIFICACIÓN DE LOS TEMAS MÁS RELEVANTES EN FUNCIÓN DE SU GRADO DE IMPORTANCIA E IMPACTO SOBRE EL DESARROLLO INDUSTRIAL.

El presente estudio utiliza el Índice Grado de Importancia como criterio básico para clasificar la relevancia de los temas, considerando arbitrariamente a los diez mejor valorados como los más relevantes del estudio.

Al considerar la variable 'Impacto sobre' se aprecia que estos diez temas son complementarios respecto a la clasificación obtenida para el desarrollo industrial y para la calidad de vida y el entorno, dado que el impacto sobre el empleo es generalmente muy bajo. Es decir, que aquéllos temas de elevado impacto sobre el desarrollo

industrial son los de menor impacto para la calidad de vida y entorno, y viceversa. Por ello, los temas tratados en el presente capítulo mas los del capítulo 5 corresponden a los 10 temas más relevantes.

En un esfuerzo por dilucidar los principales objetivos implícitos en estos diez temas, el Panel de Expertos los ha agrupado a través de sus afinidades. De esta forma es posible observar que los seis temas que, de este conjunto de diez, son relevantes por su impacto sobre el desarrollo industrial persiguen dos objetivos básicos.

Figura 4.1.



El primero de ellos es la **eficiencia en la fabricación** a fin de mejorar la productividad y la competitividad de la construcción naval como medio para subsistir en un futuro mercado de libre competencia exento de las distorsiones internacionales actualmente padecidas. Los temas

6 y 27 reflejan la preocupación de los expertos del sector por el logro de este objetivo a través de la introducción de sistemas inteligentes en todo el proceso productivo, desde la fase de desarrollo hasta la entrega del buque.

Figura 4.2.



El segundo objetivo básico subyacente en los cuatro temas restantes (figura 4.2) persigue la búsqueda de una mayor **eficiencia en la explotación** de los buques mediante, por un lado la mejora de sus *prestaciones* que redundaría en una mayor eficiencia propulsiva y en una mejora en los consumos y por ende mayor respeto al medio ambiente; y por otro a través de la reducción de los *tiempos de parada* del navío gracias

a mejoras en la fiabilidad de los mismos y en la eficacia de infraestructuras y procedimientos de manipulación de carga.

A continuación se analizarán uno a uno estos seis temas relevantes por su impacto en el desarrollo industrial, agrupados por fecha de materialización.

X.4.1. Materialización 1999-2004

Nº Tema	Tema	Impacto sobre Desarrollo Industrial	Indice Grado Importancia
6	Uso práctico en construcción naval de sistemas CIM que integran diversos software como base de datos diseño/producción, y sistemas CAD/CAM inteligentes, reduciendo los costes de personal en construcción naval a un medio del coste actual.	60%	3,9

X.4.1.1. Análisis de cada uno de estos Temas

Tema 6: Uso práctico en construcción naval de sistemas CIM que integran diversos software como base de datos diseño/producción, y sistemas CAD/CAM inteligentes, reduciendo los costes de personal en construcción naval a un medio del coste actual

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación y tecnológicos
3	3	3	3	48%	39%

Uno de los retos fundamentales de la construcción naval actual es conseguir la máxima estandarización en sus procesos de diseño, de forma que se pueda conseguir un alto índice de serialización de sus procesos productivos, automatizando al mismo tiempo la realización de los mismos. En definitiva se trata de acercar un modelo industrial de proyecto único y complejo, como es la construcción naval, a otro modelo industrial de producción en serie, similar al de automoción. Esta transformación tecnológica debe apoyarse fundamentalmente en la consecución de altos grados de estandarización de modelos de producto y, sobre todo, en el desarrollo de procesos de diseño y producción que permitan una gran flexibilidad y adaptación a sistemas expertos y de fabricación automatizada. De esta manera la construcción naval pasaría de ser una producción de alto índice de horas ma-

nuales de procesado y fabricación, a otra de alto contenido tecnológico en cuanto a su aplicación, con la consiguiente reducción en costes de personal, y sobre todo, con una gran flexibilidad operativa para adaptarse a los diferentes tipos de productos con la mínima incidencia de coste y plazo.

La posibilidad de conseguir que las distintas bases de datos de los sistemas CAD existentes en el campo naval fueran intercambiables permitiría que modelos de partes de buques pudieran ser fácilmente utilizables como estándares de diseño abaratando los costes de construcción sobre la base de la repetición y trabajo en series de productos intermedios. Por otra parte, el desarrollo de una herramienta global de diseño que incorporara planificación, control de producción y logística, a los sistemas CAD conectaría de

modo integrado los distintos ámbitos del proyecto contribuyendo aún más al objetivo propuesto. En fin, desde una visión actual de los astilleros, el desarrollo de sistemas CIM pasaría por la automatización completa de la maquinaria disponible hoy en día.

La importancia vital de este tema para el sector ha quedado claramente confirmada por aplastante mayoría, con un 90% de respuestas considerando que su grado de importancia es alto, lo que lo convierte en el tema más importante de la consulta. La temprana fecha de materialización pronosticada así como el elevado número de expertos con conocimiento alto del tema (31%) sugiere la existencia de bases sólidas para afrontar con esperanza este reto que se enfrenta principalmente a limitaciones de tipo tecnológico y ante las que se recomienda la cooperación entre industria y centros de investigación y tecnológicos seguido de la colaboración con empresas exteriores.

