

TESIS DOCTORAL

# **INCIDENCIA DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA SEGURIDAD DE LOS BUQUES**

**Autor : Ricardo González Blanco.  
Director : Dr. Enrique González Pino**

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
Facultad de Nàutica de Barcelona  
Departament de Ciència i Enginyeria Nàutiques**



## AGRADECIMIENTO

El autor del presente trabajo muestra a través de éstas líneas su agradecimiento más sincero a todas aquellas personas y empresas del ámbito marítimo, que con sus consejos y documentación han ayudado a que una idea que surgió hace unos años, a bordo de un buque, finalizara, felizmente en tierra.

Especialmente debo agradecer:

A mi Director de Tesis por su apoyo y sabia dirección.

Al Centro de Estudios Técnico Marítimos de Barcelona por poner a mi disposición toda su información.

A mis compañeros de profesión por su ayuda y apoyo moral.

A mi esposa e hijos por su paciencia.

Barcelona, abril 1998.



# ÍNDICE



<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>1. LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS.....</b>	<b>18</b>
1.1. <b>Introducción.....</b>	<b>18</b>
1.1.1. Objetivos.....	18
1.1.2. Metodología.....	18
1.1.3. Contenido.....	20
1.2. <b>La tecnología. Consideraciones generales.....</b>	<b>21</b>
1.2.1. Definiciones.....	21
1.2.2. Nuevas tecnologías.....	22
1.2.3. Escenarios tecnológicos.....	23
1.3. <b>Origen de las nuevas tecnologías.....</b>	<b>23</b>
1.3.1. Introducción.....	23
1.3.2. Investigación y desarrollo.....	25
1.3.2.1. España.....	25
1.3.2.2. Europa.....	27
1.3.2.3. Otros países.....	34
1.4. <b>Clasificación de las tecnologías.....</b>	<b>36</b>
1.5. <b>Evolución de la tecnología en el ámbito marítimo.....</b>	<b>39</b>
1.5.1. Secuencia de las innovaciones tecnológicas.....	39
1.5.2. Vigencia y actualidad de la tecnología.....	40
1.5.3. Campos emergentes.....	42
1.6. <b>Limitaciones a las nuevas tecnologías.....</b>	<b>43</b>
1.6.1. Comerciales. Coste/beneficio.....	43
1.6.2. Correlación entre la tecnología y su uso a bordo.....	44
1.7. <b>Impacto general de las nuevas tecnologías.....</b>	<b>45</b>
1.7.1. Introducción.....	45
1.7.2. Incidencia Social.....	46
1.7.3. Consecuencias económicas.....	47
1.7.4. Impacto ambiental.....	53
1.7.4.1. Emisiones contaminantes.....	53
1.7.4.2. Protección de la capa de ozono.....	54
1.8. <b>Marco legislativo de las nuevas tecnologías.....</b>	<b>57</b>
1.8.1. Introducción.....	57
1.8.2. Organización Marítima Internacional.....	57
1.8.2.1. Normas de funcionamiento.....	58
1.8.2.2. Los trabajos futuros.....	59
1.8.3. Aspectos tecnológicos de los Convenios Internacionales.....	61
1.8.3.1. Convenio Internacional para la Seguridad de la vida Humana en la Mar.....	62
1.8.3.1.1. Aplicación y desarrollo.....	62
1.8.3.1.2. Comentarios.....	64
1.8.3.2. Convenio Internacional de Formación y Guardia para la Gente de Mar.....	64
1.8.3.2.1. Aplicación y desarrollo.....	65
1.8.3.2.2. Problemática planteada.....	67
1.8.3.3. Código de Gestión de la Seguridad Operacional del Buque.....	68
1.8.3.3.1. Introducción.....	68

**INDICE.**

2

1.8.3.3.2.	Gestación y Desarrollo.....	69
1.8.3.3.3.	Impacto de la aplicación del ISM.....	71
1.8.3.4.	Convenio para Prevenir la Contaminación por los Buques.....	75
1.8.3.5.	Resumen crítico sobre los Convenios y Códigos.....	77
1.8.4.	Las Sociedades de Clasificación.....	78
1.8.4.1.	Funciones.....	78
1.8.4.2.	Nuevas Reglas avanzadas.....	81
1.8.4.2.1.	Lloyd's Register of Shipping.....	83
1.8.4.2.2.	Det Norske Veritas.....	85
1.8.4.2.3.	American Bureau Shipping.....	89
1.8.4.3.	Agrupaciones de Sociedades de Clasificación.....	93
1.8.5.	La normativa y los avances tecnológicos.....	94
1.8.5.1.	Proceso de normalización.....	94
1.8.5.2.	La homologación de equipos y sistemas en la Unión Europea.....	95
1.8.5.3.	Organismos de normalización.....	95
1.8.5.4.	Organización Internacional de Normalización.....	97
1.8.5.5.	Normalización en España.....	98
1.9.	Conclusiones.....	99
<b>2.</b>	<b>LAS TRIPULACIONES.....</b>	<b>99</b>
2.1.	Introducción.....	99
2.1.1.	Objetivos.....	99
2.1.2.	Metodología.....	100
2.1.3.	Contenido.....	101
2.2.	Características actuales de las tripulaciones.....	103
2.2.1.	Formación individual.....	104
2.2.2.	Estructura convencional.....	106
2.2.3.	Factor económico.....	108
2.3.	Evolución de las tripulaciones.....	109
2.3.1.	Tripulaciones reducidas.....	109
2.3.1.1.	Reducción cuantitativa debido a nuevas tecnologías.....	110
2.3.1.2.	Análisis de Factores reductores.....	112
2.3.2.	Criterios para su composición.....	116
2.3.2.1.	Socio-económicas.....	116
2.3.2.2.	Culturales.....	117
2.3.2.3.	Nacionalidad.....	120
2.3.2.4.	Técnicos.....	121
2.4.	Necesidades futuras.....	122
2.4.1.	Criterios de selección.....	124
2.4.2.	Tendencias formativas.....	126
2.5.	La simulación y la formación.....	128
2.5.1.	Valoración objetiva de las aplicaciones simuladas.....	128
2.5.2.	Ámbito y límites para su uso.....	131
2.6.	Operatividad del buque.....	133
2.6.1.	Criterios específicos.....	133
2.6.2.	Definición de la guardia de un sólo hombre en el puente.....	134
2.6.2.1.	Introducción.....	134
2.6.2.2.	Criterios.....	136
2.7.	El error humano.....	137

2.8.	Conclusiones.....	139
<b>3.</b>	<b>EL BUQUE.....</b>	<b>142</b>
3.1.	Introducción.....	142
3.1.1.	Objetivos.....	142
3.1.2.	Metodología.....	142
3.1.3.	Contenido.....	145
3.2.	Las claves de los desarrollos de nuevos buques.....	148
3.2.1.	La evolución tecnológica.....	148
3.2.1.1.	El uso de los nuevos materiales.....	148
3.2.1.2.	La especialización de los astilleros.....	154
3.2.1.3.	Evolución de la construcción naval.....	156
3.2.1.4.	Las opciones de reparar o desguazar.....	160
3.2.2.	La incidencia de la automatización.....	163
3.2.2.1.	Introducción.....	163
3.2.2.2.	El automatismo a bordo.....	165
3.2.2.3.	Beneficios producidos.....	167
3.2.3.	Integración del buque.....	168
3.2.3.1.	Reflexión sobre los Factores que inciden sobre la integración.....	173
3.2.3.2.	Ventajas de la integración.....	175
3.2.4.	Los nuevos diseños de buques.....	176
3.2.4.1.	Técnicas convencionales.....	176
3.2.4.2.	Transformaciones de buques y novedades tecnológicas.....	177
3.2.4.3.	Empleo de aplicaciones informáticas.....	182
3.2.4.4.	Factores de seguridad que condicionan la construcción.....	185
3.2.4.4.1.	Doble casco.....	188
3.2.4.4.2.	Cubierta intermedia.....	197
3.2.4.5.	Consecuencias legislativas y técnicas.....	199
3.3.	Las nuevas tipologías de buques.....	204
3.3.1.	Criterios definitorios.....	204
3.3.2.	Petroleros.....	208
3.3.2.1.	Proyecto E3.....	208
3.3.2.1.1.	Origen del E3.....	208
3.3.2.1.2.	Características del buque E3.....	212
3.3.2.2.	Buques "Shuttle" y unidades flotantes de producción.....	214
3.3.3.	Buques portacontenedores.....	219
3.3.3.1.	Introducción.....	219
3.3.3.2.	Evolución del tráfico.....	219
3.3.3.3.	Diseños convencionales.....	221
3.3.3.4.	Portacontenedores abiertos.....	223
3.3.4.	Buques quimiqueros.....	226
3.3.5.	Buques de alta velocidad.....	229
3.3.5.1.	Introducción.....	229
3.3.5.2.	Características generales.....	231
3.3.5.3.	Tipos de buques.....	233
3.3.5.4.	Construcciones en España.....	235
3.3.6.	La seguridad en las maniobras.....	239
3.3.7.	Propuesta de directiva europea.....	240
3.4.	El buque del siglo XXI.....	241
3.4.1.	Definición.....	242
3.4.2.	Criterios aplicados.....	243
3.4.3.	Características y funcionamiento.....	244

3.5.	Conclusiones.....	245
<b>4.</b>	<b>EQUIPOS Y SISTEMAS.....</b>	<b>246</b>
4.1.	Introducción.....	246
4.1.1.	Objetivos.....	246
4.1.2.	Metodología.....	247
4.1.3.	Contenido.....	248
4.2.	Características generales.....	250
4.3.	Influencia de las nuevas tecnologías en el equipamiento.....	251
4.4.	El Puente y sus equipos.....	251
4.4.1.	Descripción general.....	252
4.4.2.	Puentes integrados.....	254
4.4.2.1.	Introducción.....	254
4.4.2.2.	Criterios aplicados.....	256
4.4.2.3.	Contenido del espacio físico.....	257
4.4.2.4.	Concepto de un solo hombre en el puente.....	258
4.4.3.	ARPA.....	261
4.5.	La carta electrónica.....	264
4.5.1.	Introducción.....	264
4.5.2.	Normas OMI y Estándares.....	266
4.5.3.	Características relevantes.....	268
4.5.4.	Desarrollo actual de los trabajos.....	271
4.6.	Sistemas integrados para el manejo del buque.....	275
4.6.1.	Sistemas de posición avanzados.....	275
4.6.1.1.	GPS Y GPSD.....	276
4.6.1.2.	GLONASS.....	279
4.6.1.3.	GNSS.....	280
4.6.2.	Sistemas para la manipulación de la carga.....	283
4.6.2.1.	Manipulación de cargas líquidas.....	285
4.6.2.2.	Manipulación de cargas sólidas.....	289
4.7.	El futuro en el manejo del buque: Sistemas expertos.....	291
4.7.1.	Introducción.....	291
4.7.2.	Criterios aplicados para concebir un SE.....	294
4.7.3.	Configuración del Sistema experto.....	295
4.7.4.	Funcionamiento.....	297
4.7.5.	Características de un sistema experto para el buque.....	298
4.7.6.	Ventajas.....	299
4.8.	Conclusiones.....	300
<b>5.</b>	<b>LA TECNOLOGÍA Y LA COMUNICACIÓN.....</b>	<b>301</b>
5.1.	Introducción.....	301
5.1.1.	Objetivos.....	301
5.1.2.	Metodología.....	301
5.1.3.	Contenido.....	302
5.2.	Las comunicaciones marítimas.....	304
5.2.1.	Introducción.....	304

**INDICE.**

5

5.2.2.	Evolución de la comunicación en la mar.....	305
5.2.3.	Sistemas empleados en los buques.....	306
5.2.3.1.	Introducción.....	306
5.2.3.2.	Factores que definen un sistema de comunicaciones.....	307
<b>5.3.</b>	<b>INMARSAT.....</b>	<b>309</b>
5.3.1.	Introducción.....	309
5.3.2.	Generalidades.....	312
5.3.3.	Servicios e innovaciones.....	312
5.3.4.	Las estaciones de tierra y sus mejoras.....	317
<b>5.4.</b>	<b>Sistema Mundial de Socorro y Salvamento Marítimo.....</b>	<b>318</b>
5.4.1.	Génesis y origen.....	319
5.4.2.	Características y funciones.....	320
5.4.3.	Fases de entrada en vigor.....	322
5.4.4.	Interrogantes planteados.....	323
5.4.5.	Formación del personal.....	325
5.4.6.	Necesidades terrestres.....	327
5.4.7.	Las falsas alarmas.....	328
5.4.8.	Integración de las comunicaciones.....	329
<b>5.5.</b>	<b>Información sobre seguridad marítima.....</b>	<b>331</b>
5.5.1.	Introducción.....	331
5.5.2.	Mensajes y formatos.....	332
5.5.3.	COSPAS-SARSAT.....	333
5.5.4.	Comunicaciones especiales.....	336
<b>5.6.</b>	<b>Sistemas de identificación.....</b>	<b>337</b>
5.6.1.	Generalidades.....	337
5.6.2.	Sistemas de búsqueda y salvamento.....	339
<b>5.7.</b>	<b>La informática y la mejora de las comunicaciones.....</b>	<b>340</b>
5.7.1.	Empleo de la Fibra óptica y otros medios.....	340
5.7.2.	Intercambio Electrónico de Datos.....	341
5.7.3.	Internet.....	345
<b>5.8.</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>347</b>
<b>6.</b>	<b>EL ENTORNO MARÍTIMO.....</b>	<b>348</b>
<b>6.1.</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>348</b>
6.1.1.	Objetivos.....	348
6.1.2.	Metodología.....	348
6.1.3.	Contenido.....	350
<b>6.2.</b>	<b>La empresa Naviera.....</b>	<b>351</b>
6.2.1.	Estructura y gestión.....	351
6.2.2.	Planes de inversiones.....	354
6.2.3.	Rentabilidad de la empresa.....	356
6.2.4.	Sistemas operativos.....	359
6.2.4.1.	Introducción.....	359
6.2.4.2.	Estructura de un sistema.....	361
6.2.4.3.	Proceso de implementación.....	362
6.2.4.4.	Beneficios del sistema.....	364
6.2.5.	Conservación del buque.....	365
6.2.5.1.	Introducción.....	365
6.2.5.2.	Ciclo de vida.....	367

6.2.5.3.	La tecnología y la prolongación de la actividad .....	367
6.2.5.4.	El mantenimiento y su incidencia sobre los accidentes. ....	369
6.2.5.5.	Degradación de la estructura del buque por efectos de la corrosión.....	371
6.2.5.6.	Sistemas de protección del envejecimiento. ....	374
6.2.6.	Abanderamiento de los buques. ....	377
6.2.6.1.	Criterios para su Realización. ....	377
6.2.6.2.	Registros Nacionales.....	379
6.2.6.3.	Segundos Registros.....	380
6.2.6.3.1.	Consecuencias de su creación .....	380
6.2.6.3.2.	Ejemplos.....	381
6.2.6.3.3.	Factores negativos .....	386
6.2.6.4.	Banderas de conveniencia.....	387
6.2.6.4.1.	Razones para su existencia.....	387
6.2.6.4.2.	Proliferación de pabellones.....	388
<b>6.3.</b>	<b>Aplicación de innovaciones en el entorno marítimo. ....</b>	<b>389</b>
6.3.1.	Medios de ayuda a la navegación .....	389
6.3.2.	Incidencia sobre el transporte. ....	391
6.3.3.	Consecuencias para el entorno.....	391
<b>6.4.</b>	<b>Gestión del Tráfico marítimo. ....</b>	<b>392</b>
6.4.1.	Introducción. ....	393
6.4.2.	Funciones de los Centro de vigilancia del tráfico. ....	394
6.4.3.	Equipamiento de los Centros. ....	395
6.4.4.	Centros de Salvamento y lucha contra la Contaminación .....	397
6.4.4.1.	Introducción. ....	397
6.4.4.2.	Servicios.....	398
<b>6.5.</b>	<b>Protección del medio ambiente.....</b>	<b>399</b>
<b>6.6.</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>400</b>
<b>7.</b>	<b>LA SEGURIDAD Y ACCIDENTABILIDAD.....</b>	<b>401</b>
<b>7.1.</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>401</b>
7.1.1.	Objetivos. ....	401
7.1.2.	Metodología. ....	402
7.1.3.	Contenido. ....	402
<b>7.2.</b>	<b>Términos definidores de la accidentabilidad.....</b>	<b>403</b>
<b>7.3.</b>	<b>Sistemas de seguridad.....</b>	<b>404</b>
7.3.1.	Características generales. ....	406
7.3.2.	Sistemas de localización. ....	407
7.3.3.	Nivel de seguridad de los buques.....	410
7.3.3.1.	Los niveles de construcción.....	413
<b>7.4.</b>	<b>Pérdida y desaparición de buques de cargas a granel sólidas. ....</b>	<b>415</b>
7.4.1.	Aspectos generales. ....	415
7.4.2.	Caso del <i>Derbyshire</i> .....	418
7.4.2.1.	Primeras investigaciones y conclusiones oficiales. ....	418
7.4.2.2.	Investigaciones posteriores. ....	421
7.4.2.3.	Consecuencias del accidente.....	424
7.4.3.	Estudios de las Sociedades de clasificación. ....	425
7.4.4.	Informes de la OMI.....	427
<b>7.5.</b>	<b>La tecnología actual y la seguridad. ....</b>	<b>431</b>

7.5.1.	El coste de la seguridad marítima. ....	433
7.5.2.	Las inspecciones en los buques. ....	434
7.5.2.1.	Introducción. ....	434
7.5.2.2.	Correlación entre accidente e inspección. ....	435
7.5.2.3.	Guías para las inspecciones. ....	437
<b>7.6.</b>	<b>Los accidentes marítimos. ....</b>	<b>440</b>
7.6.1.	Introducción. ....	440
7.6.2.	Estudio de las causas. ....	441
7.6.3.	Casos particulares. ....	445
7.6.3.1.	Estonia. ....	447
7.6.3.1.1.	Características y generalidades. ....	447
7.6.3.1.2.	Accidente y posibles causas. ....	448
7.6.3.1.3.	Consecuencias legislativas. ....	450
7.6.3.2.	Exxon Valdez. ....	455
7.6.3.2.1.	Introducción. ....	455
7.6.3.2.2.	Consecuencias. ....	456
<b>7.7.</b>	<b>Aspectos de las emergencias a bordo de los buques con un oficial de guardia. ....</b>	<b>458</b>
7.7.1.	Introducción. ....	458
7.7.2.	Particularidades del incendio. ....	459
7.7.3.	Influencias en el desencadenamiento de un incendio. ....	460
7.7.3.1.	Métodos de intervención. ....	465
7.7.3.2.	Planes de contingencia. ....	466
7.7.4.	Parámetros claves del comportamiento humano en las emergencias. ....	467
<b>7.8.</b>	<b>Conclusiones. ....</b>	<b>470</b>
<b>8.</b>	<b>PLANES I+D EN LA UNION EUROPEA. ....</b>	<b>472</b>
8.1.	Introducción. ....	472
8.2.	Plan Magistral para la investigación y desarrollo del sector marítimo. ....	473
8.3.	Relación de Proyectos del IV Programa Marco. ....	485
8.3.1.	ATOMOS. ....	485
8.3.2.	MASIS. ....	487
8.3.3.	DISC. ....	493
8.4.	Directrices del V Programa Marco. ....	500
8.5.	Conclusiones. ....	507
<b>CONCLUSIONES FINALES. ....</b>		<b>508</b>
<b>ANEXOS. ....</b>		<b>512</b>
Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en la Mar, 1960 y 1974. ....		512
Convenio Internacional sobre Líneas de Carga, 1966. ....		528
Acuerdo sobre buques de pasaje que prestan servicios especiales, 1971. ....		530
Convenio sobre Reglamento Internacional para Prevenir los Abordajes, 1972. ....		531