La posición de España en cuanto a capacidad científica y tecnológica, de innovación, de producción y de comercialización, es en opinión de los expertos superior a la media de la de los países de su entorno, lo que aparentemente nos sitúa en una posición competitiva favorable cara a la materialización del tema. No obstante, su plena realización requiere ahondar en los siguientes desarrollos tecnológicos:

a) Desarrollo y aplicación de herramientas avanzadas de diseño:

- *Desarrollo de metodologías de prototipado virtual*
- *Sistemas de gestión de datos de producto*
- *Reingeniería de procesos*

- *Aplicación en la fase de diseño de herramientas de modelizado, análisis y simulación de productos y procesos*
- *Desarrollo de herramientas de diseño*
- *Diseño distribuido en entornos geográficamente distantes*
- *Ingeniería concurrente*

b) Nuevos conceptos y aplicaciones de tecnologías de fabricación y de producción en construcción naval:

- *Estandarización de modelos de producto*
- *Automatización avanzada de la fabricación de subconjuntos*
- *Desarrollo de robots de nueva generación para tareas específicas de construcción naval, (soldadura, preparación de superficies, pintura, inspección, etc.)*
- *Aplicación de procesos inteligentes de fabricación*
- *Desarrollo de sistemas CAD/CAM/CAE que faciliten la integración de actividades de diseño y producción*
- *Desarrollo de sistemas de planificación, programación y gestión de producción soportados por herramientas inteligentes de apoyo a la decisión*
- *Sistemas expertos.*
- *Protocolo de comunicación entre sistemas CAD y máquinas de trabajo*
- *Programación y bases de datos orientados a objetos.*
- *Desarrollo de tecnologías de comunicaciones y redes industriales para el intercambio electrónico de información*
- *Desarrollo de sistemas de interfaces de usuario*

Materialización 2005-2009

Nº Tema	Tema	Impacto sobre Desarrollo Industrial	Indice Grado Importancia
13	Uso práctico de navíos de gran fiabilidad capaces de funcionar durante cinco años sin necesidad de paradas por mantenimiento, gracias a las mejoras en la fiabilidad de los equipos y materiales.	67%	3,77
8	Logro de un 20% de aumento en la eficiencia propulsiva mediante avances tecnológicos en el desarrollo de la hélice y el diseño de la forma/superficie del casco.	67%	3,71
18	El uso práctico de nuevas infraestructuras (p.ej.: puertos flotantes) o de procedimientos/instalaciones más efectivas de manipulación de carga (o ambas) reducen en un 30% el coste de la interfaz barco/puerto.	65%	3,58
27	Amplio uso en construcción naval de sistemas de diseño y fabricación descentralizados (mediante la distribución funcional a lo largo de diferentes líneas de clientes, proveedores y fabricantes) basados en la internacionalización y la conexión en red.	62%	3,68
9	Logro de una mejora del 20% aprox. Del rendimiento de los motores, incluyendo mejoras en los accesorios del mismo	58%	3,67

X.4.2.1. Análisis de cada uno de estos Temas

Tema 13: Uso práctico de navíos de gran fiabilidad capaces de funcionar durante cinco años sin necesidad de paradas por mantenimiento, gracias a las mejoras en la fiabilidad de los equipos y materiales

Científica y Tecnológica	CAPACIDAD DE ESPAÑA			LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
	Innovación	Producción	Comercialización		
2-3	2-3	3	2	49%	Cooperación industria-centros I+D y colab. Empresas Exteriores

El aumento de la fiabilidad de los navíos hasta el punto de permitir la navegación sin paradas por mantenimiento durante cinco años conlleva un aumento de la disponibilidad para el viaje de los mismos y, en consecuencia, una mayor eficiencia en la explotación de la que derivan importantes ventajas económicas.

El coste de mantenimiento en buques está íntimamente relacionado con la calidad de los materiales en cuanto a desgaste y capacidad de resistir ambientes marinos, fundamentalmente por corrosión y por corrosión bajo tensiones. El desarrollo de sensores específicos y de sistemas para el monitorizado y control en tiempo real de materiales y equipos permitiría la adecuación de las pautas de mantenimiento a las necesidades reales del mismo, alargando los intervalos entre paradas.

El interés de este logro para el sector naviero sería enorme. No obstante, su aplicación práctica (es decir, la no parada del buque en 5 años) requeriría una modificación en profundidad de las actuales normas internacionales en materia de seguridad de la Organización Marítima Internacional (OMI) y, en particular, de los Convenios Internacionales SOLAS y MARPOL.

La capacidad de España en este tema que es el segundo en importancia de la consulta, es equiparable a la media de la de los países de su entorno y, su materialización tropezaría principalmente con limitaciones de tipo tecnológico ante las que se recomienda sobre todo la cooperación entre industria y centros de investigación y tecnológicos, así como la colaboración con empresas exteriores.

El logro de mejoras sustanciales en la fiabilidad de equipos y materiales, que permita al menos

la materialización técnica del tema, requiere de una mayor profundización tecnológica en los aspectos siguientes:

- a) *Desarrollo de tecnologías de protección contra la corrosión*
- b) *Nuevos materiales con características mejoradas ante la corrosión, el desgaste y la fricción*
- c) *Desarrollo y aplicación de sistemas expertos de mantenimiento basados en el conocimiento*
- d) *Desarrollo de tecnologías de monitorización, seguimiento y diagnóstico remoto del estado de la estructura y de los equipos de a bordo.*
- e) *Desarrollo y aplicación de tecnologías y conceptos de 'diseño para el mantenimiento' en buques y navíos*
- f) *Aplicación extensiva de sistemas de mantenimiento predictivo*
- g) *Nuevas tecnologías de fabricación orientadas a garantizar la protección (buen acabado en soldaduras, preparación de superficies).*
- h) *Desarrollo de sensores específicos para aplicaciones navales.*
- i) *Tecnologías de análisis de riesgo, fiabilidad y soporte para toma de decisiones en caso de fallo (Análisis Logístico Integrado).*
- j) *Control Predictivo / Adaptativo*
- k) *Desarrollo y aplicación de tecnologías avanzadas de evaluación no destructiva (END)*

Tema 8: Logro de un 20% de aumento en la eficiencia propulsiva mediante avances tecnológicos en el desarrollo de la hélice y el diseño de la forma/superficie del casco

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros de investigación y tecnológicos
4	3	3	3	59%	48%

A pesar de los indudables avances conseguidos en los últimos años en los que se ha buscado aumentar el rendimiento de las hélices, la eficiencia en la propulsión sigue siendo una meta importante para los expertos consultados.

En general, se persigue el desarrollo de técnicas computacionales (CFD) para tratar de minimizar la dependencia de los canales de experiencias hidrodinámicas, al menos como única fuente de decisión en cuanto a formas y potencia propulsiva requerida por los buques, y con ello proporcionar mejores opciones de integrar, en el diseño de las formas, las características constructivas y operativas que el buque debe reunir para ser eficaz en su construcción y futura explotación.

En opinión de los expertos, España posee con referencia a este tema una posición de líder en cuanto a capacidad científica y tecnológica y, una posición favorable comparada con los paí-

ses de su entorno en cuanto a capacidad de innovación, de producción y de comercialización. Las limitaciones a superar para el logro propuesto son claramente tecnológicas, por lo que los expertos recomiendan favorecer la cooperación entre industrias y centros de investigación y tecnológicos.

Para que los trabajos actuales sobre resistencia al avance y propulsión conduzcan a mejoras del orden propuesto será necesario ahondar en las tecnologías siguientes:

- a) *Desarrollo de herramientas computacionales de dinámica de fluidos (CFD) para aplicaciones navales*
- b) *Desarrollo de nuevos materiales para hélices y recubrimientos de cascos.*
- c) *Desarrollo y aplicación de herramientas avanzadas de diseño.*
- d) *Desarrollo de tecnologías de ensayo.*

Tema 18: El uso práctico de nuevas infraestructuras (p.ej.: puertos flotantes) o de procedimientos/instalaciones más efectivas de manipulación de carga (o ambas) reducen en un 30% el coste de la interfaz barco/puerto

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Económicas	Estímulos económicos y fiscales de la Admón.
3	3	3	2-3	52%	36%

Este tema de gran actualidad debe su importancia a que una parte muy significativa del coste total del transporte marítimo se produce durante la estancia del buque en puerto, lo que unido al fuerte incremento previsible para los próximos años del tráfico de mercancías exigirá el desarrollo de puertos ágiles con servicios adecuados para el intercambio rápido y eficaz de cargas.

La reducción del coste de la interfaz barco/puerto implica mejorar la eficacia de toda la cadena de manipulación y transbordo de cargas. Es decir, el desarrollo de nuevas infraestructuras portuarias y procedimientos de acceso orientadas a este fin, la mejora de las operaciones de embarque/desembarque de mercancías, la optimización de la fase terrestre del transporte garantizando unas condiciones adecuadas de *intermodalidad* que favorezcan los flujos de cargamento en ambos sentidos, etc.

Una consecuencia importante del aumento de la eficacia del sistema de carga/descarga es la menor estancia en puerto de los buques, lo cual permite un mayor número de viajes anuales y, en definitiva, una mayor eficiencia en la explotación al reducir los tiempos del ciclo de transporte.

La capacidad de España para la materialización de este tema es, en opinión de los expertos, superior a la media de la de los países de su entorno, siendo la principal dificultad señalada por éstos de tipo económico y, la medida más recomendada los estímulos económico/fiscales de la Administración. No obstante, se entiende que para alcanzar los objetivos propuestos será necesario el desarrollo y aplicación de :

- a) *Desarrollo de sistemas automatizados de carga/descarga tanto en el buque como en el puerto.*
- b) *Intermodalidad.*
- c) *Herramientas avanzadas de gestión logística.*
- d) *Tecnologías avanzadas de localización para gestión de contenedores.*

En fin, la modificación de determinadas medidas regulatorias actuales (como las referentes al personal de estiba, o las de practica) también podría abrir una vía para el logro de reducciones importantes en los costes de la interfaz barco/puerto.