<b><u>INDICE.</u></b>	<b>8</b>
<b>Convenio Internacional sobre la Seguridad de los Contenedores, 1972.....</b>	<b>533</b>
<b>Convenio constitutivo de la Organización Internacional de Telecomunicaciones Marítimas por Satélite, 1976. .....</b>	<b>535</b>
<b>Convenio Internacional de Torremolinos para la Seguridad de los buques pesqueros, 1977.....</b>	<b>537</b>
<b>Convenio Internacional sobre Normas de Formación, Titulación y Guardia para la Gente de Mar, 1978....</b>	<b>539</b>
<b>Convenio Internacional sobre Búsqueda y Salvamento Marítimos, 1979.....</b>	<b>542</b>
<b>Convenio Internacional sobre Normas de Formació, Titulación y Guardia para el personal de los buques pesqueros, 1995. ....</b>	<b>543</b>
<b>Código Internacional de Gestión de la Seguridad Operacional del Buque y la Prevención de la Contaminación. (Código Internacional de Gestión de la Seguridad, IGS).....</b>	<b>544</b>
<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....</b>	<b>554</b>

# **INTRODUCCIÓN**



## INTRODUCCIÓN.

### Justificación del tema tratado.

Las razones que impulsan a realizar una actividad o un trabajo siempre guardan relación con algún hecho o cadena de acontecimientos previos. En mi caso escoger el tema ha tenido varios motivos. En primer lugar las investigaciones realizadas en el campo marítimo durante los años que he permanecido embarcado, durante los cuales he tenido experiencias de todo tipo, donde la seguridad fue el punto focal de la mayoría de las desgracias, lo cual me ha ayudado a entender la falta de coherencia que existe cuando los temas tratados tienen como objetivo conjugar las necesidades en materia de seguridad con los presupuestos de los armadores<sup>1</sup>. En segundo lugar, el conocimiento que proporciona trabajar realizando investigaciones en el sector marítimo, teniendo un contacto directo desde hace seis años con empresas de fabricación<sup>2</sup>, centros de estudios<sup>3</sup>, universidades<sup>4</sup> y sociedades de clasificación<sup>5</sup>, para la elaboración proyectos europeos. En tercer lugar la elección se ha hecho sobre la base del contenido de las actuales líneas de investigación seguidas por el Departamento de Ciencias e Ingeniería Náuticas. Por último, sin que tenga mayor o menor importancia, la experiencia que reporta el tiempo dedicado a la docencia en la Facultad de Náutica de Barcelona, donde he tenido necesidad de ahondar en algunos conceptos teóricos, que me han confirmado la necesidad de estudiar el tema objeto de investigación en la Tesis.

El peso específico de cada una de las razones esgrimidas, creo que justifica plenamente mi decisión para investigar y estudiar un tema con el cual llevo en contacto muchos años. El título de la Tesis, "Incidencia de las nuevas tecnologías en la seguridad de los buques", trata de establecer una ligación entre los conceptos seguridad y tecnología, aportando nuevas ideas para la mejora de las condiciones en las que trabaja el sector marítimo.

---

<sup>1</sup> La filosofía del armador estaba basada en considerar que **gastaba dinero** en seguridad, los cambios producidos han hecho que ahora se contemple el **dinero invertido** en seguridad.

<sup>2</sup> STN Atlas Elektronik (Alemania), Lyngso Marine (Dinamarca), Logimatic (Dinamarca), Autronica (Noruega), Kvaerner (Noruega).

<sup>3</sup> TNO Human Factors Research Institute (Holanda), Danish Maritime Institute (Dinamarca), MARINTEK (Noruega).

<sup>4</sup> Aalborg University (Dinamarca), National Technical University of Athens (Grecia).

<sup>5</sup> Det Norske Veritas (Noruega), Lloyd's Register (Reino Unido), RINA (Italia).

La Justificación de la tesis, entonces está plenamente avalada por los anteriores considerandos que en su conjunto muestran la importancia que representa para el sector marítimo el tema. Los buques navegan con una carga de peligro implícita debido al medio en el cual realizan su actividad. Todas las investigaciones que se realicen para solucionar los problemas que se suscitan a diario ayudarán a disminuir la pérdida de vidas humanas en la mar, es decir, que aumentando las medidas de seguridad logramos el objetivo y para ello apporto éste trabajo.

**Objetivo del trabajo realizado.**

El tema tratado estudia la incidencia que las nuevas tecnologías tienen sobre la seguridad, buscando una correlación entre los dos conceptos y analizando su incidencia en el entorno, la tripulación y el buque con su carga. Los objetivos están por ello definidos por el contenido de los temas tratados y se han establecido enfocados hacia la consecución de una mayor seguridad, aumentando los niveles existentes. Se resumen en los siguientes epígrafes:

- ① Análisis de las nuevas tecnologías y su impacto sobre la seguridad en el ámbito del buque y su entorno.
- ② Estudio de las tripulaciones para buques avanzados y los criterios que deben ser aplicados para su composición, tamaño y formación.
- ③ Configurar un buque avanzado con las innovaciones tecnológicas actuales, y las tendencias de futuro.
- ④ Determinación de los criterios de integración y estandarización necesarios para equipos y sistemas.
- ⑤ Análisis de los sistemas de comunicaciones vía satélite evaluando su incidencia sobre la seguridad del buque.
- ⑥ Estudio de las ayudas a la navegación desde tierra para la seguridad del entorno, y su influencia sobre la accidentabilidad.

Los amplios objetivos establecidos intentan encontrar soluciones que mitiguen el efecto negativo, que en algunos casos produce la noticia de un accidente marítimo. La tecnología puede modificar los niveles de seguridad, siempre y cuando su aplicación sea la correcta.

**Metodología utilizada.**

El ámbito marítimo en el cual se desarrolla la investigación ofrece dificultades propias del sector, cuyo alcance puede ser en muchos casos ilimitados por ser un campo en el cual la complejidad puede cerrar los temas sin haber sido tratados con detenimiento. Se han estudiado varias formas para establecer la metodología que permita obtener un sistema válido que investigue, la introducción y aplicación de nuevas tecnologías en los buques.

La investigación ha sido estructurada por temas en los que se aborda el estudio de forma generalizada descubriendo sus características generales. Cuando las circunstancias, es decir el contenido de una parte del tema lo requiere, se particulariza, profundizando en el análisis de algunos de los datos para clarificar los conceptos de las conclusiones.

La búsqueda de pautas a seguir para establecer un método de investigación en el caso del presente trabajo, se concreta en establecer fases de estudio, que progresivamente aborden los objetivos de cada capítulo, estudiando y analizando los datos que tengan relación hasta obtener unas conclusiones que se incluyen al final de cada capítulo. La dispersión de datos existentes es un condicionante<sup>6</sup> añadido que dificulta el establecimiento y desarrollo de una metodología en las investigaciones para poder obtener buenos resultados.

**Estructura y contenido de la investigación.**

La amplitud de temas tratados ha sido un obstáculo para confeccionar el número de capítulos, que han podido reunir todo el contenido en ocho, siguiendo la misma metodología en todos que es la siguiente, partiendo del planteamiento de unos objetivos, se desarrolla un contenido que proporcione la solución y finalmente se enumeran unas conclusiones. Una característica que se ha tenido presente en el contenido de cada capítulo es establecer siempre una correlación entre tecnología y seguridad de forma que los objetivos planteados al principio de cada uno se vean reflejados en las conclusiones que se aportan al final, manteniendo ambos factores al máximo nivel posible.

---

<sup>6</sup> En ocasiones se invierte la dificultad y se convierte en ventaja, ya que la información procedente de varias fuentes es más enriquecedora.

La estructura adoptada desarrolla los temas cumpliendo con el criterio enunciado en el primer capítulo, *“el nivel de seguridad aumenta, cuando elevamos el contenido tecnológico”*. El contenido de cada uno de los capítulos se resume en los siguientes párrafos.

### **Capítulo I.- Nuevas tecnologías.**

El primer capítulo se utiliza cómo introducción y definición de los conceptos, sirviendo en primer lugar para buscar cual es el origen de las nuevas tecnologías, realizar una clasificación y comprobar su evolución en el campo marítimo. La segunda idea que se estudia es el conocimiento del impacto producido por las nuevas tecnologías en el campo social, económico y medio ambiental. Se complementa con el análisis del marco legislativo y la normativa que se aplica a un avance tecnológico.

El contenido del capítulo resalta el equilibrio entre nueva tecnología y seguridad, que normalmente está regulado por los Convenios y resoluciones de la Organización Marítima Internacional<sup>7</sup>, las cuales deben ser aprobados por todos los países, ya que son normas necesarias para aumentar la seguridad. No puede haber Estados que duden o pongan inconvenientes a normas que han sido aprobadas por consenso internacional y que en muchos casos sólo son mínimas.

### **Capítulo II.- Las Tripulaciones.**

Los posibles problemas de las tripulaciones son tomados como objetivos, para ir desgranando poco a poco las implicaciones que tiene la persona en el manejo del buque. La búsqueda de soluciones a partir de tecnología puede resultar infructuosa y negativa para los intereses del armador en particular y los producidos al transporte marítimo en general. La presencia de tripulaciones capacitadas tecnológicamente, pero muy reducidas podrían suscitar a bordo otros problemas de índole social o psicológico, es decir estamos ante el caso<sup>8</sup> de que la tecnología produce efectos contrarios a los que se pretende, lo cual hace inviable su introducción. Se estudia la evolución de las tripulaciones y la manera de establecer un

---

<sup>7</sup> Organismo asesor de la Organización de Naciones Unidas.

<sup>8</sup> La reducción de la tripulación se hace introduciendo equipos que descarguen de trabajo al oficial de guardia.

equilibrio entre número de tripulantes, formación que necesitan y equipos que debe incorporar un buque avanzado.

El planteamiento de las futuras tripulaciones se aborda considerando que es necesario crear un perfil con unas características que pongan de relieve en primer lugar, la formación técnica, teórica y práctica; y en segundo lugar las condiciones físicas y psicológicas del futuro marino<sup>9</sup>. La cuestión de la tripulación debe resolverse considerando que su función es la de manejar el buque durante su actividad. Cuando el buque realiza la navegación entre puertos, el personal que cubre las guardias en el puente, especialmente las nocturnas, es la clave del correcto desarrollo de las operaciones. En buque con tripulación reducida, la carga de trabajo y las funciones debe ser repartidas teniendo en cuenta que los sistemas funcionen de forma automática y el oficial de guardia pueda ser avisado de cualquier emergencia por las alarmas correspondientes.

La última parte se dedica al estudio de la incidencia de la tripulación en la operatividad del buque buscando definir los criterios que deben regular los enlaces entre el tripulante y el equipo, para establecer los niveles de formación que debe recibir el futuro oficial. Termina el capítulo estudiando algunas de las causas que desencadenan el error humano.

### **Capítulo III. El Buque.**

Uno de los problemas que surgen en el diseño de los nuevos buques es el encontrar la relación que debe haber entre tecnología y la asignación de una tripulación adecuada. Los estudios realizados de buques de última generación, permiten detectar la relación que debe existir entre ambos factores, y exponerla claramente ya que no está clara para algunos armadores. En casos estudiados o investigados, se comprueba que después de repasar las características donde se enumeran ingentes cantidades de últimos avances incorporados al buque se indica un número de tripulantes parecido al de los buques convencionales. Vemos que es una contradicción económica para el armador diseñar un buque con alto contenido tecnológico y no reducir la tripulación.

Se estudia la evolución de los buques como ayuda a investigar cual será la configuración y función de un buque para el próximo siglo. Sus características y la cantidad de factores,

incluyendo la preparación del conjunto de la tripulación, o la posibilidad de utilizar buques manejados por control remoto desde estaciones de tierra por un grupo de expertos. Por lo tanto, podemos dar por buena la idea, apuntada en el capítulo de tripulaciones, donde se precisa que los sistemas de formación y preparación de las nuevas generaciones de marinos no deben ser como en el pasado.

#### **Capítulo IV.- Equipos y sistemas.**

Las novedades del mercado y la evolución tecnológica en las características de los equipos y sistemas centran el estudio realizado en éste capítulo. Las prioridades buscadas se concretan en poner de manifiesto la interrelación entre la seguridad y la nueva tecnología aplicada al equipo o sistema, como parte integrante del buque. Los sistemas y equipos de ayuda para la navegación son descritos y estudiadas y comentadas algunas de sus características, poniendo de relieve las ventajas y desventajas de su utilización.

Las cartas electrónicas son previsiblemente uno de los sistemas que mayor impacto producirá en el manejo de los buques de las próximas décadas. Se describen los sistemas utilizados y las previsibles compatibilidades que pueden ser admitidas, mientras llegan los estándares internacionales definitivos.

El puente como culminación de la integración en el manejo del buque en forma de centro de control, es estudiado y descrito su funcionamiento. Los modernos buques concentran todas las funciones derivadas de su actividad en el puente. La complejidad de los sistemas necesarios para cada operación, obliga a disponer de estudios completos para evitar que un sistema se quede parado por influencia de una avería en otro. El futuro en el manejo del buque se centra en la utilización de sistemas expertos y personal muy familiarizado con los controles automáticos y los sistemas de alarmas, al objeto de que su reacción sea inmediata ante cualquier información recibida.

El problema a resolver es si confiamos todo a la tecnología o el oficial efectúa a intervalos la comprobación y revisión de los sistemas, aunque la contestación fuera positiva, los sistemas deben dejar un margen de actuación seguro, con ello estamos disminuyendo el tiempo para la acción, pero elevando las posibilidades de realizar la acción correcta

---

<sup>9</sup> Sin discriminar a ninguna persona, no se pueden aceptar tripulantes con deficiencias físicas por una

**Capítulo V.- Tecnología y comunicación.**

El intercambio de información que es necesario realizar en los buques supone una carga de trabajo que está siendo reducida gracias a los sistemas y redes de comunicaciones. Se estudian las comunicaciones marítimas con sus ventajas y desventajas, incidiendo en lo que representa la utilización de los sistemas de satélites para el intercambio de información y datos. Los estándares de INMARSAT son descritos de forma somera destacando los factores relativos a las comunicaciones de seguridad.

La génesis, características y funciones del Sistema Mundial de Socorro y Salvamento Marítimo, son estudiadas, analizando los problemas para su introducción y desarrollo, especialmente el tema de las falsas alarmas y las soluciones que se pueden adoptar en el buque o en tierra para evitarlas. Se destaca la adopción de éste sistema internacional, que desde el punto de vista de la seguridad está llamado a ser el pilar básico<sup>10</sup> para reducir el número de pérdidas de vidas humanas en la mar, ya que imprime rapidez a las acciones de salvamento y tiene cobertura global

Otros sistemas de comunicaciones que están siendo ofrecidos al marino, por ejemplo, INTERNET, EDI o correo electrónico se describen, esbozando los servicios y características que cada uno ofrece al usuario. La introducción de estas tecnologías presenta el problema de la seguridad, por ello se analizan algunos aspectos en los cuales se trata de resolver estos aspectos.

**Capítulo VI.- El Entorno marítimo.**

Las condiciones en que se desenvuelve el tráfico marítimo tienen una incidencia de la tecnología sobre el entorno y en la economía el buque. Se estudia la incidencia de las nuevas tecnologías y su influencia en los planteamientos de las navieras, analizando las ventajas que supone la introducción de un buen sistema de gestión.

---

razón obvia, el medio en el cual deben trabajar.

<sup>10</sup> La comunicación por satélite, llamada selectiva o telegrafía de impresión directa, ayudaran a ello.

La conservación del buque sirve como introducción al tema del mantenimiento y del envejecimiento de los buques, estudiando las causas por las cuales los accidentes aumentan cuando el buque tiene cierta edad. Los abanderamientos de buques en Pabellones de Conveniencia son analizados estableciendo una serie de críticas razonadas para intentar dar una visión de su funcionamiento.

Por último se estudia la gestión del tráfico marítimo y los dispositivos de separación del tráfico de buques en áreas de alta densidad de tránsito. Fundamentalmente es necesario un sistema formado por una red de centros de control, centralizados en un punto de coordinación, para proporcionar una información estandarizada y escueta en el contenido de los mensajes, pero que disponga de todos los datos posibles sobre el tráfico marítimo y su entorno.

### **Capítulo VII.- Seguridad y accidentabilidad.**

El empleo de tecnología para reducir los accidentes es el principio que se estudia para aumentar la seguridad. Primero se definen los términos para clarificar su utilización durante el desarrollo del capítulo. Los sistemas de seguridad analizados intentan poner de manifiesto las causas de los accidentes. Se estudian varios accidentes para descubrir las deficiencias de los buques y ver como la legislación cuando va detrás del accidente en la mayoría de ellos. También se comprueba que en ocasiones existe la legislación puntual debido a que se promulgó por un suceso muy parecido, pero no se cumple. Las emergencias y los factores correctivos que se le pueden aplicar constituyen el último apartado.

### **Capítulo VIII.- Planes de I+D en la Unión Europea.**

Las investigaciones realizadas dentro de las diferentes Direcciones Generales de la Unión Europea constituyen el contenido de éste capítulo. Sirve para cerrar la tesis con algunos de los últimos avances tecnológicos que se prevé sean implementados en los buques una vez superadas las pruebas que se están realizando.

# **CAPÍTULO 1**



## 1. LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS.

### 1.1. Introducción.

#### 1.1.1. Objetivos.

Las nuevas tecnologías abordadas y reflejadas en el capítulo son los factores que definen y sostienen la continuidad de un criterio, *“el nivel de seguridad aumenta, cuando elevamos el contenido tecnológico”*, que es desarrollado de forma estructural durante toda la investigación de la Tesis, titulada, *“Incidencia de las Nuevas Tecnologías en la seguridad de los buques”*.

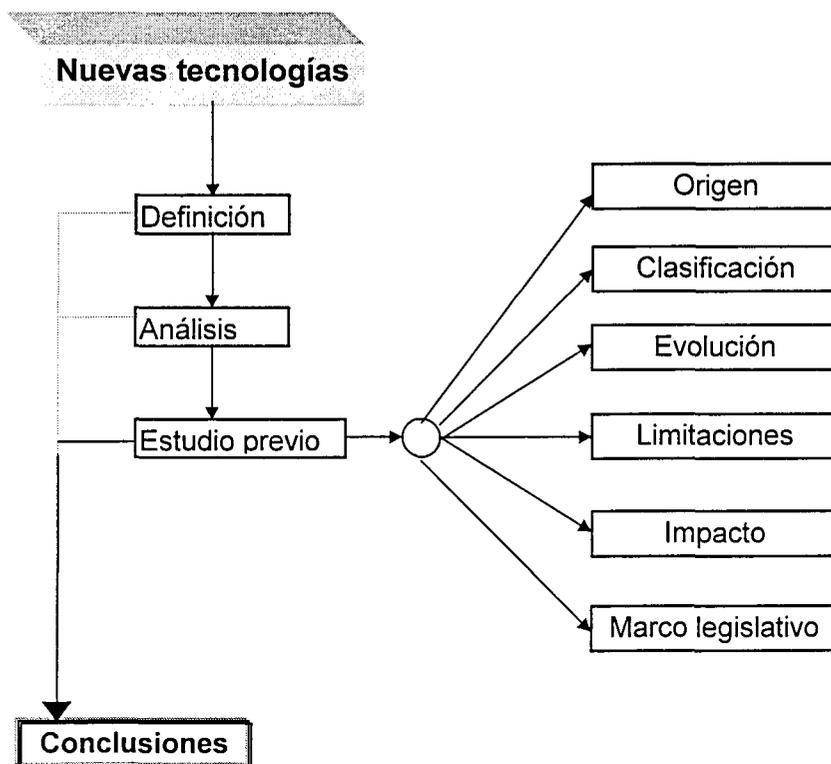
Los objetivos que se plantean, para ser investigados en los párrafos del capítulo son:

- ① Efectuar un tratamiento general del concepto de nuevas tecnologías teniendo en cuenta que una vez aplicadas influyen sobre el buque y todo su entorno.
- ② Acotar el concepto de nuevas tecnologías limitándolo mediante el factor seguridad y estudiando la unión entre ambos términos.
- ③ Analizar códigos y convenios internacionales que afectan al ámbito marítimo regulando la actividad del sector.
- ④ Analiza el soporte instrumental a través de los programas de I+D de la Unión Europea.

#### 1.1.2. Metodología.

La Metodología seguida para desarrollar el tema tratado se basa en un estudio previo de los condicionantes que influyen en las nuevas tecnologías y describir su impacto sobre diferentes áreas marítimas. Mediante el siguiente diagrama se pueden ver los temas tratados

y la correlación entre ellos. El trabajo se desarrolla en varias fases que buscan cumplir con los objetivos propuestos.



**C.1.1 Resumen del capítulo.**

La primera fase ha consistido en definir algunos de los conceptos empleados en la investigación que se desarrolla en el presente trabajo. Se han tenido en cuenta los matices que presentan respecto a la industria marítima, para buscar el origen, seguir la evolución y clasificar los avances tecnológicos.

En segundo lugar se han analizado el impacto social y económico de nuevas tecnologías en varias áreas describiendo algunos de sus pormenores, dentro del contexto marítimo. Se efectúa un estudio crítico de algunos códigos y convenios internacionales, destacando los aspectos relacionados con nuevas tecnologías, que serán posteriormente ampliado en otros capítulos.

Por último se enumeran algunas de las conclusiones que se derivan de los planteamientos efectuados para cumplir los objetivos propuestos, que ponen de manifiesto la influencia que puede ejercer la tecnología en la seguridad marítima.

### **1.1.3. Contenido.**

El capítulo comienza definiendo términos como tecnología y nuevas tecnologías de forma general, contemplado posteriormente su aplicación al buque en particular. Las definiciones son utilizadas para fijar los conceptos empleados en especial los relativos a la tecnología. Algunos de ellos surgen del estudio y desarrollo de la aplicación de las nuevas tecnologías a la industria, o son obtenidos como una consecuencia.

Se plantea la situación de la tecnología en España y una visión de conjunto de los estudio avanzados que se están realizando actualmente, particularizando en el área de la Unión Europea y otros países haciendo referencia a las nuevas tecnologías empleadas en proyectos piloto que se han terminado y otros que están en fase de desarrollo.

El conocimiento y clasificación de las nuevas tecnologías realizado, proporciona los datos necesarios para efectuar un análisis sobre el impacto que han producido su introducción en diversos campos, principalmente en el social, económico y empresarial.

La secuencia seguida para la introducción de nuevas tecnologías, se basa en el estudio y análisis de la trilogía formada por los componentes, el equipo y el sistema, sobre una idea, lo cual es determinante en cualquier industria para conseguir buenos resultados.

La última parte del capítulo se dedica a resaltar dentro del marco legislativo adecuado las características de los Convenios y Reglas que en la actualidad se aplican para la construcción y equipamiento de los buques, resaltando los principales Convenios Internacionales y los factores que los definen. Por ejemplo se estudia y analiza el impacto de la aplicación del Código Internacional de Gestión de Seguridad, que tiene por objeto garantizar la seguridad marítima, evitar las lesiones personales, pérdidas de vidas humanas y daños al medio marítimo.

El apartado dedicado al estudio de funciones de las Sociedades de Clasificación analiza como están diversificando sus trabajos y cambiando algunas de sus tradicionales funciones. Como funciones específicas de las Sociedades de Clasificación se estudian las consecuencias y responsabilidad en las certificaciones de los equipos y clasificaciones extendidas a los buques.

Se perfilan los organismos de normalización y algunas de las normas que son adoptadas por países y sus organismos que consideran que deben ser cumplidas para certificar la calidad de sus equipos o procesos. La OMI<sup>11</sup> también prepara estándares a través de los grupos de trabajo de sus Comités y suele asumir los de otros organismos, promulgando su contenido en resoluciones para que sean cumplidas internacionalmente.

## **1.2. La tecnología. Consideraciones generales.**

### **1.2.1. Definiciones.**

El concepto de tecnología es de una amplitud considerable, por lo cual realizar una definición, implica tener que hacerlo de forma general. La ciencia<sup>12</sup> es un conjunto sistematizado de conocimientos que constituyen una parte del saber humano. El saber propio de una ciencia aplicado a una actividad, es decir la relación entre ella y su aplicación es lo que se puede definir como tecnología. Teniendo en cuenta que la ciencia trata del conocimiento humano, y la técnica es el conjunto de procedimientos de la ciencia, la definición de tecnología marítima se puede concretar, diciendo que es un conjunto de conocimientos que se aplican sobre el transporte marítimo, buscando lograr un beneficio y al mismo tiempo incrementar la seguridad.

La definición debe incluir conceptos sobre seguridad ya que el tratamiento que se hace en la Tesis, considera como influyen los diferentes aspectos de las nuevas tecnologías sobre seguridad marítima, siendo tratados en función del campo de aplicación donde se introducen.

El otro concepto que se debe definir es la seguridad entendiéndolo como la ausencia de riesgo, es decir, la búsqueda de medidas o equipos que impidan el accidente. Para ello se aplican normas o reglas que deben ser observadas para mantener la integridad del buque junto a todo su entorno, que son recopiladas en códigos y convenios.

---

<sup>11</sup> Organización Marítima Internacional.

<sup>12</sup> Del latín, scientia.

Uniendo los conceptos de tecnología y seguridad, se pueden definir las nuevas tecnologías dentro del contexto marítimo aplicada al buque, como aquellas capaces de proporcionar innovaciones que aumenten sus parámetros de funcionamiento y rentabilidad, elevando el nivel de seguridad. Con ello se han sentado las bases para el estudio de las nuevas tecnologías y su incidencia en la seguridad marítima.

### **1.2.2. Nuevas tecnologías.**

Las innovaciones consiguen una reducción de los costes económicos, lo cual representa mayores beneficios para el armador y la posibilidad de realizar una reinversión de una parte en la ampliación de la flota, lo que significará aumentar los puestos de trabajo.

La introducción de los factores innovadores referentes a las nuevas tecnologías, deben estar en línea con el hecho de que su aplicación debe de incrementar la seguridad de todas las partes del buque y todos los componentes involucrados en el transporte marítimo, en caso contrario no deben introducirse.

Un exceso de seguridad puede ser tan perjudicial como su carencia, y repercutir negativamente sobre el buque, produciendo desajustes en su manejo buque, o falta de entendimiento en la tripulación, que pueden conducir a un accidente produciendo una catástrofes en el entorno marítimo.

Las nuevas tecnologías deben introducirse de forma coordinada y siguiendo unas pautas derivadas de estudios previos a su aplicación, es decir, una innovación tecnológica debe ser analizada y probada primero en tierra y después implementada en el buque.

El medio en el cual se mueve el buque es dinámico y cambiante<sup>13</sup>, por ello, las pruebas que deben preceder a la implantación de un equipo, método o sistema, deben ser exhaustivas y contemplar todas las posibilidades propias además de las que repercuten sobre los demás sistemas y equipos.

### **1.2.3. Escenarios tecnológicos.**

La aplicación de las técnicas de investigación en el ámbito marítimo permite descubrir los posibles escenarios donde se están aplicando los avances tecnológicos. Tenido en cuenta que el 70.8% de la superficie de la Tierra, aproximadamente unos 361.000.000 km<sup>2</sup>, están ocupados por masas de agua, podríamos dividir el espacio en cuatro grandes sectores en cuyos escenarios tiene lugar el desarrollo tecnológico.

- Fuente de alimentación: la pesca.
- Extracción industrial: el petróleo.
- Infraestructura: las terminales portuarias.
- Transporte: los buques.

Los cuatro sectores conforman los escenarios de actuación tecnológica en la mar y su entorno. Para estudiar el panorama que representan, solo se desarrollarán las materias relacionadas en el apartado 1.4, donde se clasifican las tecnologías.

## **1.3. Origen de las nuevas tecnologías.**

### **1.3.1. Introducción.**

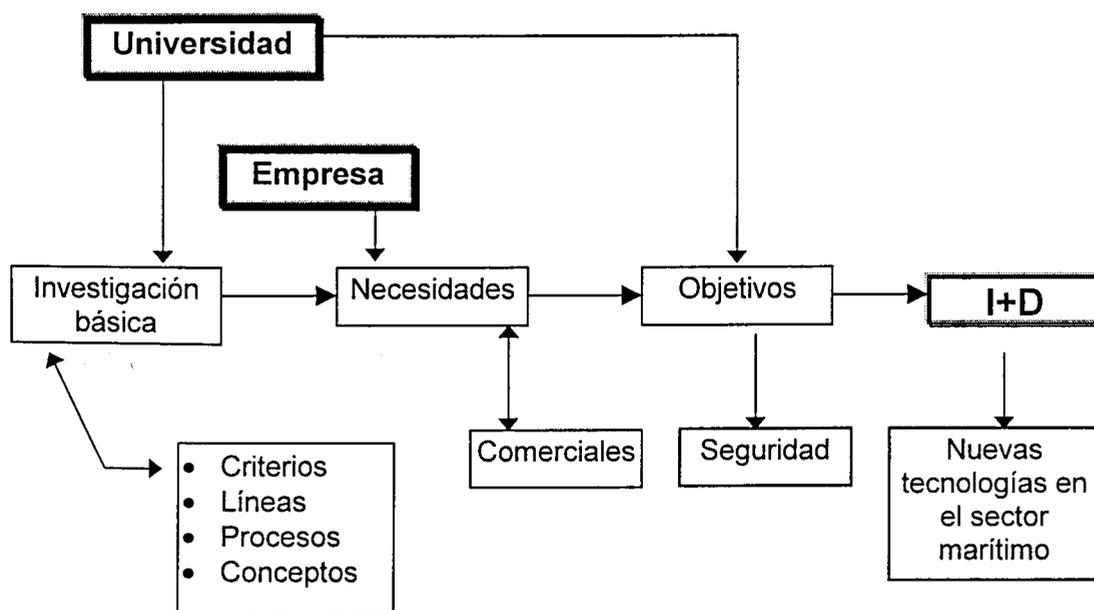
Los avances que representan las nuevas tecnologías están mostrando su presencia en todos los campos de la industria, mejorando los procedimientos de fabricación y mantenimiento. El transporte marítimo y todo su entorno, comprueban como está siendo decisiva la incorporación de novedades tecnológicas para la mejora de la seguridad en general. El origen de las nuevas tecnologías debemos buscarlo y lo encontramos, normalmente en los países con alto grado de desarrollo económico, siendo los lugares comunes donde nacen la mayoría de investigaciones la empresa y la universidad. Ambas representadas en sus dos versiones posibles, organización pública o privada.

---

<sup>13</sup> Razón por la cual un equipo que es utilizado perfectamente en tierra, podría ser inestable a bordo, por lo cual es necesario adaptarlo al medio marítimo.

En la Universidad la investigación debe ser contemplada como centro de formación y además como medio de financiación, por ello sus departamentos se orientan al estudio de problemas a corto, medio y largo plazo. Su política de investigación estará relacionada con las necesidades de la industria, y de ésta forma se unen los intereses de ambas<sup>14</sup>.

La industria genera mayor volumen de innovaciones, ya que los medios de que disponen son más potentes, y su capacidad de invertir dinero es mucho mayor. Las investigaciones se realizan en los departamentos de I+D en los países que pueden realizar el esfuerzo económico que representa en forma de instalaciones y recursos humanos.



**C.1.2 Generación de la tecnología en el sector marítimo.**

El proceso de los avances tecnológicos comienza aprovechando las iniciativas en materia de creatividad de los equipos de I+D. Tomando este dato como punto de partida, añadiendo unas dosis de capacidad de trabajo, conocimientos y medios para su desarrollo, tendremos posibilidades de culminar la mayoría de los proyectos de investigación.

<sup>14</sup> El coste de la formación universitaria es cada día mas elevado, por ello, la Universidad fomenta a través de sus Departamentos las iniciativas tendentes a buscar fórmulas de autofinanciamiento, para ofrecer una mejor calidad de enseñanza proporcionando a la industria el personal que cubra sus necesidades.

El investigador debe ser una persona motivada y sensibilizada con su trabajo que es en ocasiones frustrante debido a que algunas operaciones de control y verificación son muy repetitivas, teóricas o faltas de datos prácticos, lo cual constituye una fuente de desánimo. La investigación orientada al mundo marítimo es especialmente complicada, ya que a todos los inconvenientes de otras materias hay que añadir que los conceptos teóricos deben probarse en un buque, lo cual implica mayores problemas derivados del medio cambiante que es la mar, circunstancia que no se produce cuando se realizan pruebas en tierra.

La cadena de investigación quedaría incompleta si no existiera la posibilidad de realizar un intercambio de datos entre los investigadores. Los trabajos de investigación actualmente requieren la utilización de un gran volumen de datos, lo cual implica afrontar la realidad mediante un equipo multidisciplinar, donde los datos deben circular entre ellos para lograr una solución equilibrada. Esta cadena queda rota cuando se trata de investigaciones sobre productos muy comerciales, en estos casos no hay intercambio de información, y cada cual (empresa o universidad) realiza sus propios trabajos de investigación. Un eslabón más que se puede añadir a la cadena de investigación es que se debe conocer, antes de iniciar un proyecto, si existe alguno similar en marcha en otra empresa o facultad. Los medios de comunicación y la distribución de información permiten a un equipo investigador poner en conocimiento de la comunidad científica datos mínimos, sin facilitar información que podría ser aprovechada comercialmente por un competidor.

### **1.3.2. Investigación y desarrollo.**

#### **1.3.2.1. España.**

Las organizaciones dedicadas a la investigación y desarrollo en España están desde hace unos años potenciando sus inversiones en I+D<sup>15</sup>, pero debido a los altos costes económicos que representan, necesitan, en ocasiones lograr una subvención para poner en marcha sus proyectos. El Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial<sup>16</sup>, es un organismo

---

<sup>15</sup> En 1975 el gasto español en I+D representaba el 0.35% del PIB; en 1994 fue del 0.84%.

<sup>16</sup> CDTI.

que tiene como objetivo desarrollar la política del MINER<sup>17</sup>, concediendo créditos de diferentes montantes económicos a las empresas que desarrollen innovaciones.

Las empresas españolas que deseen acogerse a los beneficios otorgados por el CDTI, deberán formar un consorcio con empresas pertenecientes a países de la UE y presentar sus propuestas en los plazos requeridos por las Autoridades comunitarias.

Los gastos realizados para la preparación y presentación de propuestas por las empresas son subvencionados con ayudas que oscila entre las 500.000 y 3 los millones de pesetas, en forma de crédito sin intereses. La ayuda será reembolsada al CDTI si la propuesta es aceptada por la UE.

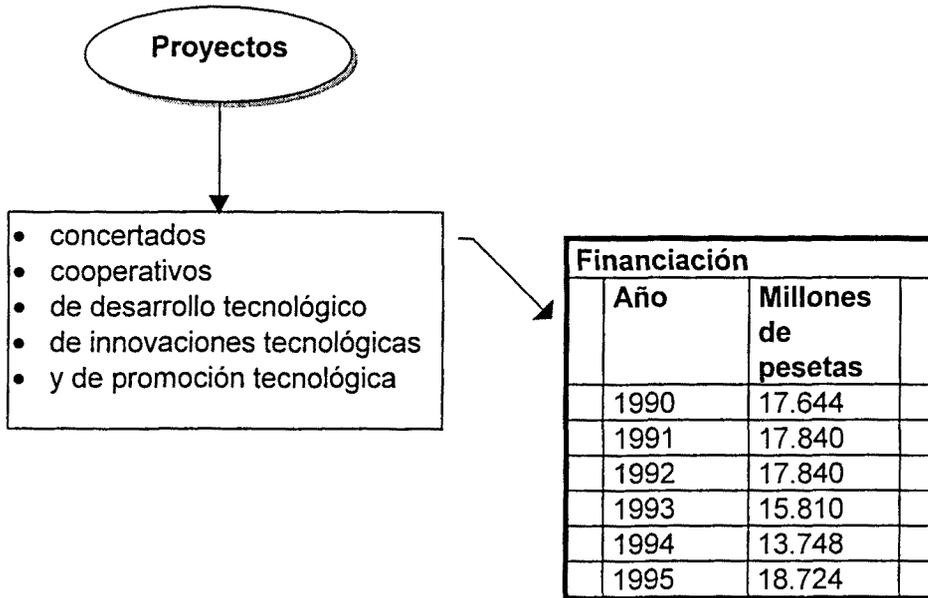
Los proyectos nacionales de I+D financiados por el CDTI son de varios tipos<sup>18</sup> y están orientados para lograr que las empresas españolas aumenten sus niveles de calidad, realicen investigaciones en nuevas tecnologías afrontando los retos que supone competir con otras empresas. La financiación de los proyectos puede alcanzar desde un 40% en los Concertados y Cooperativos hasta un 70% en los de Promoción Tecnológica. El Consejo de Administración del CDTI decidió aplicar a los créditos para el desarrollo de proyectos tecnológicos unos tipos de interés entre 3 y 5%, dependiendo del plazo de amortización. Otra vía de financiación utilizada en España es la utilización de fondos FEDER<sup>19</sup>, los cuales complementan las ayudas directas de la Administración española y permiten a las empresas realizar sus costosas investigaciones. El cuadro C.1.3, elaborado con datos procedentes del CDTI nos muestra la cuantía económica de la financiación realizada para los proyectos nacionales.

---

<sup>17</sup> Ministerio de Industria y Energía.

<sup>18</sup> Referencia relativa a datos de finales de 1996 y principios 1997.