Tema 27: Amplio uso en construcción naval de sistemas de diseño y fabricación descentralizados (mediante la distribución funcional a lo largo de diferentes líneas de clientes, proveedores y fabricantes) basados en la internacionalización y la conexión en red

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas y Económicas	Colaboración Empresas Exteriores
3	2	3	2	48%	44%

La construcción naval es una industria de síntesis en la que la magnitud de los proyectos y la sofisticación de los sistemas a integrar -que exigen un elevado grado de especialización-, difícil-

mente permiten la concentración en una sola factoría de todas las capacidades requeridas desde el proyecto básico hasta la construcción del buque.

La consecuente fragmentación de las tareas a realizar hacia centros geográficamente distantes, pero también la externalización creciente de mayores cotas de responsabilidad en diseño y producto hacia proveedores e industria auxiliar, junto con las necesidades logísticas que incorporan una cada vez mayor internacionalización de actividades y la globalización de los mercados, exige necesariamente la incorporación de sistemas de diseño y fabricación descentralizados y de tecnologías que permitan compartir de forma rápida, segura y simultánea todos los datos necesarios para el proyecto común.

A tenor de los resultados obtenidos, la posición de España en cuanto a capacidad científica y tecnológica y de producción es superior a la de los países de su entorno, mientras que las capacidades de innovación y de comercialización son inferiores a la misma. Junto a ello, los expertos ven en las limitaciones tecnológicas y económicas los principales obstáculos para la materiali-

zación del tema, por lo que recomiendan ante todo la colaboración con empresas exteriores y, en segundo lugar, la cooperación entre industria y centros de investigación y tecnológicos.

Para alcanzar el amplio uso descrito de sistemas de diseño y fabricación descentralizados basados en la internacionalización y la conexión en red, será necesario desarrollar y aplicar nuevas tecnologías como:

- a) *Desarrollo y aplicación de sistemas avanzados de diseño y fabricación en entornos geográficamente distantes.*
- b) *Desarrollo de estándares navales.*
- c) *Desarrollo de estándares de intercambio de información.*
- d) *Nuevas herramientas de gestión logística y aprovisionamiento.*

Tema 9: Logro de una mejora del 20% aprox. del rendimiento de los motores, incluyendo mejoras en los accesorios del mismo

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Colaboración Empresas Exteriores
2-3	2	3	2	68%	52%

Las prestaciones de los motores térmicos desde su incorporación a la propulsión de buques y, posteriormente, a la generación de energía eléctrica en los mismos, no han dejado de crecer y, en la actualidad, las perspectivas de conseguir mejoras adicionales gracias al desarrollo de nuevos conocimientos y tecnologías siguen siendo altamente prometedoras.

El desarrollo de nuevas máquinas más eficientes y de gran fiabilidad, de consumos más reducidos y con menores emisiones de gases contaminantes (NO_x , SO_2) y, por consiguiente, más respetuosas con el medio ambiente, constituye un importante desafío para los fabricantes de motores para aplicaciones marinas que repercu-

te directamente en una mayor eficiencia en la explotación del buque.

Con una capacidad científica y tecnológica equivalente a la media de la de otros países y con una capacidad de producción superior a ésta, la posición de España es, sin embargo, inferior a la media en cuanto a las capacidades de innovación y de comercialización.

Los expertos consultados ven en las limitaciones tecnológicas la principal limitación para el logro de una mejora del 20% del rendimiento de los motores, ante lo que recomiendan la colaboración con empresas exteriores.

La materialización efectiva del tema, prevista para el período 2005-2009, requiere de nuevos desarrollos tecnológicos como:

- a) *Nuevos materiales de baja fricción y elevada resistencia al desgaste.*
- b) *Nuevos materiales para aplicaciones a alta temperatura.*
- c) *Nuevos desarrollos en los sistemas de combustión (diseño de cámaras, inyección, etc.).*
- d) *Reducción del número de componentes y del peso (motor, partes móviles).*
- e) *Tecnologías de reducción de emisión de gases.*

X.5. IDENTIFICACIÓN DE LOS TEMAS MÁS RELEVANTES EN FUNCIÓN DE SU GRADO DE IMPORTANCIA E IMPACTO SOBRE LA CALIDAD DE VIDA Y EL ENTORNO.

En el presente capítulo se consideran aquellos temas que estando entre los diez más relevantes del estudio por su Índice Grado de Importancia poseen, además, un elevado impacto sobre la Calidad de Vida y el Entorno.

Los cuatro temas de este conjunto, relevantes por su impacto en la calidad de vida y el entorno (figura 5.1), se caracterizan por abordar un único objetivo básico, irrenunciable para la actividad del

sector, como es la **seguridad**; y en consecuencia, relegan a un segundo plano por su menor nivel de importancia otros posibles objetivos de interés como la contaminación marina, etc. Así, los susodichos temas priorizan la seguridad tanto en la navegación mediante el empleo de sistemas inteligentes de control de tráfico marítimo y de prevención de las colisiones, como de forma más general, en la fabricación minimizando el factor humano y en la explotación mediante la simulación y predicción de escenarios de accidente.