<sup>19</sup> Fondo Europeo de Desarrollo Regional.



**C.1.3 Financiación de proyectos en España.**

Es obvio que el hecho de realizar inversiones en investigación y desarrollo de proyectos tecnológicos, aporta beneficios que unas veces se obtienen a corto y otras a medio o largo plazo, es decir que el origen de nuevas tecnologías está en el I+D realizado por las empresas y universidades. Los proyectos Concertados y Cooperativos son una expresión clara de las afirmaciones anteriores, ya que se desarrollan por colaboraciones entre Empresas, Universidades o Centros Públicos de Investigación<sup>20</sup>.

**1.3.2.2. Europa.**

Las empresas y universidades europeas, consideradas aisladamente tienen un gran potencial investigador, son lugar de origen de las nuevas tecnologías en el viejo continente. Las investigaciones para encontrar nuevos productos se realizan generalmente buscando las soluciones mediante dos vías de trabajo. Una primera vía está en el trabajo individual desarrollado por la propia empresa y su entorno comercial. Los países que forman la geografía de Europa, son sede de algunas de las empresas que se hayan situadas en la cabecera de una relación donde están las principales del mundo. Su organización les permite mantener individualmente departamentos de I+D avanzados, capaces de asumir iniciativas en

<sup>20</sup> CPIS.

la búsqueda de nuevas tecnologías, investigando productos y desarrollando proyectos que conducen a la fabricación de equipos avanzados.

Una segunda vía es la que proporcionan los Proyectos de Investigación auspiciados por la U.E.<sup>21</sup> en los cuales participan conjuntamente empresas y universidades, aunando sus esfuerzos en amplios estudios, cuya inversión económica sobrepasa a la permitida por una institución particular. Los proyectos de investigación que la U.E. saca a concurso dentro de los Programas Marco, son realizados por Consorcios de empresas que se reúnen bajo acrónimos cuyo significado suele ser el objetivo de la propuesta, por ejemplo: MASIS<sup>22</sup>, ATOMOS<sup>23</sup>, TAIE<sup>24</sup>, RTIS<sup>25</sup>.

El programa de investigación europeo, EURET<sup>26</sup>, desarrollado durante el período 1992 - 1994, ha supuesto una gran inversión, y en él han estado involucradas las organizaciones líderes en la investigación marítima europea. Los Proyectos del programa se relacionan en la tabla adjunta<sup>27</sup>, y posteriormente se dan detalles generales de su contenido y objetivos.

Proyecto	Coste total	Contribución de la UE	Duración meses
RTIS	2.82	1.55	26
TAIE	2.18	1.28	34
ATOMOS	5.40	2.99	31
MASIS	1.74	0.92	29
<b>Total</b>	<b>12.34</b>	<b>6.74</b>	

C.1.4 Financiación de proyectos en Europa.

Fuente: Comisión Europea

☒ RTIS.

El Proyecto RTIS ha sido auspiciado por la UE y desarrollado por un grupo de Empresas Europeas líderes en el campo de la investigación sobre temas marítimos. Su objetivo es dotar a Europa de un sistema de información dirigido al mundo marítimo. No se trata de crear un nuevo sistema de información, sino de recabar todos los datos posibles sobre las inversiones hechas hasta el momento en otros sistemas con el fin de aprovechar su experiencia y las características que han sido probadas, implementando una serie de medidas destinadas a dar

<sup>21</sup> Unión Europea.

<sup>22</sup> Man Ship Interface System.

<sup>23</sup> Advanced Technology to Optimise Manpower Onboard Ships.

<sup>24</sup> Tools to Assess Vessel Traffic Systems and to Increase the Efficiency of VTS.

<sup>25</sup> Regional Traffic Information Service.

<sup>26</sup> European Research Programme for Transport.

<sup>27</sup> Datos recogidos de los boletines de 1995, de la UE. Bruselas.

mayor fluidez al tráfico marítimo, aumentando la seguridad en los puertos y costas de la UE. En resumen se trata de proporcionar una mayor protección a sus aguas y el medio ambiente.

El RTIS incluye empresas e instituciones del Sur de Europa, Francia, Italia, España, y Grecia; con la colaboración de otras del Norte, como Bélgica, Holanda y Alemania, formaron un consorcio. El objetivo era preparar un diseño funcional de un Sistema de Información de Tráfico Regional y utilizar parte de él para demostrar y evaluar las posibilidades de implantación. Al inicio se utilizaron algunos resultados del COST 301, cuya misión principal fue la creación de una imagen del tráfico regional, que puede ser usada como el centro de cualquier servicio utilizado para hechos sintomáticos tales como la planificación de recursos en puerto y el uso operativo de equipos o buques para realizar salvamentos o combatir los derrames de hidrocarburos.

La información y datos de los buques puede estar disponible en dos lugares, en las VTS<sup>28</sup>. donde por ejemplo tendríamos la hora de salida, carga o destino; y en los centros de las áreas del RTIS, que darían información, por ejemplo: sobre la derrota o mercados de fletes. Este sistema promete ser en principio, una herramienta para aplicar las nuevas directivas de la Comisión. Han quedado varios problemas técnicos y operativos, sin resolver, ya que muchos temas fueron esbozados y diseñados para proporcionar suficiente información a la estructura básica del sistema. Una pregunta a quienes serían los usuarios del sistema establecería cuanto estarían dispuestos a pagar por la información. Otro problema es delimitar la diferencia entre la información sobre la seguridad que debe ser obligatoria facilitar y la información con fines puramente comerciales. Parece que hay un terreno de nadie entre ambos tipos de información y es difícil establecer una línea de separación entre ambas. El problema puede resolverse exigiendo un mayor grado de compatibilidad entre los sistemas de información de seguridad y comercial.

#### ⊗ TAIE.

El proyecto TAIE fue formado por un consorcio de empresas e instituciones del Norte de Europa, representando al Reino Unido, Alemania, Francia, Holanda, Irlanda y Finlandia. El objetivo general era desarrollar herramientas y métodos para mejorar la eficacia de las VTS, aumentar la seguridad y eficacia del tráfico en el Noroeste de Europa mediante el estudio y análisis de:

- Mejorar el diseño de las herramientas para evaluar la eficacia de las VTS.

---

<sup>28</sup> Vessel Traffic System.

- Determinar la idoneidad de las VTS para otras funciones tales como practica desde tierra, gestión de recursos y planificación de contingencias.
- Mejorar las ventajas operativas mejorando los procedimientos en las VTS.
- Evaluar la utilidad de las nuevas tecnologías a aplicar en las VTS.
- Mejorar y armonizar los sistemas de formación existentes para los operadores de VTS.
- Recoger, mejorar y determinar la información precisa en los accidentes como base para mejorar la seguridad marítima y la toma de decisiones así como para la determinación de daños causados al medio ambiente por los buques.

Esto se haría en dos fases: primero, desarrollar herramientas con las que los políticos puedan evaluar la seguridad y niveles de eficacia en las aguas Europeas y de la manera que las VTS u otro sistema de control puede contribuir a estos niveles en función de su coste. La base de estas herramientas son las estadísticas de tráfico y de los accidentes marítimos. Hacen falta modelos matemáticos para describir las acciones que afectan la seguridad y la eficacia de los sistemas y las medidas para llevar a cabo dichas evaluaciones. La segunda para alcanzar los objetivos de la TAIE es mejorar en una forma estratégica las zonas en que operan las VTS. Se estudian las nuevas funciones, como el practica desde tierra y las cuestiones tácticas que ello representa. Una imagen del tráfico operativo es el punto de partida de muchos otros sistemas que pueden afectar la funcionalidad de los VTS.

Los resultados de este proyecto se pueden caracterizar como innovadores con respecto a los métodos actuales así como con respecto al nuevo equipo que se pueda instalar en el futuro. Se usarán para mejorar las VTS existentes, el diseño de las nuevas y la formación de los operadores así como determinar el equilibrio correcto entre los sistemas de seguridad y la evaluación de la necesidad de diseñar un Sistema de Información de Tráfico Regional, conectando las VTS locales que contribuya a su desarrollo.

Los estudios del TAIE fueron concluidos con una serie de recomendaciones que podemos resumir en:

- Según se deduce de los análisis, los niveles de seguridad y eficacia no se pueden mejorar con la estructura y organización de la seguridad marítima. Si se quiere mejorar la seguridad marítima por un factor de 10 ó más, hay que revisar profundamente la estructura y organización de la seguridad marítima. Hay que darle más valor al elemento humano y ver cómo se pueden eliminar los errores humanos. Se podría pensar en una estructura similar al tráfico aéreo adaptado a las condiciones específicas del entorno marino.

- Con excepción de algunos trabajos, se pueden aplicar para las costas europeas los conceptos del Safety Management Assessment Ranking Tool<sup>29</sup> y el European Casualty Database (ECD). El problema es si estas herramientas que aún no existen pero que pueden desarrollarse en función de los resultados del TAIE, satisfacen los objetivos de la DG VII<sup>30</sup> y qué modificaciones deben hacerse para utilizar la base de datos como proceso de toma de decisiones. Si esta herramienta puede usarse en otras costas europeas, algunos países pueden apoyarlo para desarrollar sus propias políticas. Así lo ha hecho ya la Dirección de la Marina Holandesa.
- El contenido de la ECD debe ser comentado con los estados miembros y se deben firmar acuerdos para un intercambio de la información contenida en dicha base de datos.
- Se recomienda que el SMART se use como herramienta política para evaluar las medidas que deben ser implementadas. También se recomienda que el área abarcada por el SMART se amplíe para incluir el Báltico, las costas del Atlántico y el Mediterráneo.
- Han llamado mucho la atención las experiencias del TAIE referentes al practicaje remoto. Mientras se enfoquen en la seguridad y no desde el punto de vista político, dichos experimentos utilizando simuladores deben continuar y además, se debe invitar a más países a que colaboren<sup>31</sup>. Parece factible iniciar un proyecto tripartito que incluya a autoridades interesadas en el practicaje remoto, la Asociación Europea de Prácticos Marítimos, y las organizaciones locales o regionales. Se ven muchas opciones al uso de las técnicas de practicaje remoto, y para ello hay que tener en cuenta las siguientes recomendaciones:
  - El desarrollo y prueba de VTS-ECDIS que incluye la presentación de la derrota a seguir y la predicción de movimiento. Se deben preparar a operadores para demostración.
  - El desarrollo y prueba de una ayuda como puede ser el practicaje desde tierras, basado en la transmisión del plan de navegación de la VTS al buque. El desarrollo de un GPS con 6 grados de libertad, utilizando las nuevas técnicas de receptores satélite y varias antenas.
  - El desarrollo de transpondedores para la transmisión de los parámetros del movimiento del buque además de su identificación, posición y características de su carga.
- Se recomienda una asociación de centros de formación de operadores de VTS para unificar conceptos e ideas. Podrían colaborar expertos del IALA y de centros educativos en

---

<sup>29</sup> SMART.

<sup>30</sup> Actualmente, 1998, hay proyectos de la UE que están estudiando ambos temas.

la preparación del software y los cursos. Se debe dar el mayor énfasis en la armonización y unificación de las comunicaciones verbales ya que ello puede contribuir grandemente a la seguridad de la navegación.

- Se recomienda que se refuerce en los centros de formación marítima la comunicación hablada, en las comunicaciones con las VTS.

### ⊗ **ATOMOS.**

Los estudios que se han desarrollado dentro del Proyecto ATOMOS I han justificado plenamente una segunda oportunidad que pretende disponer de un SCC<sup>32</sup> que pueda aprovechar las técnicas más avanzadas del mercado e introducirlas en los buques. El primer estudio del ATOMOS tuvo un antecedente en los estudios del Proyecto SKIB realizado por Dinamarca y el proyecto alemán Schiff der Zukunft. El objetivo del ATOMOS fue desarrollar una serie de aplicaciones capaces de configurar un sistema para el ISC<sup>33</sup>. Las tareas realizadas por los participantes han estudiado las siguientes materias:

- Planes de viajes y navegación.
- Planes de mantenimiento.
- Necesidades en materia de transmisión de datos.
- Sistema de control para las emergencias.
- Sistemas para diagnóstico de fallos y averías.
- Necesidades en materia de formación para las tripulaciones.

Los resultados y experiencia adquiridos en el ATOMOS I fueron el punto de arranque para los estudios del ATOMOS II<sup>34</sup>. La seguridad es un factor que da justificación al trabajo, ya que puede resultar económicamente rentable cuando se emplean las técnicas y medios adecuados, por ello disponer de un SCC actualizado y acorde con unos estándares, supondrá una disminución de los costes de explotación, y aumento de la cuenta de beneficios de los armadores. Los objetivos generales del Proyecto incluyen entre otros:

- La elaboración de una estandarización del entorno de trabajo y el equipamiento del buque, para tener un centro de control que incluya un interfaz hombre/máquina, para mejorar la eficiencia, la comodidad o la presentación de datos.
- La mejora de la seguridad del buque manteniendo un nivel adecuado, a través de procesos mejorados de trabajo y sistemas de control de alarmas e información.

---

<sup>31</sup> Alemania, Francia y Finlandia tienen simuladores y han demostrado su interés en ello

<sup>32</sup> Ship Control Center.

<sup>33</sup> Integrated Ship Control.

- La disminución de carga de trabajo para las tripulaciones reducidas, prevé una interconexión entre los equipos para evitar la penosa tarea de atender a datos que no son útiles en un momento determinado.

☒ **MASIS.**

La investigación del comportamiento humano a bordo del buque y las necesidades en materia de formación y datos para lograr un mayor interface entre el hombre y las máquinas han sido el objetivo abordado por el Proyecto MASIS, que al igual que ATOMOS ha tenido dos versiones. Los accidentes de buques<sup>35</sup> son la preocupación de Administraciones, Navieras, organizaciones y todas las personas involucradas en el sector marítimo. Las pérdidas al final de cada año son cuantiosas y el porcentaje de culpabilidad del error humano llega al 70 y 80%. Buscar remedio a la situación es uno de los objetivos de los proyectos MASIS, para ello se han estudiado:

- El comportamiento humano en las emergencias y rutinas.
- La legislación marítima.
- Los trabajos de inspección necesarios durante la vida del buque.
- Las obligaciones de las guardias.
- Preparación de test.
- Identificar los posibles remedios.
- Análisis de los costes.

Los resultados pusieron de manifiesto que no solo el aumento de las condiciones técnicas del buque aumentaba la seguridad, es necesario verificar los procedimientos de trabajo de las operaciones del buque y por último disminuir la carga de trabajo de algunos tripulantes, cambiando la asignación de funciones.

Actualmente se desarrolla el MASIS II que estudia y analiza los siguientes temas:

- Desarrollo de métodos para el análisis de incidentes.
- Impacto de las situaciones de emergencia.
- Nuevo concepto para la operación y dirección del buque.
- Evaluar y desarrollar nuevos buques para la estructura de dirección de navieras y operadores de buques.
- Identificar las exigencias en el diseño bajo aspectos ergonómicos.

---

<sup>34</sup> Su fecha de término es finales de 1998.

<sup>35</sup> Entre otros *Braer*, *Haven* o *Moby Prince*, fueron punto de arranque para algunos objetivos.

- Preparar una lista de maniobras y operaciones del buque habitualmente practicadas en simuladores para ser consideradas en la unificación de la formación marítima.

### **1.3.2.3.Otros países.**

La referencia que se hace a continuación a algunos países y sus proyectos de investigación tienen por objeto poner de manifiesto, algunos proyectos que han sido básicos en posteriores inversiones en I+D por resultados positivos que de ellos se obtuvieron, por lo cual, podemos considerarlos como el origen de nuevas tecnologías aplicadas a los buques y su entorno.

#### **> Japón.**

Las organizaciones existentes en Japón dedicadas a la investigación son numerosas, su relación y la de los trabajos sobre los que realizan ocuparían numerosas páginas. Uno de los proyectos pioneros basado en la aplicación de tecnologías avanzadas auspiciado por la Asociación Japonesa para la Investigación de la Construcción Naval, que formó un Comité de Investigación y Desarrollo<sup>36</sup>, compuesto entre otros por Navieras, Empresas de fabricación de equipos, Astilleros, investigadores de empresas públicas y privadas, y profesores universitarios de varias Universidades del país. El Grupo trabajó investigando y aplicando los conocimientos tecnológicos resultantes entre los años 1983 y 1987. Durante el año 1979 se efectuaron las pruebas en la mar a bordo del buque *Shioji Maru*, siendo la encargada de la instalación los equipos la Universidad de la Marina Mercante de Tokio.

El objetivo del proyecto era evaluar y contrastar el funcionamiento de diferentes sistemas avanzados existentes, adaptándolos y realizando una aplicación de los mismos a las diferentes operaciones derivadas de la actividad del buque. Los datos obtenidos servirían para comprobar el estado real del desarrollo tecnológico y las posibilidades de evolución en los buques y sus operaciones.

Los investigadores aplicaron el calificativo "inteligente" al buque por el contenido de las pruebas efectuadas que trataron en todo momento de poner de manifiesto que el buque era

---

<sup>36</sup> Research and Development Committee of Highly Advance Automatic Ship Operating Systems.

capaz de navegar y operar por sí mismo. Todos los sistemas probados a bordo, fueron previamente objeto de pruebas simuladas en tierra para prevenir los posibles fallos.

① Sistema de navegación.

El sistema después de analizar los datos procedentes de diferentes sensores<sup>37</sup> evalúa las diferentes opciones y decide la ruta optima a seguir.

- Estado de la mar.
- Fuerza y dirección del viento.
  - Un programa informático teniendo en cuenta los datos almacenados en bases informáticas, los actuales recibidos de tierra<sup>38</sup> y las observaciones en ruta, predice la predicción del tiempo sobre las zonas que el buque debe atravesar.
- Las corrientes marinas.
  - Posible desviación de la ruta por efecto de las corrientes, especialmente en zonas costeras, control de los bajos o obstáculos sumergidos que pueden hacer embarrancar al buque.
- Maniobras para evitar la colisión y embarrancadas.
  - El sistema anticolidión decide la maniobra a efectuar evitando las colisiones en navegación oceánica o en arreas costeras.
- Seguridad del buque.
  - Sensores estratégicamente colocados dan los valores de la resistencia estructural del casco en todo momento<sup>39</sup> lo cual sirve para determinar los valores de la velocidad de desplazamiento del buque.
  - Control del sistema de carga y lastre, para mantener un calado que aumente las condiciones de seguridad de la navegación del buque.

② Sistema de fondeo.

- Posibilidad de fondear desde el puente al contar con sistema de vigilancia por TV y sistemas de actuación automática sobre molinete.

③ Sistema de atraque/desatraque.

- El sistema tiene en cuenta la acción de todas las fuerzas exteriores<sup>40</sup> y las generadas por el buque<sup>41</sup> para calcular<sup>42</sup> exactamente la posición en que debe quedar en el muelle.

---

<sup>37</sup> Actúan de forma automática, recogen la información externa, la contrastan con la interna, decidiendo la acción que se debe realizar

<sup>38</sup> Por medio de satélite.