Figura 5.1.



Los párrafos siguientes analizan uno a uno y ordenados por su fecha de materialización estos cuatro temas.

X.5.1. Materialización 1999-2004

Nº Tema	Tema	Impacto sobre la Calidad de Vida y el Entorno	Índice Grado Importancia
12	Uso práctico de sistemas de prevención de la colisión de barcos mediante avances en las tecnologías de detección y tecnologías de inteligencia artificial	66%	3,58

X.5.1.1. Análisis de cada uno de estos Temas

Tema 12: Uso práctico de sistemas de prevención de la colisión de barcos mediante avances en las tecnologías de detección y tecnologías de inteligencia artificial.

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Colaboración Empresas Exteriores
2	2	2	2	57%	39%

La evolución en el transporte marítimo hacia buques de alta velocidad, ya atisbable en el transporte de viajeros, y en cierta medida también el desarrollo de conceptos novedosos de buques totalmente automatizados, plantea nuevos desafíos para la navegación segura de los barcos y, en particular, exige la utilización de sistemas de prevención de colisión de los mismos.

La detección e identificación precoz de todo tipo de objetos que puedan interferir en la trayectoria del buque será una premisa necesaria para maniobrar con la antelación suficiente en espacios de tiempo cada vez más cortos debido al incremento de velocidad previsto. Las tecnologías de inteligencia artificial junto con los sistemas de reacción automática que actúan sobre la propulsión y los timones aumentarán la seguridad en

la navegación contribuyendo a la reducción del error humano en las operaciones. No obstante, para su aplicación se deberán superar las retenciones que generan dichos sistemas en medios profesionales habituados a actuar personalmente.

En opinión de los expertos, España posee comparada con otros países una posición desfavorable en todos los aspectos, por lo que se recomienda la colaboración con empresas exteriores al objeto de superar las limitaciones tecnológicas que constituyen el obstáculo principal para la materialización del tema.

Para el desarrollo y aplicación de sistemas inteligentes de prevención de la colisión que redunden

en un aumento de la seguridad marítima, será preciso avanzar en las tecnologías siguientes:

a) *Desarrollo de tecnologías avanzadas de detección de objetos menores para barcos*

b) *Desarrollo de sistemas inteligentes de actuación automática sobre la propulsión y maniobra del buque para llevarlo a condiciones de navegación segura.*

X.5.2. Materialización 2005-2009

Nº Tema	Tema	Impacto sobre la Calidad de Vida y el Entorno	Indice Grado Importancia
28	Amplio uso de medidas de seguridad para complejos industriales, buques y artefactos marítimos, apropiadas a su tamaño y funcionalidad, basadas en la valoración del peligro potencial y en técnicas de predicción de escenarios de accidente.	64%	3,74
11	Uso práctico de sistemas inteligentes de control de tráfico marítimo para la navegación segura y eficiente de barcos y embarcaciones rápidas en aguas congestionadas.	63%	3,61
29	Amplio uso en construcción naval de robots para trabajos peligrosos o en condiciones extremas, asegurando la seguridad del trabajador	48%	3,74

X.5.2.1. Análisis de cada uno de estos Temas

Tema 28: **Amplio uso de medidas de seguridad para complejos industriales, buques y artefactos marítimos, apropiadas a su tamaño y funcionalidad, basadas en la valoración del peligro potencial y en técnicas de predicción de escenarios de accidente**

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Económicas	Cooperación industria-centros I+D
3	3	3	2	51%	30%

La seguridad de una planta industrial es un aspecto fundamental de la tecnología organizativa, productiva y de gestión de la misma, por cuanto su tratamiento eficaz requiere de rigurosos análisis de los sistemas operativos, incrementados en su complejidad por la incidencia de los numerosos actos inseguros debidos a la actuación personal. Ahora bien, si esto es así en una instalación fija en tierra, en una instalación flotante, como es un buque, sometido a una infinita variedad de factores externos que afectan a su comportamiento, la situación se vuelve mucho más delicada y compleja.

Por lo tanto, la única manera de afrontar los peligros y consecuencias atribuibles a los fallos de las instalaciones y los actos inseguros de las personas, es a través de operativos complejos y fiables análisis, basados en la definición de los posibles escenarios operativos y su peligro potencial, a través de técnicas de predicción y sistemas de simulación, todo ello unido al desarrollo de las técnicas y sistemas de carácter productivo y preventivo que actúen sobre el riesgo en su fase más incipiente, antes de que su desarrollo se transforme en un accidente.