<sup>39</sup> Estos valores son contrastados con los límites marcados por los constructores

<sup>40</sup> La acción de remolcadores y los cabos que de al muelle

<sup>41</sup> potencia del motor y acción de la hélice, posición de la pala del timón, acción de las hélices transversales

- Maquinillas de tensión constante con cabos sobre tambores capaces de virar y templar automáticamente, siguiendo las ordenes del sistema.

La evaluación del proyecto fue hecha<sup>43</sup> por un comité de expertos que escogió la entrada de la Bahía de Tokio, Estrecho de Uraga<sup>44</sup>, para los experimentos de anticolisión y embarrancada, y las pruebas de atraque se hicieron en el astillero de Oppama de Sumomito Heavy Industries Limited. El proyecto presentado, junto con los realizados en Europa, nos indica que el diseño de los actuales buques<sup>45</sup> ha sido estudiado y probado hace unos años, aplicando sus resultados con la reciente integración de todos los sistemas y equipos para poner a disposición de los armadores un buque que responda a las necesidades por ellos marcadas y que resuelva los problemas del transporte de mercancías por vía marítima.

#### **1.4. Clasificación de las tecnologías.**

Las características diferenciales de una materia nos proporcionan los datos necesarios para efectuar una clasificación y poder destacar conceptualmente los criterios que matizan dicha materia; es decir, podemos entender que clasificar u ordenar es disponer por clases o condiciones los datos de un conjunto. Las nuevas tecnologías empleadas en las industrias, incluidas en el área marítima, son muy numerosas y diversos los campos donde se aplican. Realizar una clasificación por materias o equipos e investigar cada apartado sería complicado, ya que quizás perderíamos de vista las novedades que mas afectan al buque y su entorno, por lo cual para tener una visión de conjunto se consideran las tecnologías avanzadas que pueden ser aplicadas al transporte marítimo, acotándolas por áreas de aplicación con objeto de facilitar su análisis y estudio.

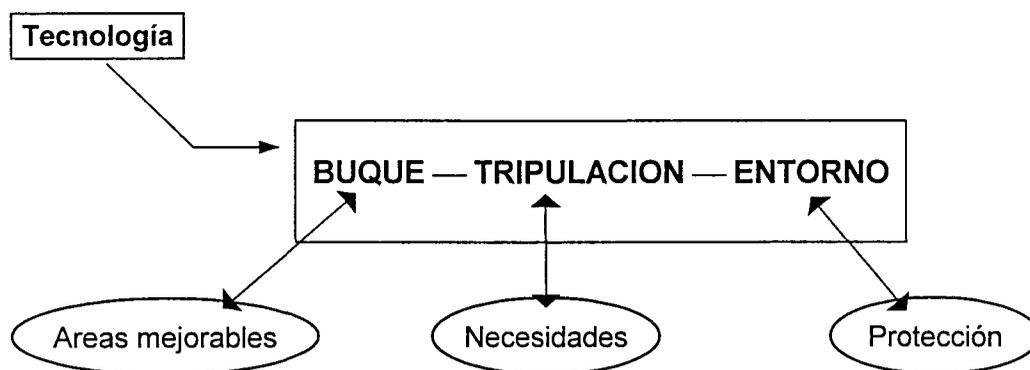
---

<sup>42</sup> El sistema tiene siempre una composición del lugar de atraque/desatraque, donde se reflejan las posiciones relativas del buque y el muelle

<sup>43</sup> Se efectuó el 11 de enero de 1990.

<sup>44</sup> Zona con un gran tráfico de buques de todo tipo y tamaño

<sup>45</sup> 1997.



**C.1.5 Clasificación de las tecnologías.**

Por ejemplo, siguiendo el esquema de C.1.5, podemos sintetizar las referencias sobre las tecnologías y realizar un ordenamiento, es decir, una clasificación en tres grandes apartados donde se reúnan todas las materias que se tratan en la Tesis, para analizar cuales son los avances tecnológicos que inciden sobre buque, tripulación y entorno, teniendo de esta forma una visión del conjunto y su clasificación.

❶ El entorno marítimo en el cual se mueve el buque, que incluye todo lo referente a los medios externos empleados como ayudas a la gestión del tráfico y la explotación de la empresa Naviera.

- Gestión de las flotas.
- Gestión del Tráfico marítimo.
- Sistemas de inspección.
- Medios de ayuda a la navegación ubicados en tierra.

❷ La construcción y diseño del buque, contemplando los equipos y sistemas incorporados al buque, para desarrollar su actividad.

- Sistemas de posición
- Sistemas de gobierno.
- Sistemas de comunicaciones.
- Tipos de construcción.
- Nueva tipología de buques.
- Programas de mantenimiento.
- Legislación

❸ La tripulación: formación y composición. Técnicas relativas a la operatividad del buque, es decir, procedimientos y métodos de trabajo.

- Programas de formación.

- Criterios de selección.
- Usos de simuladores.
- Sistemas operativos.
- Sistemas expertos.
- Error humano y accidente.

Básicamente esta clasificación nos muestra en cada uno de los tres apartados las diferentes áreas que serán objeto de investigación para comprobar como este planteamiento puede favorecer el desarrollo de tecnologías avanzadas que incidan de forma directa o indirecta sobre la seguridad del buque.

## **1.5. Evolución de la tecnología en el ámbito marítimo.**

### **1.5.1. Secuencia de las innovaciones tecnológicas.**

La aplicación de innovaciones al buque y su entorno, suele seguir una secuencia de hechos que parte de dos puntos. Uno de la industria en general y segundo del propio buque. La secuencia viene dada por la investigación sistematizada que se realiza sobre una idea, un componente, un equipo, o un sistema. El estudio de cualquiera de los apartados enumerados nos puede proporcionar una innovación, cuya implantación en los buques puede estar precedida de una maritimización, si procede de aprovechar las tecnologías investigadas en otras industrias.

Cuando se trabaja sobre elementos propios del buque, la innovación puede consistir, por ejemplo, en efectuar cambios de diseño o compactación del tamaño de un componente que modifica la estructura del equipo reduciendo sus dimensiones, es decir que la secuencia en ambos casos sería: concebir la idea y realizar la modificación mediante el componente avanzado adecuado. La sistematización de los estudios tiene una gran importancia y dan respuesta a:

- Primero la inversión en I+D de las empresas del sector marítimo en nuevos campos tecnológicos para su aplicación en el buque.

- Segundo la posibilidad de investigación y transformación de equipos existentes, debido a las enseñanzas adquiridas.

Las tecnologías utilizadas para el desarrollo de la industria marítima, siguen ambas secuencias, desarrollando alguno o todos los apartados apuntados. Cuando están disponibles, sólo es cuestión de perfeccionar los procesos y técnicas de implementación, controlando con los medios adecuados que la tecnología introducida esté en consonancia con las medidas de seguridad necesarias.

### **1.5.2. Vigencia y actualidad de la tecnología.**

La perspectiva que ofrece la historia de la industria marítima con respecto a la introducción de nuevas tecnologías, nos permite afirmar que no ha seguido los mismos derroteros que las demás industrias. Una reflexión efectuada desde los albores del siglo XXI, permite contemplar dos enfoques diferentes sobre el porqué ha ocurrido.

a) En primer lugar, los avances tecnológicos no se han incorporado en algunos casos con la debida prontitud por circunstancias comerciales que han supuesto una limitación, o han dejado de aplicarse por intereses económicos.

Las circunstancias comerciales que se pueden apuntar son de dos tipos, las puramente económicas y las de índole estratégico, que han sido esgrimidas, principalmente, por las empresas navieras, los armadores, o los astilleros. El resultado tangible se ha puesto de relieve en la no actualización de sus departamentos con la introducción de nuevas tecnologías, lo cual ha influido directamente en la operatividad general de sus buques.

Por ejemplo, una estrategia económica es la seguida por un armador que posee un buque con ciertos años y aduciendo que no es rentable, deja de introducir mejoras tecnológicas<sup>46</sup>. La no actualización del buque hará que navegue en precario mientras este en activo, lo cual puede representar un riesgo para su tripulación y otros buques.

b) En segundo lugar, en ocasiones las nuevas tecnologías no han sido introducidas en los buques actualizando sus diferentes elementos, equipos o formas de operar, por la poca

---

<sup>46</sup> Lo primero es el cambio a Bandera de Conveniencia, donde los controles son menos estrictos.

receptividad mostrada por los marinos embarcados a los cambios. Un repaso a la vigencia de las tecnologías empleadas en cada momento por la industria marítima y las investigaciones realizadas, sustentan las afirmaciones efectuadas, que en algunos casos coinciden con las investigaciones de los estudiosos del tema.

Esta segunda característica podría ser objeto de un gran debate, de hecho está teniendo lugar en la actualidad<sup>47</sup>, ya que se trata de introducir avances que modificarán substancialmente la forma de navegar y manejar el buque, y el personal embarcado es reticente a la puesta en marcha de estos cambios que afectan a su forma tradicional de operar el buque.

La forma de trabajar del marino, aislado y en un medio agresivo, favorece el estancamiento de la evolución tecnológica y el mantenimiento de tópicos que sobre él se tienen; por ejemplo cuando ocurre un accidente, el marino es blanco de las furias desatadas de las organizaciones ecológicas o con intereses en la zona, y del ciudadano que directa o indirectamente sufre las consecuencias del accidente, haciendo culpable de lo ocurrido al buque y su tripulación<sup>48</sup>.

En defensa de la forma de pensar del marino embarcado, está el hecho comprensible, de que la introducción nuevas tecnologías, puede significar nuevas cargas de trabajo en forma de cursos de reciclaje, que el profesional deberá hacer normalmente durante su tiempo de vacaciones. Un ejemplo, antiguo, pero significativo fue el descubrimiento del radar valioso equipo empleado como ayuda para la navegación. La implantación del mismo provocó<sup>49</sup> serios problemas a los armadores que habían decidido introducir el nuevo avance tecnológico en sus buques.

El radar fue criticado y objeto de ataques furibundos por parte de los marinos que argumentaron toda clase de inconvenientes relativos a las fatales consecuencias que su uso tendría para los buques y el transporte marítimo. Nada se cumplió, pero retardó la utilización del radar y su uso, hasta que fue legislado años después por los Convenios Internacionales, para hacerlo obligatorio.

---

<sup>47</sup> Los problemas suscitados con la introducción de los puentes integrados, aceptados en sus comienzos y cuestionados por algunos marinos en la actualidad.

<sup>48</sup> En España tenemos por ejemplo los casos del *Urquiola*, *Cason*, *Agean Sea*, cuya repercusión en el entorno aún es recordada.

<sup>49</sup> Equipo que utiliza las ondas electromagnéticas para detectar y determinar la posición de un objeto

Actualmente el uso de algunos equipos de alta tecnología, por ejemplo, el uso de las cartas electrónicas<sup>50</sup>, está siendo puestas en entre dicho, posiblemente porque podrían haber sido introducidas con excesiva prontitud, sin las necesarias pruebas de evaluación y adaptación. Justo es reconocer que otros adelantos y nuevas tecnologías no han necesitado tanto tiempo para entrar en los buques, y que otras veces de marinos han sido las primeras en poner de manifiesto las características de un equipo, material, o un proceso, admitiendo las ventajas de su utilización y los beneficios obtenidos.

### **1.5.3. Campos emergentes.**

El conjunto de innovaciones en las comunicaciones constituye con toda seguridad el área emergente mas importante del sector marítimo. Estamos viviendo como las operaciones a bordo se reducen a una serie procesos mediante los cuales se intercambia información entre las terminales del buque y las situadas en tierra. La posibilidad de acceder desde una terminal de un centro situado a miles de millas, a la red del buque, permite poder dirigir toda su actividad controlando los procesos que tienen lugar a bordo. Los expertos prevén que la industria de las telecomunicaciones sea la de mayor tasa de crecimiento hasta el año 2000<sup>51</sup>, lo cual da una idea de lo que puede ser en un futuro próximo la comunicación en sus diferentes modos, transmisión de datos, imágenes, mensajes y voz.

Aprovechando los avances en informática y comunicaciones, se observa, que aplicando las últimas novedades a los buques, se puede asegurar que su manejo poco tiene que ver con los actuales. Las posibilidades que ofrece la telemática y las comunicaciones satelitarias están empezando a refrendar las anteriores afirmaciones.

### **1.6. Limitaciones a las nuevas tecnologías.**

---

<sup>50</sup> Ver Capítulo IV, Las cartas electrónicas.

<sup>51</sup> RATZKE, Dietrich, *Manual de los nuevos medios: el impacto de las nuevas tecnologías en la comunicación del futuro*, Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1986.

Los resultados del estudio sobre necesidades y beneficios, son los que imponen los límites en los que pueden actuar las nuevas tecnologías. Se reúnen en dos apartados, uno referente al criterio comercial empleado para valorar el coste y deducir el beneficio; y otro con respecto a lo negativo o positivo que puede ser su uso a bordo, desde el punto de vista de la seguridad.

### 1.6.1. Comerciales. Coste/beneficio

Un producto puede tener unas excelentes características y ofrecer grandes ventajas, pero es necesario que su coste sea asequible al usuario, pues es la condición para evitar que no sea rechazado. Las razones económicas que pueden llevar a un equipo a ser comercializado en el sector marítimo, son estudiadas previamente a su fabricación. La fase de anteproyecto, donde se describen todos los condicionantes del mercado, estudia la relación coste/beneficio para que el desarrollo del proyecto y la comercialización del producto final, sean factibles.

La necesidad y los objetivos que pretende cubrir son dos factores que concretizan las limitaciones de la siguiente forma:

- Las **necesidades**, si existe precariedad del equipo<sup>52</sup> o método a comercializar, su coste no será una limitación, su fabricación se llevará a efecto. En el caso contrario, es decir, si hay abundancia, el coste/beneficio deberá ser muy estudiado para que resulte rentable, y no sea utilizado como límite.
- Los **objetivos** que cubrirá, si supone un beneficio indirecto que actúa sobre la reducción de tripulación, disminución de los tiempos de operaciones o prolongación de la vida del buque.

El binomio integrado por investigación y fabricación, que reúne casi toda la inversión económica del proyecto, puede introducir características que indirectamente supongan una limitación a la introducción de una nueva tecnología en el sector marítimo.

### **1.6.2. Correlación entre la tecnología y su uso a bordo.**

Los cambios que representan un producto tecnológicamente avanzado para el buque inciden directamente en la tripulación y en la forma de operar del buque, ya que pueden suponer la reasignación de algunas funciones. La transferencia de operaciones desarrolladas a bordo del buque a la oficina de tierra, tendrá como consecuencia una disminución de la carga de trabajo del tripulante.

La correlación que se establece entre las nuevas tecnologías y el uso que de ellas se puede hacer a bordo esta definida por la disminución de la carga de trabajo y el aumento de seguridad que aporta al buque. El beneficio directo repercute sobre el armador. La seguridad contemplada a corto plazo puede suponer en ocasiones una dificultad, ya que encarece el producto, y los beneficios pueden tardar en verse convertidos en una realidad.

Es interesante destacar que cuando la novedad tecnológica introducida significa un beneficio directo para el armador, es aceptada inmediatamente e introducida a bordo del buque con prontitud. *Por ejemplo un nuevo programa informático que agilice las operaciones en puerto.* El beneficio es inmediato, ya que al estar menos tiempo en puerto, paga menos tasas portuarias y efectúa mas viajes.

---

<sup>52</sup> Los primeros GPS tenían un coste elevado, pero sus prestaciones lo hacían necesario y anularon las limitaciones.

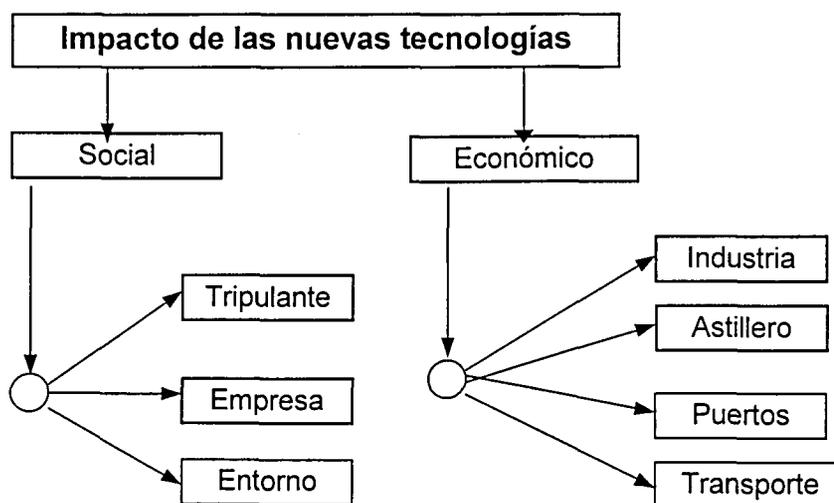
1.7. Impacto general de las nuevas tecnologías.

1.7.1. Introducción.

La justificación del empleo de los avances tecnológicos viene dado por el impacto producido en los diferentes campos del transporte marítimo y la incidencia en su desarrollo. Se ha visto como la seguridad es el factor utilizado como limitador del desarrollo de nuevas tecnologías. Si la implementación de un adelanto supone pérdida de seguridad no se debe introducir, ya que su impacto será negativo en el buque.

Cada proyecto de construcción o reorganización de un buque, debería estar justificado por la decisión de la Empresa Naviera de introducir el factor seguridad como prioritario, y anteponerlo a los factores comerciales.

Se estudia el impacto social y económico que las nuevas tecnologías producen en el sector del transporte marítimo, que en la mayoría de los casos se manifiestan en forma de beneficios que recae sobre las diferentes áreas donde se introducen.



C.1.6 Impacto de las nuevas tecnologías.

### **1.7.2. Incidencia Social.**

La aplicación de nuevas tecnologías y su impacto social queda reflejado en la comunidad marítima, ya que en algunos casos la novedad introducida modifica los hábitos y costumbres de la población de la zona. La medición del impacto producido puede hacerse en algunos casos por la alarma que crea, bien sea en forma de pérdida de puestos de trabajo o por cambio de la fisonomía del lugar.

El estudio de la problemática creada por el impacto social sobre la tripulación, la empresa naviera y el entorno marítimo proporciona datos que deben ser valorados objetivamente para reducir la incidencia negativa que puede resultar de introducir un equipo o un nuevo sistema de trabajo. La tecnología avanzada debería ser aplicada siempre teniendo en cuenta el coste social indirecto que puede producir su implementación. Los aspectos negativos del impacto social son en casi todos los casos superados por los beneficios que reporta, por ello las nuevas tecnologías son introducidas siempre que el coste económico sea rentable en un plazo de tiempo acorde con la inversión.

#### **a) Repercusiones sobre el tripulante.**

La introducción de nuevas tecnologías en los buques ha incidido directamente en los tripulantes, creando en sus comienzos una alarma social en las diferentes departamentos que componen la tripulación<sup>53</sup>. Por ejemplo las primeras automatizaciones de buques, redujeron el departamento de máquinas quedando solamente los oficiales.

La incidencia del impacto social se manifestó directamente sobre la forma de vida a bordo del tripulante y el empleo de su tiempo. Las siguientes consideraciones, permiten fijar las consecuencias del impacto social sobre el factor humano, representado por el tripulante:

- El transporte por mar reúne una serie de características diferentes a las que poseen los aéreos o terrestres, por ejemplo, el aislamiento del tripulante durante largos períodos más la reducción de tripulaciones, significa mayor preparación del tripulante, lo cual debería tener consecuencias a nivel laboral justificado en aumento del salario.
- El entorno en el cual se desarrolla el transporte por mar es agresivo, por lo cual al marino le debemos proporcionar confortables y seguros buques que hagan posible

---

<sup>53</sup> El tema es ampliamente estudiado en el capítulo II.

el desarrollo de su trabajo a bordo. La calidad de vida y un ambiente de trabajo agradable deben ser consecuencia de la introducción de nuevas tecnologías.

Por último se debe considerar además de mejorar el entorno de trabajo y disponer de mas tiempo para distracciones, la compensación en forma de vacaciones, para contrarrestar los efectos negativos de las nuevas tecnologías producidos al disminuir el período de estancia en puerto.

**b) Empresa Naviera.**

El objetivo de una empresa es obtener beneficios, por lo cual cuando es necesario efectuar grandes desviaciones de dinero hacia un área del buque, lo meditan y estudian evaluando cuales serán los beneficios finales que pueden obtener. La tecnología introducida en los buques impacta directamente sobre la empresa Naviera. Como se explicará mas adelante<sup>54</sup>, una empresa que no invierte en tecnología no es rentable y sus opciones en el mercado de fletes bajan, al no poder competir con empresas con altos niveles tecnológicos. Las innovaciones tecnológicas suelen tener un coste alto y es una de las razones por la que los armadores tardan en introducirlas en los buques.

**c) Modificación en el entorno marítimo.**

Una de las novedades introducidas para la preservación del entorno marítimo han sido la creación de los Centros de apoyo al ordenamiento del tráfico marítimo, lo cual ha supuesto una disminución de los accidentes en las zonas de alta densidad de tráfico y en las cercanías de los puertos o áreas de fondeo.

**1.7.3. Consecuencias económicas.**

El armador y la industria, posiblemente justifiquen la aplicación de nuevas tecnologías siempre que haya una **reducción de gastos** de explotación, y en función de ello introduzcan las medidas, sin tener en cuenta otros factores. Comercialmente es una justificación plausible ya que redundan en beneficio propio y propicia su expansión y desarrollo.

---

<sup>54</sup> En el capítulo VI, se incide en el tema.

El impacto económico se contempla desde varios puntos de vista y estudiado su incidencia sobre las industrias, los astilleros, los puertos y el transporte por mar.

**a) Industria.**

La Industria en general y la relacionada con el sector marítimo en particular, no han sido ajenas al desarrollo tecnológico. El impacto de los avances introducidos ha producido cambios acusados, por ejemplo, la industria siderúrgica ligada al sector marítimo, se ha visto afectada al tener que ser modernizada.

La modernización del sector trajo consigo, un incremento de la producción debido principalmente a dos causas:

- La introducción de nuevas tecnologías en las industrias existentes, efectuando un reciclado de sus planteamientos
- La aparición de nuevas industrias siderúrgicas competitivas, en nuevos países.

Ambas causas, se puede decir que, al modificar los nuevos métodos e instalaciones para producir acero, automatizando e informatizando los procesos, han mejorado la productividad, obteniendo la misma cantidad de acero y de mejor calidad, en menor tiempo y utilizando menos energía. Las diferentes variedades de acero así obtenidos tienen un precio competitivo en el mercado y rentabilizan la inversión tecnológica efectuada por las empresas siderúrgicas. El incremento desmesurado de la oferta, propició una crisis a nivel mundial, que incidió directamente sobre los astilleros y todas las industrias auxiliares.

Podría parecer que el impacto de los avances tecnológicos en la industria fue el causante de la crisis, pero no, la causa directa de la crisis la originó las erróneas previsiones preconizadas por los expertos para el consumo de acero. Por otra parte la introducción de nuevos aceros y otros materiales en la construcción naval, contribuyó a disminuir el peso de un buque.

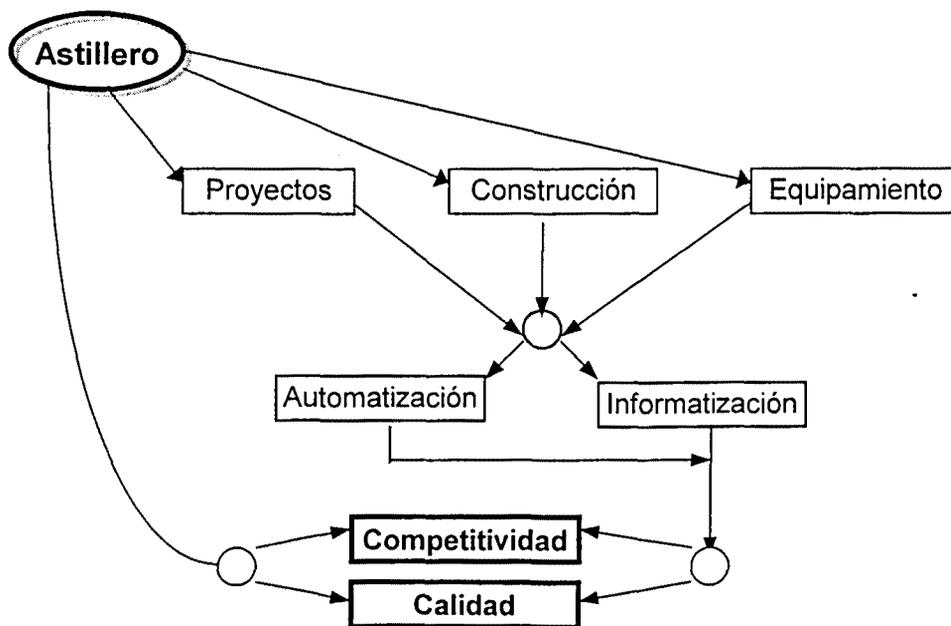
El consumo de acero en el mundo también se ha visto afectado por recesión ocurrida en la industria de la construcción naval. Por ejemplo los buques construidos en acero con chapas de gran espesor, han dado paso a buques construidos en acero con chapas con elevado límite elástico que reducen el espesor en el 10% aproximadamente.

**b) Reestructuración de los Astillero.**

El astillero es un lugar donde el impacto de las nuevas tecnologías ha tenido una repercusión bastante fuerte, que en los países industrializados ha significado una reestructuración de las plantillas, disminuyendo drásticamente en algunos casos.

Las crisis energéticas variaron el panorama de la construcción naval en el mundo, aumentando los precios de los materiales y mano de obra en los países desarrollados. Hasta el momento de la primera crisis la capacidad de los astilleros europeos, americanos y japoneses habían sido suficiente para mantener las necesidades y demandas de los armadores. La variación de los costes y la creación de nuevos astilleros en Extremo Oriente ofreciendo precios mas económicos, desplazó gran volumen de la contratación de buques hacia ellos.

Los viejos astilleros para sobrevivir optaron por la diversificación y especialización en la construcción y variar el impacto negativo que las crisis energéticas causaron. Las reducciones de personal, el cierre de algunos centros y los avances tecnológicos introducidos en los países desarrollados consiguieron estabilizar la industria naval. Las competencias evolutivas y la actuación sobre el astillero se muestra en el diagrama, siguiente:



C.1.7 Rentabilidad del astillero.

La construcción de un buque es una empresa compleja, en la cual están inmersas muchas personas de organizaciones y empresas. El coste de los actuales buques es muy elevado, por ello está justificada la introducción de avances tecnológicos que puedan dar rentabilidad a la inversión. El desarrollo y las fases de construcción son supervisadas e inspeccionadas por representantes del Astillero, Armador y Sociedades de Clasificación, recayendo sobre ellos la responsabilidad de asegurar el desarrollo del proyecto y dar cumplimiento a los estándares y códigos de construcción internacionales.

La evolución de la plantilla y equipamiento de los astilleros se ha producido por:

- la automatización de procesos y equipos
- la introducción de nuevos elementos para la construcción y materiales
- el aumento de la competitividad.

La aplicación de los tres factores enumerados conduce a rentabilidad del astillero y la obtención de productos de calidad. Es la consecuencia directa del impacto que han producido las nuevas tecnologías sobre ellos, variando a corto y medio plazo los índices de datos relativos a:

- cartera de pedidos: ptas. y toneladas
- facturación anual: ptas.
- facturación por año y plantilla: ptas./hombre
- producción por año y plantilla: toneladas/hombre

Cuando los datos evolucionan positivamente nos dan una panorámica significativa. La mayoría de astilleros actualmente en los países desarrollados, han tenido que realizar transformaciones en sus programas de trabajo, variando su planificación a corto plazo e introduciendo tecnología para aumentar su competitividad y ofrecer mayor calidad como contrapartida a la mano de obra barata de países asiáticos.

La UE en su comunicación<sup>55</sup> sobre una nueva política de construcción naval sugiere dirigir la demanda de construcciones directamente a los astilleros europeos, dando un trato preferencial a la compra de buques "fabricados en Europa". El 6 de mayo de 1997, la Comisión adoptó unas nuevas directrices<sup>56</sup> sobre ayudas estatales en el sector del transporte marítimo. Este enfoque dado por la UE se considera dentro del contexto de la política de

---

<sup>55</sup> COM (97) 470 final, Bruselas 1 octubre 1997.

<sup>56</sup> D.O. N° C 205

seguridad marítima de la Comunidad<sup>57</sup>, para promover la utilización de buques limpios y seguros. Los datos relativos a España referentes al período 1.986 a 1.996 de buques botados, indican que están lejos las cifras de épocas pasadas.

Año	GT nacional	GT exportación	GT total
1.986	65.811	126.315	192.126
1.987	67.206	50.716	117.922
1.988	117.229	23.649	140.878
1.989	54.322	392.011	446.333
1.990	199.486	236.007	435.493
1.991	18.302	375.681	393.983
1.992	19.866	460.203	480.069
1.993	13.159	160.972	174.131
1.994	20.484	247.634	268.118
1.995	35.580	291.046	326.626
1.996	24.789	437.077	461.866

C.1.8 Estadística de botaduras.

Fuente: Construnaves

**c) Desarrollo de los Puertos.**

Las infraestructuras portuarias, son un factor económico que puede incrementar el transporte, por ejemplo, si son las adecuadas a las mercancías que van a recibir/enviar, los tiempos que duren las operaciones serán mínimos, por lo cual reduce los costes de explotación del buque; éste factor puede ser desfavorable para la seguridad, si las condiciones de las instalaciones no son las adecuadas a los buques que reciben.

El desarrollo de los puertos supone aumentar su competitividad lo cual supone la modernización y adecuación de sus estructuras a los tráficos de mercancías. La manipulación y mantenimiento de las mercancías son factores que limitan el transporte actuando de forma negativa cuando los usuarios no quedan complacidos por las condiciones de las mercancías al llegar a destino. El problema tiene una solución tecnológica que afecta a los dos responsables:

- Las responsabilidades del personal portuario en el manejo de las mercancías durante su estancia en puerto. Estas operaciones hechas de forma racional, mediante métodos de trabajo planificados y con el empleo del utillaje adecuado a la mercancía y su recipiente, será valorada por los usuarios de forma positiva.
- Las precauciones que el personal del buque debe adoptar para la conservación de las mercancías en las condiciones estipuladas por el fletador. La tecnología empleada por el tripulante será que disponible en los equipos del buque.

<sup>57</sup> COM (93) 66 final, "Por una política común de seguridad marítima".

**d) Evolución del Transporte.**

El transporte marítimo consiste en un intercambio por vía marítima o fluvial de mercancías y personas. En éste movimiento se ven involucrados altos intereses económicos que son protegidos para obtener beneficios del capital invertido. La evolución del transporte marítimo ha sido en líneas generales creciente, desde sus comienzos a través de los años, exceptuando las crisis económicas mundiales, en las cuales se ha visto afectado, de forma negativa. Por ejemplo las conocidas crisis del petróleo<sup>58</sup> afectaron negativamente al transporte de crudos, aumentando el precio de los fletes y primas de seguros, lo cual incidió en todos los países industrializados. El aumento de los costes de explotación del buque fue otra consecuencia que debido al incremento de los precios del combustible y lubricantes<sup>59</sup>, incidió en la evolución del transporte.

En la actualidad la evolución del transporte esta en relación directa con el desarrollo tecnológico de las industrias electrónica, informática y las comunicaciones, cuya aplicación a los diferentes componentes del transporte. Una de las metas que se está logrando es que el usuario disponga de la posibilidad de que reciba sus mercancías, sin que hayan sido manipuladas desde el punto de origen, es la aplicación del concepto de transporte multimodal.

La contratación de buques nuevos, el tonelaje amarrado y los desguaces de buques son tres indicadores del transporte, ya que nos muestran cual será la capacidad que se ofrece al mercado en cada momento. Los desguaces deben crecer en beneficio de la calidad de los buques, ya que en algunos tipos la edad está en límites peligrosos. Técnicamente el aumento de este indicador deberá forzar la irrupción en el mercado de nuevas construcciones lo cual implicará mayor seguridad y tecnología en los buques.

Contemplado desde otro punto de vista, las tecnologías favorecen el intercambio de información vía satélite, lo cual agiliza el transporte de mercancías, disminuyendo la burocracia y ofreciendo al usuario alternativas para escoger entre varias modalidades que pueden ser adaptadas a las necesidades del mercado. Hay algunos transportes cuyo desarrollo necesitan mayor tecnología que otros, no obstante en su evolución incide favorablemente la introducción de comunicaciones y equipos.

---

<sup>58</sup> En 1967 la guerra Arabe-Israelí, que cerró la vía del Canal de Suez por donde llegaba a Europa parte del crudo. El cierre obligó a replantear a las refinerías, entre otras cosas los tiempos de recepción de crudo y a aumentar sus depósitos de reservas. En el año 1973 se produjo un aumento de los precios del barril de crudo dando lugar a una nueva crisis económica.

Otras características que indica la evolución del transporte son la creación de navieras especializadas en productos concretos, lo cual ha supuesto diseñar nuevos tipos de buques y añadir nuevas materias al volumen del tráfico; la apertura de nuevas líneas comerciales, por necesidades demandadas por los usuarios. Todo ello fomenta y hace aumentar el intercambio de mercancías.

Es indudable que hay otros factores que aumentan el transporte marítimo y que no se contempla por no ser su característica relevante la incidencia de la tecnología sobre ellos. Así tenemos:

- el crecimiento del Producto Industrial Bruto
- la supresión de barreras burocráticas internacionales
- los precios de las materias primas.

El crecimiento del transporte marítimo es hasta cierto punto lógico que crezca continuamente, pues para la mayoría de las mercancías, considerando la relación peso/volumen de carga, distancia y precio, resulta más económico y ofrece mejores posibilidades su traslado por mar.

#### **1.7.4. Impacto ambiental.**

##### **1.7.4.1.Emisiones contaminantes.**

Los efectos contaminantes de las emisiones de gases son estudiados desde hace unos años en profundidad al descubrirse los problemas que causan, afectando a la salud de las personas y otros seres vivos. Las organizaciones internacionales preparan normativas para controlar las concentraciones que son perjudiciales directa o indirectamente a las formas de vida de la tierra y los océanos.

Las atmósferas con altas concentraciones de gases las encontramos en las terminales donde se descargan productos petrolíferos o químicos.

---

<sup>59</sup> Los costes de combustible oscilan entre el 15 y 25% de los gastos de explotación del buque.

- Dióxido de azufre es incoloro y tiene un olor irritante. Cuando la concentración es alta puede provocar enfermedades que afectan principalmente a los órganos respiratorios y al sistema nervioso, por ejemplo, bronquitis, asma o cáncer de pulmón. Es también el responsable de la lluvia ácida<sup>60</sup>. El SO<sub>2</sub> al reaccionar con el agua produce ácido sulfúrico.
- Óxidos de nitrógeno, son altamente tóxicos, tienen color rojizo, poco olor y son generados principalmente en los procesos de combustión a alta temperatura. Es fácilmente detectable ya que produce escozor en los ojos. Contribuye a la lluvia ácida. El NO<sub>2</sub> al reaccionar con el agua produce ácido nítrico. La forma de controlar estos gases nocivos son dos: antes de producirse y una vez aparecen después de la combustión. En el primer caso los estudios para la reducción de gases van desde el empleo de sistemas de inyección de combustible, al empleo de agua emulsionada en el combustible, pero todos ellos resultan caros de implementar. En el segundo caso, uno de los métodos<sup>61</sup> experimentados para la eliminación de los gases de exhaustación consistió en acoplar un convertidor RCS<sup>62</sup> acoplado al motor y pulverizar amoníaco en forma de urea en los gases a la entrada del convertidor, los óxidos reaccionan con el amoníaco formando nitrógeno y vapor de agua.
- Monóxido de carbono, es altamente tóxico, es un componente de la combustión. Reduce la percepción visual, la habilidad manual, y produce dolores de cabeza.
- Partículas en suspensión, son un producto procedente de las malas combustiones. Su toxicidad depende del tamaño.

Los problemas causados por estos gases contaminantes provenientes de los sistemas de propulsión de los buques están siendo controlados y son de esperar directivas que de forma más rígida sancionen a los buques que infrinjan las normas.

#### **1.7.4.2. Protección de la capa de ozono**

El uso de aerosoles produce efectos perjudiciales sobre la capa de ozono que rodea a la tierra lo cual repercute sobre la salud humana. Entre los CFC<sup>63</sup> que usan los buques están

---

<sup>60</sup> Término usado por R.A. Smith en 1872, al descubrir en la ciudad de Manchester que la fina lluvia que caía en algunos días destruía la vegetación y corroía los metales.

<sup>61</sup> Experimentado por la empresa constructora de motores marinos diesel Sulzer y la multinacional petrolera Mobil Oil.

<sup>62</sup> Reducción Selectiva Catalítica.

<sup>63</sup> Clorofluorocarburos.

los refrigerantes<sup>64</sup> y los halones<sup>65</sup> utilizados como agentes extintores, que son perniciosos para la integridad del ozono, disminuyendo su espesor.

El ozono es un gas que filtra las radiaciones procedentes del exterior disminuyendo su intensidad y cantidad, protegiendo a las personas. El aumento de la radiación ultravioleta incide sobre el calentamiento de la superficie de la tierra, debido al efecto invernadero producido por el aumento del contenido de CO<sub>2</sub>, de la atmósfera terrestre.

En septiembre de 1987 los representantes de 24 países industrializados se reunieron en Montreal para tomar acciones tendentes a paliar los efectos producidos por la disminución de la capa de ozono. El denominado Protocolo de Montreal estableció:

- limitar el consumo de los CFC y reducir el consumo de los productos de forma progresiva hasta lograr en 1998 el 50% de lo consumido en 1986.

El refrigerante R-12 se espera que sea sustituido en su totalidad por el HCFC-22<sup>66</sup>, que no daña la capa de ozono, ya que se descompone a baja altura. Los inconvenientes que tiene el R-22 se derivan de que debe trabajar a mayor presión por lo cual es necesario cambiar los compresores, válvulas y tuberías para distribuirlo.