En relación con este tema se observa que, en opinión de los expertos, España posee una capacidad superior a la de los países de su entorno en todos los aspectos salvo en el de comercialización. La principal limitación apreciada por los mismos es de tipo económico y las medidas más recomendadas son la cooperación entre industria y centros de investigación y tecnológicos, seguida de cerca por los estímulos económico/fiscales de la administración

El amplio uso de las citadas medidas de seguridad que conlleva la materialización de este tema, tercero en importancia de la consulta realizada, demanda el desarrollo de las siguientes técnicas y/o tecnologías:

- a) F.S.A. (*Formal Safety Assessment*).
- b) *Desarrollo de técnicas de predicción de escenarios de accidentes*
 - *Modelización de los fenómenos físicos que generan el accidente, su detección y combate*
 - *Modelización del comportamiento humano.*
 - *Modelos de evacuación, asistencia y rescate.*
- c) *Desarrollo y aplicación de nuevos materiales con elevada resistencia al fuego y baja emisividad y toxicidad de humos.*
- d) *Proyectos basados en simulación y realidad virtual.*
- e) *Tecnologías de detección y alarma. Desarrollo de sensores.*
- f) *Desarrollo de bases de datos de buques y artefactos marítimos^(*) que a escala mundial incorporen datos de seguridad, accidentes, inspección, etc.*
- g) *Desarrollo de tecnologías para la gestión global de la seguridad.*
- h) *Ergonomía.*

Tema 11: Uso práctico de sistemas inteligentes de control de tráfico marítimo para la navegación segura y eficiente de barcos y embarcaciones rápidas en aguas congestionadas

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Colaboración Empresas Exteriores
2	2	2	2	53%	40%

(*)La creación de una base de datos mundial de buques ayudaría enormemente a evaluar el riesgo cierto de cada operación, mucho más ligada de lo que parece al buque en concreto y a su operador. Aunque dicha base está en desarrollo (MOU: Memorandum of Understanding, de París y acuerdos posteriores), las dificultades que encuentra su aplicación sugieren un mayor énfasis en su desarrollo.

El constante incremento del tráfico en determinados puertos y corredores marinos junto a la también creciente velocidad de cierto tipo de barcos, como son los ferrys de transporte de pasajeros, exige la utilización de sistemas inteligentes de control de tráfico marítimo que regulen el movimiento de los buques en toda condición, aumentando la seguridad de los mismos.

Algunas de las tecnologías necesarias para la aplicación de estos sistemas inteligentes ya están en mayor o menor grado desarrolladas en la actualidad, como los sistemas de comunicación y de localización e identificación de navíos. Sin embargo, aspectos tan importantes como el desarrollo legislativo y la armonización normativa que facilite la maniobrabilidad de buques sin intervención humana, podrían frenar la puesta en práctica de los desarrollos tecnológicos realizados a pesar de que puedan probar su viabilidad técnica.

La posición de España al respecto es claramente inferior a la media de los países de su entorno en todas las capacidades consultadas. Paradójicamente, la principal limitación vista por la población de expertos encuestados no es de tipo

legislativo/normativo sino claramente tecnológica, ante lo que se recomienda principalmente la colaboración con empresas extranjeras.

Algunas tecnologías importantes a impulsar para la materialización del tema son:

- a) *Desarrollo de tecnologías de inteligencia artificial aplicadas al control de tráfico marítimo*
- b) *Desarrollo de herramientas de análisis y planificación del tráfico en vías navegables*
- c) *Desarrollo de herramientas de simulación de tráfico marítimo*
- d) *Desarrollo de sistemas y redes de comunicación avanzadas*
- e) *Desarrollo de sistemas avanzados de control/ guiado automático (sin intervención humana) para buques y navíos*
- f) *Desarrollo legislativo y armonización normativa*

Tema 29: Amplio uso en construcción naval de robots para trabajos peligrosos o en condiciones extremas, asegurando la seguridad del trabajador

CAPACIDAD DE ESPAÑA				LIMITACIÓN PRINCIPAL	MEDIDA MÁS RECOMENDADA
Científica y Tecnológica	Innovación	Producción	Comercialización	Tecnológicas	Cooperación industria-centros I+D
2	2	2	2	51%	39%

La incorporación de robots a la construcción naval puede considerarse como lenta y las aplicaciones desarrolladas se centran básicamente en la construcción de productos intermedios o subconjuntos estructurales más o menos sencillos.

Una de los principales inconvenientes para la automatización de diversas actividades específicas de la construcción y reparación de buques es precisamente la complicada geometría tanto en formas como en dificultad de acceso y movimiento, lo que siempre ha dificultado la incorpo-

ración de robots en la realización de trabajos que, bien por su peligro o por las condiciones extremas en las que se realizan, son una amenaza evidente para los operarios que los realizan.

Así, por ejemplo, el trabajo en los tanques de lastre y en zonas confinadas de los buques, especialmente en el caso de buques pequeños, es muy penoso para los trabajadores y representa riesgos altos en comparación con otras actividades. Teniendo en cuenta la exigencia de terminación de dichas zonas en aras de un mantenimiento mínimo en servicio, el trabajo debe realizarse, además, con elevada calidad. El desarrollo de robots que puedan realizar este tipo de trabajos supondría un gran avance para la construcción naval, aunque las dificultades para su realización son muy elevadas considerando los problemas asociados de movimiento, accesibilidad a zonas en pared y techos, etc., y de orientación y posicionamiento de los mismos.

Aunque la incorporación de robots a la fase de fabricación va creciendo, los expertos opinan que en la actualidad España posee una posición inferior a la de los países de su entorno en todas las capacidades consultadas. Las respuestas proporcionadas han considerado que la principal

limitación es de tipo tecnológico, si bien son muy importantes las limitaciones económicas que quedan en segundo lugar. La medida más recomendada para la materialización del tema es la cooperación entre industria y centros de investigación y tecnológicos.