Una segunda reunión de los países firmantes del Protocolo de Montreal, celebrada en 1990<sup>67</sup>, fijó como plazo, el año 2000 para llevar a cabo la eliminación gradual del empleo de halones y clorofluorocarbonados, que están agotando la capa de ozono.

La OMI consciente del problema que representa la disminución del espesor de la capa de ozono aprobó la resolución A.655 (16), sobre el empleo de los halones a bordo de los buques, instando a los gobiernos a limiten su empleo como agente extintor. Posteriormente aprueba la resolución A.719 (17)<sup>68</sup>, en la que se pide al CPMM<sup>69</sup> en cooperación con el CSM<sup>70</sup> que:

- reúna datos sobre los escapes de las máquinas y las emisiones de las cargas para tener referencias para limitar la contaminación ocasionada por los buques y reducir sus efectos,

---

<sup>64</sup> R-11,12, 113, 114 ó 115.

<sup>65</sup> Por ejemplo 1211 y 1301.

<sup>66</sup> Hidroclorofluorocarbonado 22.

<sup>67</sup> Durante los días 27 al 29 de Junio.

<sup>68</sup> Aprobada el 6 de noviembre de 1991.

<sup>69</sup> Comité de Protección del Medio Marino.

<sup>70</sup> Comité de Seguridad Marítima.

- elaborar un calendario para eliminar la utilización de halones y reducir el consumo de CFC a bordo,
- preparar normas que reduzcan el contenido de azufre en los combustibles,
- elaborar normas para la incineración de basuras y desechos de los buques,
- redactar un nuevo anexo del MARPOL 73/78.

La OMI en la misma resolución<sup>71</sup> da fechas para implementar medidas para prevenir la contaminación que proviene de:

- Clorofluorocarbonos. Prohibir su uso en sistemas fijos de refrigeración, acondicionamiento de aire y en aislamientos a bordo de los buques cuya quilla haya sido colocada o cuya construcción se halle en una fase equivalente el 6 de noviembre de 1992.
- Halones.<sup>72</sup> Prohibir su uso en los sistemas de extinción de buques cuya quilla haya sido colocada o cuya construcción se halle en una fase equivalente el 1 de julio de 1992 o posteriormente.
- Gases de escape. Prohibir que se añadan desechos químicos en los combustibles líquidos a partir del 1 de enero de 1992. Reducir las emisiones de óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno de los gases de escape.
- Compuestos orgánicos volátiles. Reducir la emisión de estos compuestos.

Las normas dictadas para lograr la reducción de los efectos contaminantes sobre la capa de ozono suponen la introducción en los buques de nuevas tecnologías que favorecen la seguridad y disminuyen potenciales peligros para la tripulación.

---

<sup>71</sup> A.719 (17).

<sup>72</sup> La firma noruega Unitor ha puesto en el mercado el sistema HotFoam, que funciona con agua y un nuevo agente espumogeno. Es una alternativa al halon y también para los sistemas de CO<sub>2</sub>. La espuma llena el espacio del incendio, sirve de barrera a la entrada de aire. El agua absorbe energía calorífica al evaporarse. La atmósfera inerte creada sofoca el incendio.

## **1.8. Marco legislativo de las nuevas tecnologías.**

### **1.8.1. Introducción.**

La necesidad de regular la materia legislativa referente a la seguridad es una norma, impuesta por la dinámica de la Sociedad y afecta a todos los aspectos del transporte marítimo. No hay posibilidad de desarrollar cualquiera de las áreas del transporte marítimo sin tener que verificar el cumplimiento de la legislación correspondiente que marcará las pautas a seguir para efectuar las operaciones.

Se analiza el marco legislativo en el cual se mueve la seguridad del sector marítimo para relacionar la tecnología con los Convenios Internacionales, las Normas Nacionales, los Reglamentos de las Sociedades de Clasificación y las directrices de la Unión Europea.

### **1.8.2. Organización Marítima Internacional.**

Los métodos de trabajo y las propias funciones de la OMI, son en ciertos casos una limitación para el desarrollo de las nuevas tecnologías, ya que las normas mínimas que establecen, para poder ser cumplidas por todos los países, pueden representar un freno para los países avanzados, se conformen con cumplir la ley y no introduzcan innovaciones.

La estructura y funcionamiento de la OMI, proporciona datos suficientes para poder afirmar que los tramites burocráticos que se deben realizar para poder aprobar un documento son largos y engorrosos. La calidad de una norma puede ser medida por el número de filtros, que de alguna forma proporcionan al producto propiedades para su uso. Pero si se convierten en facilidades, estamos incurriendo en lo contrario, ya que establecemos limitadores para la incorporación de un adelanto tecnológico.

La OMI intenta que sus normas sean consensuadas por el mayor numero de países de forma que puedan ser instrumentos de obligado cumplimiento para todos y entren en vigor

rápidamente, sin que sus intereses particulares se vean afectados gravemente, es decir, son normas mínimas y generales.

### **1.8.2.1. Normas de funcionamiento.**

La OMI como organización perteneciente a la ONU<sup>73</sup>, a la cual asesora en lo relativo a temas que tengan alguna componente marítima, tiene procedimientos y normas de trabajo similares. Introduce algunas particularidades derivadas de la amplitud del sector en el cual opera.

Los instrumentos elaborados por la OMI referentes se denominan Convenios y Protocolos<sup>74</sup>. Las normas de funcionamiento establecen que para que sean aprobados o incluyan enmiendas deben ser validados en tres diferentes fechas.

- a) La fecha en la cual la OMI aprueba el texto del documento definitivo, denominada fecha de **aprobación**.
- b) La fecha en la cual el documento cumple las condiciones necesarias para que pueda ser implementado, denominada fecha de **aceptación**.
- c) La fecha de **entrada en vigor**, y a partir de la cual se aplica a todos los buques que se indique en el texto.

El procedimiento de aceptación tácita utilizado actualmente en las enmiendas dispone que en la fecha de la adopción, entrarán en vigor en la fecha acordada a menos que un determinado número de países (normalmente 1/3 de las Partes Contratantes), las rechace. Un documento que para ser implementado tiene que seguir estos trámites, con lo cual puede resultar que cuando entre en vigor esté desfasado y lo que empezó siendo un avance tecnológico se convierta en una tecnología obsoleta. Hace unos años el sistema podría tener validez, ya que los cambios se producían lentamente, pero en la actualidad se requiere un sistema con mayor agilidad.

---

<sup>73</sup> La Organización de Naciones Unidas.

<sup>74</sup> Ambos documentos, jurídicamente tienen el mismo valor.

### **1.8.2.2. Los trabajos futuros.**

La Asamblea de la OMI, como organismo rector, establece en el transcurso de las deliberaciones de sus sesiones un programa de actuación que en función de los temas tratados abarcará el período entre sesiones o será a más largo plazo. En ellos se estipulan los asuntos que serán sometidos a la consideración del Comité de Seguridad Marítima, el Comité Jurídico, el Comité de Protección del Medio Marino, Comité de Cooperación Técnica y el Comité de Facilitación, durante los períodos marcados. Por ejemplo en:

- Asamblea 16, resolución A.643<sup>75</sup> se aprobó un plan de trabajo para seis años es decir hasta el año 1966.
- Asamblea 17, resolución A.728<sup>76</sup>, el plan aprobado finalizará en 1998.
- Asamblea 18, resolución A.779<sup>77</sup>, el plan de trabajo llega hasta el año 2000.
- Asamblea 19, resolución A.836<sup>78</sup>, establece un plan de trabajo hasta el año 2002.

Los trabajos a los que se hace referencia en las resoluciones anteriores y de los cuales se hace una pequeña síntesis a continuación pueden haber terminado cuando la Tesis salga a la luz, o pueden seguir en fase de estudio, pero se enumeran y destacan por incidir sobre las innovaciones tecnológicas que mejoran las condiciones de seguridad en el ámbito marítimo reduciendo los accidentes. Los siguientes puntos pertenecen a la Asamblea 19:

#### Comité de Seguridad Marítima:

- examen de la influencia del factor humano en los siniestros y accidentes marítimos,
- formación, guardia y procedimientos operacionales para el personal marítimo,
- maniobrabilidad del buque,
- cuestiones relativas a la seguridad contra incendios a bordo de los buques,
- reducción de la utilización en los buques de sustancias que agotan la capa de ozono,
- estabilidad sin avería, compartimentado, estabilidad con avería t líneas de carga.

#### Comité de Protección del Medio Marino.

- examen de los efectos perjudiciales de la utilización de pintura antiincrustante,
- examen de las normas para el proyecto, construcción, equipo y funcionamiento de los petroleros y buques tanque quimiqueros.

---

<sup>75</sup> Aprobada el 19 octubre 1989.

<sup>76</sup> Aprobada el 7 noviembre 1991.

<sup>77</sup> Aprobada el 4 noviembre 1993.

Los trabajos relativos a seguridad en los transbordadores y reglas necesarias contra la corrosión se amplían en detalle, por la importancia económica que representarán para algunas navieras, que incluso tendrán que desguazar algunos de sus buques porque las medidas a implementar para cumplir la reglamentación rebasan los límites de sus presupuestos económicos.

### **Seguridad en los transbordadores.**

En el mes de diciembre de 1994 se celebró la 63 sesión del Comité de Seguridad Marítima, en el cual el Secretario General de la OMI solicitó una revisión completa de las normas de seguridad aplicadas a los buques de pasaje que transportan cargas rodadas.

El C.S.M. evaluó las propuestas del Secretario General y decidió formar un grupo de expertos que estudiaran los temas referentes a dichos buques y entre los temas se destacan los siguientes:

- Evaluación de los dispositivos de seguridad, salvamento y evacuación del buque para pasajeros y tripulantes.
- Adopción de normas de construcción que ubiquen nuevos mamparos que aumenten el tiempo de supervivencia del buque.
- Reestructuración de los sistemas de altavoces y métodos para las comunicaciones internas del buque, de forma que las normas de abandono puedan llegar a todos los lugares en cualquier circunstancia.

Por ejemplo grabación de mensajes en diferentes idiomas que alerten al pasajero y tripulante de la situación del buque. Esta u otra medida será necesario introducir para que los pasajeros de diferentes lenguas puedan comprender las ordenes dictadas por el personal del buque.

- Reforzamiento de la estanqueidad de las portas de acceso de vehículos, en especial cuando las rampas están situadas a popa/proa.
- Confeccionar nuevas directrices para cuando los buques estén afectados por condiciones meteorológicas adversas. Una revisión de los actuales procesos que tenga en cuanto el tamaño de los buques y las arreas de navegación.

---

<sup>78</sup> Aprobada el 23 noviembre 1995.

El informe de los Experto se presentó en Marzo de 1995 al Comité de Seguimiento, una vez aprobado se vio en el C.S.M. de mayo de 1.995 donde se aprobó definitivamente y entrará en vigor como enmiendas al SOLAS

### **Reglas OMI contra la corrosión.**

La OMI espera poner en vigor para 1999 un reglamento contra corrosión con sistemas aplicables en todos los buques petroleros y graneleros de carga seca. El revestimiento de los tanques de carga y lastre deberá hacerse bajo unas condiciones determinadas y controlando en todo momento el grado de humedad y el grosor de la película seca después de cada revestimiento.

Las directrices de la resolución van encaminadas, principalmente, a controlar el espesor máximo/mínimo (80/20) que se debe aplicar a mamparos y fondos de los tanques, y estará de acuerdo con las especificaciones de los constructores y nunca será inferior a los valores indicados. Un excesivo grosor de la capa de revestimiento es perjudicial, se admite un aumento del 50% sobre las especificaciones de construcción. Se considera incorrecta la técnica de trabajo del equipo pulverizador en espacios sin suficiente ventilación.

### **1.8.3. Aspectos tecnológicos de los Convenios Internacionales.**

Los Convenios a los que se hace referencia son algunos de los mas destacados que contienen reglas que deben ser tenidas en cuenta cuando se construye, maneja o inspecciona un buque, pero la relación es mucho mas extensa<sup>79</sup>. Debemos tener en cuenta que existe una interconexión entre la mayoría de Códigos y Convenios, de tal forma que la modificación en uno de ellos significa que otros también deberán ser alterados.

- Convenio de Formación y Guardia para la Gente de Mar.<sup>80</sup>
- Código de Gestión de la Seguridad Operacional del Buque.<sup>81</sup>
- Convenio para la Seguridad de la vida Humana en la Mar.<sup>82</sup>
- Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques.<sup>83</sup>

---

<sup>79</sup> Se incluye en el Anexo.

<sup>80</sup> STCW.

<sup>81</sup> ISM.

<sup>82</sup> SOLAS.

### **1.8.3.1. Convenio Internacional para la Seguridad de la vida Humana en la Mar.**

La preocupación de los países por la seguridad y condiciones de vida a bordo de los buques y algunos accidentes<sup>84</sup>, el Convenio Internacional para la Seguridad de la vida Humana en la Mar es el instrumento sobre seguridad más antiguo e importante del ámbito marítimo, contiene las normas mínimas aprobadas por la OMI y aceptadas por la comunidad marítima internacional para la construcción, equipamiento y operaciones de los buques.

Los Convenios SOLAS<sup>85</sup> desde sus primeras ediciones han sido instrumentos que han regulado e introducido las modificaciones necesarias en materia de seguridad, debidas a los cambios de tecnologías emergentes o a la aparición de nuevos elementos que deben ser introducidos en el Convenio.

El contenido de las modificaciones introducidas no ha tenido la amplitud necesaria por los inconvenientes propios de una legislación internacional que debe ser cumplida por Estados con diferentes niveles de económicos. La referencia a algunas nuevas tecnologías implementadas en los últimos años se utiliza para efectuar un análisis crítico de su comportamiento y la incidencia que ha tenido sobre la normativa del SOLAS.

#### **1.8.3.1.1. Aplicación y desarrollo.**

La aprobación del primer Convenio SOLAS dió paso a posteriores Convenios y enmiendas que incluso a veces no han entrado en vigor debido al tiempo necesario para su aceptación por un determinado número de países. El último Convenio aprobado fue el de 1974, modificado por el Protocolo de 1978, posteriormente se han aprobado numerosas enmiendas. El desarrollo y aplicación de las sucesivas modificaciones se ha realizado en

---

<sup>83</sup> MARPOL.

<sup>84</sup> *Titanic*, en la noche del 14 al 15 de abril de 1912.

<sup>85</sup> Safety of Live at Sea.

función de las necesidades en materia de seguridad. Por ejemplo tenemos las siguientes modificaciones:

El Protocolo 1978, afectó a los buques petroleros, en cuanto a instalar o modificar entre otros los equipos de control del sistema de gobierno, sistema de gas inerte, o la introducción de la limpieza con crudo.

En el caso de las Enmiendas de 1983, suponen una revisión muy importante al Convenio SOLAS 74/78 que elevaron un grado más las normas iniciales y sirvieron para modificar aspectos técnicos de las mismas y que afecto a varios capítulos:

- Capítulo II-1 y II-2, modificaciones.
- Capítulo III que fue reescrito completamente.
- Capítulo IV, modificaciones.
- Capítulo VII, Código obligatorio para gaseros y Quimiqueros

Las Enmiendas de abril y octubre de 1988, son una consecuencia del informe preparado por la Administración Marítima del Reino Unido después del desastre del *Herald of Free Enterprise*. La OMI tomó nota de muchas de las propuestas y junto a otras fueron incluidas en varias enmiendas que afectaron principalmente al control y vigilancia de espacios y/o accesos mediante circuito cerrado de TV desde el puente de gobierno; alumbrado suplementario en buques Ro-Ro, para los casos de emergencia, cuando fallan las fuentes de energía del buque; mejorar la estabilidad de los buques de pasaje después de una avería; obligación de que las puertas de carga sean trincadas antes de que el buque emprenda viaje y no se toquen hasta llegar nuevamente a puerto. Otra modificación importante fue la adopción del SMSSM<sup>86</sup> y la exigencia de certificados para poder manejar los nuevos equipos.

Los años siguientes desde 1.989 hasta hoy han seguido produciéndose enmiendas que afectan unas veces a una regla o parte de ella y otras una parte importante de un capítulo. Por ejemplo:

- Las enmiendas dejan claro que todas las puertas estancas deben mantenerse cerradas, excepto en circunstancias especiales.
- Nueva forma de calcular la subdivisión y estabilidad en los buques de carga (incluidos ro-ro de carga solamente, pero no los ro-ro de pasajeros y vehículos, por ejemplo los ferries)

---

<sup>86</sup> Sistema Mundial de Socorro y Salvamento Marítimo.

después de una avería. Se aplica a todos los buques de  $E \geq 100$  m., construidos después del 1 de febrero de 1.992.

- Redacción nueva del cap.VI, que trata de la seguridad de la carga.
- Las enmiendas se hacen al Código de Práctica Segura para Estiba y Sujeción de la carga de OMI.
- Medidas que afectan a buques de pasaje y ro-ro.

### **1.8.3.1.2.Comentarios.**

El 1 de enero de 1996 entraron en vigor los nuevos capítulos X y XI, que se incorporan al SOLAS 74/78.

- El capítulo X, se refiere a las medidas de seguridad aplicables a las naves de gran velocidad<sup>87</sup>. La resolución del Comité Marítimo de Seguridad, MSC.36(63) contiene la aprobación del texto del Código Internacional de Seguridad para embarcaciones de gran velocidad.
- El capítulo XI, da una serie de medidas especiales para incrementar la Seguridad Marítima.
- La resolución A.744 (18)<sup>88</sup>, cuyo contenido es "Directrices sobre el programa de mejorado de inspecciones durante los reconocimientos de petroleros y graneleros".
- Conferencia de 1994, que incluyen un nuevo capítulo IX, "Gestión de la Seguridad operacional de los buques", y las fechas en la que los distintos tipos de buques deben estar en posesión del Certificado ISM.

### **1.8.3.2.Convenio Internacional de Formación y Guardia para la Gente de Mar.**

Las afirmaciones de los expertos, respaldadas por las estadísticas y las investigaciones efectuadas sobre accidentes marítimos, mantienen desde hace años, que

---

<sup>87</sup> Nave de gran velocidad es una nave capaz de desarrollar:  $V=3.7 \cdot D^{0.1667}$ , V= velocidad máxima en m/seg; D= desplazamiento correspondiente a la flotación del proyecto en  $m^3$ . Se denominan HSC (High Speed Craft).

<sup>88</sup> Aprobada el 4 de noviembre de 1993.

más del 80% de ellos se deben a los errores humanos. La OMI tomó nota del dato y decidió impulsar los estudios necesarios para implementar medios que redujeran el número de los accidentes marítimos.

Los estudios y análisis de los grupos de trabajo demostraron que una de las causas que producen más errores humanos, es la falta de formación. Los expertos llegaron a la conclusión de que la estandarización de métodos y la aplicación de nuevas tecnologías pueden incidir favorablemente en que la escasa formación de algunas tripulaciones sea superada. La tecnología empleada para complementar la formación teórica es la utilización de casos prácticos sobre simuladores.

La introducción del Convenio Internacional de Formación y Guardia para la Gente de Mar de 1978, que entró en vigor en abril 1984 y revisado en profundidad en 1995 proporciona elementos para elevar el nivel de formación ya que permite un sistema de calificación modular como alternativo al sistema tradicional, que es menos flexible.