Entre las tecnologías de interés cuyo desarrollo facilitaría la aplicación en construcción naval de robots para trabajos peligrosos se citan las siguientes:

- a) *Desarrollo de robots autónomos para soldadura / pintura / preparación de superficies:*
- *Sistemas inteligentes de visión artificial.*
 - *Movilidad en estructura de buques: Tecnologías de guiado/control con capacidad para adaptarse a superficies verticales.*
 - *Desarrollo de técnicas de posicionamiento preciso en entornos de construcción naval*
 - *Desarrollo de sistemas inteligentes de control del proceso.*
 - *Desarrollo de tecnologías de transmisión de datos en jaulas de Faraday.*

X.6.IDENTIFICACIÓN DE LOS TEMAS MÁS RELEVANTES EN FUNCIÓN DE SU GRADO DE IMPORTANCIA E IMPACTO SOBRE EL EMPLEO.

Prácticamente todos los temas propuestos en el estudio han sido considerados como de muy bajo impacto sobre el empleo y en ningún caso se supera al impacto que el tema pueda tener sobre el desarrollo industrial.

Los dos temas que se citan a continuación son los de mayor impacto sobre el empleo, y pertenecen al grupo de los diez temas relevantes tratados en los dos capítulos anteriores, por lo que no se insistirá en el análisis de los mismos. El primero de ellos, tema 6, tiene una incidencia

negativa sobre el empleo, si bien a largo plazo el avance tecnológico inducido puede generar nuevo empleo de mayor cualificación. El segundo tema (27) también podría tener una incidencia inicialmente negativa al dispersar internacionalmente partes de la fabricación del buque. No obstante, el cambio de escenario que ello implica así como las ganancias conseguidas al poder acceder a la fabricación de buques contratados en otros países requieren de un análisis más profundo para concluir sobre su impacto en el empleo.

X.6.1.Materialización 1999-2004

Nº Tema	Tema	Impacto sobre el Empleo	Indice Grado Importancia
6	Uso práctico en construcción naval de sistemas CIM que integran diversos software como base de datos diseño/producción, y sistemas CAD/CAM inteligentes, reduciendo los costes de personal en construcción naval a un medio del coste actual.	30%	3,9

X.6.2.Materialización 2005-2009

Nº Tema	Tema	Impacto sobre el Empleo	Indice Grado Importancia
27	Amplio uso en construcción naval de sistemas de diseño y fabricación descentralizados (mediante la distribución funcional a lo largo de diferentes líneas de clientes, proveedores y fabricantes)basados en la internacionalización y la conexión en red.	35%	3,68

X.7. TEMAS EN LOS QUE LA POSICIÓN DE ESPAÑA ES MÁS FAVORABLE

Figura 7.1.



La figura 7.1 muestra, ordenados de menor a mayor, el Índice de Posición obtenido por los temas del estudio. Este índice IP se obtiene mediante la suma de las modas de las respuestas obtenidas por las capacidades científico-tecnológica, de innovación, de producción y de comercialización, que configuran la variable 'Posición de España respecto de otros países'. El índice IP permite interpretar de una forma rápida la posición global de nuestro país en cada uno de los temas y en el conjunto de todos ellos considerando que:

IP ∈ [4-6]: Posición muy desfavorable.

IP ∈ [7-9]: Posición desfavorable.

IP = 10: Posición media.

IP ∈ [11-13]: Posición favorable.

IP ∈ [14-16]: Posición muy favorable.

La tabla siguiente cita los temas en los que España tiene una posición favorable con respecto a los países de su entorno.

Temas en los que el Índice de Posición es igual o superior a 11:

Nº Tema	Tema	Índice de posición	Fecha de materialización
3	Desarrollo de navíos rápidos de unas 500 toneladas de peso muerto, enteramente construidos de nuevos materiales no-férreos para reducir peso.	11,5	1999-2004
6	Uso práctico en construcción naval de sistemas CIM que integran diversos software como bases de datos de diseño/producción, y sistemas CAD/CAM inteligentes, reduciendo los costes de personal en construcción naval a un medio del coste actual.	12	1999-2004
7	Desarrollo de una técnica de simulación fluidodinámica de barcos que elimina la necesidad de ensayos de canal en el desarrollo de sistemas de propulsión y en el diseño de formas de casco.	11,5	2005-2009
8	Logro de un 20% de aumento en la eficiencia propulsiva mediante avances tecnológicos en el desarrollo de la hélice y el diseño de la forma/superficie del casco.	13	2005-2009
18	El uso práctico de nuevas infraestructuras (p. ej. : puertos flotantes) o de procedimientos/instalaciones más efectivas de manipulación de carga (o ambas) reducen un 30% el coste de la interfaz barco/puerto.	11,5	2005-2009
19	Uso práctico de nuevas infraestructuras flotantes (p. ej.: hoteles, aeropuertos, plantas de generación eléctricas, instalaciones deportivas, plantas desalinizadoras, etc.).	12,5	2005-2009
22	Desarrollo de transporte de agua dulce en grandes cantidades (>1.000.000 de Tm).	13	2005-2009
23	Uso práctico de buques con impacto ecológico nulo.	12	2005-2009
28	Amplio uso de medidas de seguridad para complejos industriales, buques y artefactos marítimos, apropiadas a su tamaño y funcionalidad, basadas en la valoración del peligro potencial y en técnicas de predicción de escenarios de accidente.	11	2005-2009

Independientemente de la importancia concedida a cada uno de estos temas, de ellos se desprenden algunas de las actividades o disciplinas propias del sector que podrían considerarse como fortalezas del mismo a tenor de la mayor confianza que proporcionan a los expertos consultados sobre las capacidades disponibles para su materialización.

El desarrollo de conceptos novedosos de buques de alto nivel tecnológico (temas 3, 22 y 23); la modernización de los medios productivos, su

automatización y el desarrollo de sistemas CIM (tema 6); las tecnologías y conocimientos, tanto teóricos como experimentales, para el desarrollo de los sistemas de propulsión (hélices) y del diseño de formas de casco (temas 7 y 8); la reducción de costes de la interfaz barco/puerto (tema 18); las medidas de seguridad basadas en la valoración del peligro potencial y en técnicas de predicción de escenarios de accidente (tema 28); y la explotación de nuevas infraestructuras flotantes (tema 19) completan los temas en los que la posición de España respecto de otros países resulta favorable.

X.8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente *Estudio de Prospectiva Tecnológica Industrial del Sector Naval* ha movilizado a un importante colectivo de expertos pertenecientes a todos los ámbitos de la actividad sectorial, interrogándolos mediante la aplicación de un cuestionario de tipo Delphi sobre un total de 31 temas prospectivos de indudable interés para el futuro del sector.

Las encuestas conseguidas constituyen una muestra representativa de la población de expertos del sector y, corresponden principalmente a expertos varones de entre 40 y 60 años de edad, con experiencia industrial en más de la mitad de los casos, y con un elevado nivel de conocimiento en al menos 4 ó 5 de los temas tratados mas unos buenos conocimientos de prácticamente la mitad de la temática del cuestionario.

Las respuestas proporcionadas por esta población de expertos califican a los temas con un grado de importancia alto en un 44% de los casos y consideran que éstos actúan sobre todo como tractores del desarrollo industrial. La fecha prevista para la materialización de los temas corresponde en la mitad de los casos al período 2005-2009.

El valor medio obtenido para la posición de España comparada con los países de su entorno es ligeramente inferior a la media supuesta de la posición de los mismos en cuanto a capacidad científico-tecnológica, de innovación y de comercialización; y sólo es superior a la media de éstos en cuanto a capacidad de producción. A pesar de todo, hay nueve temas en los que España posee en relación con los países de su entorno una posición global favorable (IP³ 11).

En fin, los expertos señalan como principal limitación las de naturaleza tecnológica seguidas de las limitaciones de tipo económico; y recomiendan la cooperación entre industria y cen-

tros de investigación y tecnológicos en un tercio de los casos, seguido de la colaboración con empresas exteriores y de los estímulos económico/fiscales de la Administración.

Los temas más relevantes del estudio proporcionan una visión compartida de las principales fuerzas que guiarán los desarrollos del sector. Su análisis permite desvelar los objetivos básicos implícitos en los mismos, así como desgranar las principales tecnologías críticas cuyo desarrollo facilitará la consecución de los logros previstos y que ya han sido descritas en anteriores capítulos.

La materialización de estos temas refleja esencialmente la existencia de tres objetivos fundamentales (figura 8.1). El primero y más valorado, persigue la **eficiencia en la fabricación** de los buques, mejorando la productividad y la competitividad de la construcción naval mediante el uso de sistemas CIM (Tema 6) y la descentralización de los sistemas de diseño y fabricación (Tema 27), como medio de subsistencia en los mercados futuros.

El segundo objetivo abarca la **eficiencia en la explotación** mediante la mejora de las prestaciones de los buques debido a una mayor eficiencia propulsiva (Temas 8 y 9), y mediante la reducción de los tiempos de parada gracias tanto a la mayor eficacia de los procesos propios de la interfaz barco/puerto (Tema 18), como al menor número de paradas por mantenimiento (Tema 13).

El tercer objetivo aborda la **seguridad** como propósito irrenunciable de la actividad del sector, asumiendo mejoras tanto en la navegación mediante el empleo de sistemas inteligentes de control de tráfico marítimo (Tema 11) y de prevención de colisiones (Tema12), como en la

fabricación minimizando el factor humano (Tema 29) o en la explotación a través de la simulación y la predicción de escenarios de accidente (Tema 28).

Por último, a fin de completar la visión generada con los diez temas más relevantes del estudio, el Panel de Expertos consideró necesario incluir la **intermodalidad** y la **alta velocidad en bu-**

ques (figura 8.1) por entender que se trata de temas de indudable interés para los desarrollos futuros del sector. Además, la intermodalidad que implícitamente ya está tratada en el tema 18, constituye un objetivo básico dentro de la estrategia global del transporte; mientras que los temas 8, 9 y 12 adquieren un mayor sentido al quedar relacionados con el objetivo de la alta velocidad en buques.

Figura 8.1.: Estructura de los temas más relevantes del estudio