#### **1.8.3.2.1. Aplicación y desarrollo.**

El texto original del Convenio STCW 78 fue enmendado en 1991<sup>89</sup> y en 1994<sup>90</sup>, para mantenerlo actualizado, mientras se preparaba una revisión a fondo, que se hizo en julio de 1995, dando lugar a un nuevo Convenio, que subsanó las dificultades y problemas que habían quedado pendientes en las enmiendas anteriores.

No se enmendó el articulado para que el Convenio pudiera entrar en vigor lo antes posible. Las enmiendas de 1995 afectan únicamente al Anexo técnico del Convenio, por lo que han podido aprobarse mediante el procedimiento previsto de "aceptación tácita" y de esta manera, han entrado en vigor internacionalmente el 1º de febrero de 1997, con un periodo transitorio de aplicación que se extiende, en unos pocos casos, hasta el 1º de febrero del 2002.

El Anexo técnico de 1978 ha sustituido totalmente. Es la parte donde se incluyen todas las normas técnicas del Convenio. Tiene 8 capítulos con un total de 36 Reglas.

---

<sup>89</sup> Introducción del Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítimos.

El Código de Formación<sup>91</sup>, que consta de dos partes:

- La parte A: Normas mínimas obligatorias para el personal de navegación marítima, relacionadas con las disposiciones del Anexo.
- La parte B: Orientaciones y recomendaciones de las disposiciones del Convenio y Anexo.

La numeración de referencia de las Reglas del Anexo y de las Secciones del Código, tanto de la Parte "A" como de la "B", se ha estructurado de forma que sea la misma, para facilidad de localización. Así por ejemplo, la Regla II/1 y las Secciones A-II/1 y B-II/1 tratan del mismo tema. Algunas de las normas cuya aplicación representarán novedades significativas son las siguientes:

- En el STCW/78 los títulos se obtenían a través de exámenes de una serie de conocimientos. En la versión de 1995, los títulos solo se otorgaran a los candidatos que demuestren poseer la "competencia" necesaria para desempeñar las facultades que ese título otorga.
- Se otorgan mayores facultades a los Inspectores del Estado de puerto, que pueden, en determinadas circunstancias, pedir a los tripulantes muestren que saben ejecutar ciertas tareas de seguridad con el fin de comprobar su competencia profesional y de que están autorizados, también en las debidas circunstancias, a ordenar la detención de buques por fallos en temas del Convenio.
- Los Gobiernos deben implantar o en su caso exigir la implantación de un Sistema de Normas de Calidad, con auditorias internas y externas cada cinco años en todas las fases de: formación, evaluación, titulación y guardia previstas por el Convenio.
- Los títulos expedidos deben revalidarse periódicamente, según un detallado plan de opciones.
- Es obligatorio el uso de simuladores de Radar y de ARPA para la formación del personal de puente, según disposiciones detalladas a este efecto.
- A las compañías navieras el Convenio les ha asignado explícitas responsabilidades en la cantidad, calidad y formación de los tripulantes.
- Se establecen periodos de educación y formación aprobadas o reconocidas para los candidatos a Oficiales de Guardia, ambas secciones, que en el caso de Puente pueden sustituirse por 30 meses de embarco como mínimo. En Máquinas la educación y formación no ha de ser inferior a 30 meses, incluida la formación a bordo. El Oficial de Guardia de

---

<sup>90</sup> Normas de formación especial de personal de buques tanque.

<sup>91</sup> Esta división hace que la revisión y puesta al día, pues para efectuar cambios en el Código es necesario convocar una Conferencia.

Puente deberá estar en posesión de la titulación necesaria para desempeñar las funciones de Radiocomunicaciones.

- Se detallan un número importante de requisitos formativos y de competencia para buques especiales: buques tanque (petroleros, gaseros y quimiqueros) y especialmente para los buques de transbordo rodado (ro-ro).
- Todas las disciplinas que los poseedores de los títulos del Convenio deben superar se han agrupado en siete diferentes Funciones (Navegación; Manipulación y estiba de la carga; Control del funcionamiento del buque y cuidado de las personas a bordo; Maquinaria naval; Instalaciones eléctricas, electrónicas y de control; Mantenimiento y reparaciones; y Radiocomunicaciones). Estas funciones se clasifican en tres niveles: Gestión (para los títulos superiores); Operacional (para oficiales de Guardia); y Apoyo (para personal subalterno, fundamentalmente). Esto permite una más fácil asignación y recuento de las disciplinas que deben superar los candidatos a los títulos. Para un mejor detalle, cada Función agrupa un cierto número de Competencias. Por Competencias se entiende el conjunto de tareas y aptitudes que representa una pequeña unidad de idoneidad y aptitud que puede evaluarse con precisión. A su vez, las competencias agrupan un cierto número de Conocimientos. Cada Conocimiento tiene varias Aptitudes y otras prescripciones.

#### **1.8.3.2.2. Problemática planteada.**

La firma y aceptación del Código STCW 95 con sus enmiendas supone el cumplimiento por parte del país signatario del documento. Las consecuencias para algunos países son de momento imprevisibles. Por ejemplo Filipinas firmó y aceptó el Código<sup>92</sup> a primeros de 1998 en contra de las presiones de los numerosos operadores del país encargados de suministrar tripulaciones a numerosas navieras en todo el mundo<sup>93</sup>. La problemática se presenta en saber si el país tendrá los centros suficientes con un nivel adecuado para impartir la formación necesaria que supone el reciclaje y adecuación de títulos y el cumplimiento de todas las normas del STCW.

La responsabilidad del cumplimiento de este Convenio recae en la Administración de cada país. En España la Administración marítima, está dentro del Ministerio de Fomento y está

---

<sup>92</sup> Republic Act 8544.

<sup>93</sup> A primeros de 1998, se calculan en 200.000 los marinos filipinos embarcados.

representada por la Dirección General de la Marina Mercante, dentro de sus competencias se encuentran la mayoría de las prescripciones del Convenio.

Las consecuencias del incumplimiento del Convenio pueden llegar a la detención en puerto de los buques, cuyas tripulaciones no tengan los títulos y certificados exigidos. Concretamente en los puertos europeos los inspectores del MOU tienen atribuciones para ejercer su autoridad y detener los buques.

### **1.8.3.3.Código de Gestión de la Seguridad Operacional del Buque.**

#### **1.8.3.3.1.Introducción.**

Los accidentes marítimos han causado desde el inicio del transporte por mar desastres que han supuesto grandes pérdidas económicas y daños irreparables al entorno marítimo. La OMI consciente de que las deficiencias en el manejo de los buques eran una de las causas de algunos accidentes, promocionó el Código de Gestión de la Seguridad Operacional del Buque<sup>94</sup> desde sus planteamientos iniciales hasta el final.

El Código tuvo que recorrer un largo camino para su aprobación y como se verá es un documento en el cual se definen amplias áreas de responsabilidad que abarcan al personal de tierra y al embarcado. La OMI de acuerdo con las Administraciones marítimas solicitó a los Gobiernos que adecuaran sus normas para asegurar las operaciones de los buques. La preparación del código ISM<sup>95</sup> ha tenido problemas de toda índole, para su redacción y puesta en marcha, pero finalmente pudo ser aprobado y esperamos que su entrada en vigor en sucesivas etapas no encuentre dificultades.

El ISM representa un avance tecnológico en forma de método o sistema operativo, que establece una gestión del buque de forma compartida entre el personal de tierra y la tripulación. Algunas de sus exigencias se resumen en controlar los aspectos de seguridad mediante una interrelación entre la tripulación y personal de tierra, dando prioridad a la formación. El cumplimiento de las normas y exigencias se justifican mediante certificados

---

<sup>94</sup> IGS.

<sup>95</sup> International Safety Management Code.

emitidos por la Administración del país del pabellón del buque, o por una organización en la que éste haya delegado la función<sup>96</sup>. Los certificados son: un Documento de Cumplimiento<sup>97</sup> que la compañía recibe y la acredita con capacidad para cumplir el Código; un Certificado de Gestión de la Seguridad. Ambos documentos<sup>98</sup> deben permanecer a bordo.

#### **1.8.3.3.2. Gestación y Desarrollo.**

Origen de ISM, un resumen sobre los acontecimientos previos a la aprobación del Código de Gestión de Seguridad Operacional del buque, nos muestra las dificultades que pasó y su enumeración lo demuestra.

- La resolución A.441 (XI)<sup>99</sup>, sobre “Fiscalización por parte del Estado de abanderamiento de la actuación de los propietarios del buque”, mediante la cual se invitó a los Estados a que tomaran las medidas necesarias para garantizar que el propietario de todo buque que enarbole su pabellón, facilite la información necesaria para determinar quien es la persona con la cual el propietario del buque haya acordado asuma las responsabilidades relacionadas con la seguridad marítima y el medio ambiente.
- La resolución A.443 (XI)<sup>100</sup>, sobre “Decisiones del Capitán con respecto a la seguridad marítima y a la protección del Medio Marino”, en la cual se pide a los gobiernos que adopten medidas para proteger al capitán cuando desempeña sus funciones en materia de seguridad marítima y protección del medio marítimo.
- Aviso M.1188 promulgado por el Reino Unido en julio de 1986, recomienda designar una persona en tierra. Este aviso fue emitido por la Agencia Británica del transporte con posterioridad a un informe del Tribunal de investigación sobre un accidente. La Agencia declaró “La responsabilidad operacional directa está en el Capitán y es bueno que las Navieras deleguen las actividades técnicas o de gestión en él y su tripulación; no obstante la responsabilidad global de la empresa Naviera requiere una participación estrecha por parte de los directores de tierra”, y recomendó “a todas las empresas Navieras y operadores de buques que nombren una persona en tierra que tenga la responsabilidad

---

<sup>96</sup> Las administraciones nacionales son responsables de la emisión de los certificados mediante certificación directa o certificación por delegación. Las sociedades de clasificación son las asignadas por los Estados para extender certificados por delegación.

<sup>97</sup> DOC.

<sup>98</sup> Pueden llevar una copia.

<sup>99</sup> Aprobada el 15 de noviembre de 1979.

<sup>100</sup> Aprobada el 15 de noviembre de 1979.

- de controlar los aspectos técnicos y de seguridad de sus buques, para facilitar el apoyo adecuado en tierra al buque”.
- El 6 de marzo de 1987 se produce el desastre del *Herald of Free Enterprise* lo cual crea cierto malestar en la comunidad marítima, ya que las normas siguen sin aprobarse.
  - La OMI en las reuniones de abril 1988<sup>101</sup>, octubre 1988<sup>102</sup> y abril 1989<sup>103</sup>, de su Comité de Seguridad Marítima consideró las recomendaciones propuestas por el Reino Unido.
  - La resolución A.596 (15)<sup>104</sup>, sobre “Seguridad de los transbordadores de pasajeros y vehículos”. En esta resolución se recuerdan algunos datos como la trágica pérdida del *Herald of Free Enterprise*, que zozobró<sup>105</sup> frente al puerto de Zeebrugge, perdiendo la vida 193 personas. Se reconoce que la mayoría de los siniestros marítimos se deben a un error humano, por lo que la seguridad debería aumentar si se establecen operaciones más fiables. Como consecuencia de ello se pide al Comité de Seguridad Marítima que estudie las propuestas del Reino Unido sobre la introducción de enmiendas al SOLAS-74 (art.15, 12, 4, anexo 1) y que entren rápidamente en vigor.
  - La resolución A.647 (16), adopta en octubre de 1989, unas pautas para el manejar los buques con seguridad, no haciendo referencia a designar una persona en tierra, como había indicado el Reino Unido.
  - En abril de 1990 se produce el desastre del *Scandinavian Star*, y aún no tenemos unas normas obligatorias que modifiquen las condiciones de seguridad de los buques, haciéndolas un poco más duras, en lo que respecta a su cumplimiento.
  - En mayo de 1991 el grupo de países Nórdicos envía al MSC.59, una serie de propuestas basadas en ISO.9000, para crear un sistema de seguridad en las operaciones de los buques de pasaje y otros tipos.
  - La resolución A.680 (17), adoptada en noviembre de 1991 y que enmendó la A.647 (16), para incluir lo relativo a designar una persona en tierra, y comenzaron los trabajos del Código ISM.
  - En mayo de 1993, el Comité de Seguridad Marítima en su 62º período de sesiones, aprueba la agenda para elevar el código ISM a la asamblea, preparar las pautas de implementación y hacerlo obligatorio.

---

<sup>101</sup> MSC.55

<sup>102</sup> MSC.56

<sup>103</sup> MSC.57

<sup>104</sup> Aprobada el 19 de noviembre de 1987.

<sup>105</sup> El 6 de marzo de 1987.

- La resolución A.741 (18)<sup>106</sup>, revisa la A.680(17) y todas las directrices que la acompañan, y en un anexo presenta el Código Internacional de Gestión de la Seguridad (IGS).
- El CSM celebró su 63 reunión el 24 de Mayo de 1994, acordando nuevas enmiendas<sup>107</sup> al SOLAS, entre ellas la inclusión del nuevo capítulo IX donde se establece la obligatoriedad del Código IGS.

El Código contiene unas normas que no deberían haber tardado tanto en ser aprobadas, ya que son sencillas, y así lo dice el mismo Código, explicando que de esta forma pueden ser cumplidas por todos los países. Un repaso del texto<sup>108</sup> del Código ayuda a comprender que unas normas muy estrictas de obligado cumplimiento internacionalmente, no beneficiarán a todos de la misma forma, por lo cual, algunas compañías pueden sentirse vulneradas por su aplicación, por ello son lo más simples posible, para que sean favorables al mayor número de ellas.

La fecha de entrada en vigor de la primera etapa<sup>109</sup> es 1 de Julio de 1998, afecta a todos los buques petroleros, quimiqueros y gaseros con un arqueo superior a 500 trb; y los buques de alta velocidad y pasaje de todos los tamaños. La segunda etapa obligará al cumplimiento del ISM a todos los buques de carga y plataformas móviles de perforación mayores de 500 trb, a partir del 1 de Julio del 2002.

#### **1.8.3.3. Impacto de la aplicación del ISM.**

La introducción de una normativa que define un nuevo concepto para el manejo del buque, supone cambiar unos usos y costumbres que han sido mantenidos durante muchas décadas. La aplicación del Código ISM va encaminado en la misma dirección que otras industrias han tomado hace algún tiempo, pretende aprovechar la tecnología para corregir los fallos humanos y de los tiempos de parada en equipos. Es una forma de garantizar que el

---

<sup>106</sup> Aprobada el 4 de noviembre de 1993.

<sup>107</sup> Entrarán en vigor por el procedimiento de aceptación tácita, a menos que sean rechazadas por un tercio de los Estados miembros, cuyas flotas combinadas reúnan al menos el 50% del tonelaje de la flota mundial.

<sup>108</sup> En el anexo-2 incluyo una copia de la resolución, con comentarios.

<sup>109</sup> Las normativas europeas han exigido el cumplimiento del Código a partir del 1 de Julio de 1996, para los buques ro-ro de pasaje en aguas europeas.

comportamiento humano reducirá su presencia en los accidentes, y de demostrar como las ayudas externas son efectivas y proporcionan mayores márgenes de seguridad.

El cumplimiento del ISM exige una nueva forma de operar los buques por parte del armador y tripulación. Cada buque debe ser objeto de un seguimiento y control de todas las operaciones, siendo necesario reflejar los resultados de las inspecciones en documentos que acrediten el estado operacional del buque. El impacto normativo sobre las actuaciones de las tripulaciones es un paso positivo y un avance hacia el control y desaparición de los buques subestandar.

La introducción de las normas ISO con carácter voluntario, es una normativa previa al Código, que busca el control de la calidad de un producto para satisfacer las necesidades del usuario. La calidad aplicada al buque significa preparar un sistema que de forma voluntaria asegure el cumplimiento del servicio comprometido, es decir el transporte marítimo de mercancías y pasajeros. Algunos de los objetivos que regula el Código, abarcan entre otras las siguientes obligaciones:

- Establecer prácticas de seguridad en las operaciones del buque como medio de trabajo y en el medio ambiente.
- Tomar precauciones adecuadas contra todos los riesgos que puedan producirse.
- Mejorar los conocimientos prácticos del personal de tierra y de a bordo sobre gestión de la seguridad, manteniendo una actualización y reciclaje si fuera necesario.
- Preparar al personal para hacer frente a situaciones de emergencia que afecten a la seguridad y al medio ambiente.
- El sistema de gestión de la seguridad adoptado deberá garantizar cumplimiento de las normas y reglas obligatorias que emanen de los códigos y directrices aplicables en cada caso, que hayan sido recomendadas por la OMI, Administraciones marítimas, Sociedades de Clasificación y organizaciones del sector.
- La definición de los niveles de autoridad y líneas de comunicación que deben ser establecidas entre el personal del buque y de tierra.

El ISM requiere que la Naviera desarrolle un Sistema de Gestión de la Seguridad y Prevención de la Contaminación (SGS)<sup>110</sup>, que regulara los grados de autoridad y responsabilidad, los procedimientos para informar sobre los accidentes, las líneas de comunicación entre el personal del buque y el de tierra o el establecimiento de procedimientos de control interno<sup>111</sup>.

---

<sup>110</sup> SMS, Safety Management System.

El cumplimiento del Código requiere un control y seguimiento de todas las tareas realizadas por la tripulación, primero para obtener la Certificación y después para mantener actualizada la información<sup>112</sup>.

El punto final del cumplimiento de los objetivos es la posesión del Certificado de Gestión de Seguridad (CGS) para el buque y el Documento de Cumplimiento (DOC) para la Naviera, ambos tienen una validez de cinco años<sup>113</sup>, y son expedidos por las Administraciones u organizaciones autorizadas, por ejemplo las Sociedades de Clasificación.

Los beneficios resultantes de la aplicación del Código se irán viendo según se amplíe el número de Navieras que lo implementa y los resultados sean publicados, por el momento, en términos generales se puede decir que hasta el momento las compañías que lo han introducido han hecho comentarios favorables. Los datos recogidos y evaluados con reservas. Permiten afirmar que:

- Los seguros de responsabilidad de la compañía se han reducido entre el 10 y 15%; y una disminución entre el 7 y 9% en el seguro de P&I.
- Reducción de las multas por contaminaciones.
- Reducción del personal hospitalizado del 20 al 25%, y del 35% los desembarques por necesidad de atención médica.
- Actitud positiva de los inspectores del MOU y otras organizaciones que ante la presentación de los certificados acreditativos de la introducción del ISM, manifiestan que su trabajo no es necesario.
- Aumento de la imagen de la Naviera en términos de confianza por parte de los usuarios.
- Disminución de la pérdida de horas entre el 35 y 40%.
- Resumiendo todos los conceptos se reconoce un ahorro de costes debido a una mayor productividad.

---

<sup>111</sup> El cambio de adaptación al Código, puede representar un proceso complejo y caro para algunas navieras, pudiendo ser una de las razones por las que a un año de su obligatoriedad (1 julio 1998), se calcula en 16.000 los buques que aún no cumplen las exigencias para obtener la certificación.

<sup>112</sup> La labor burocrática de seguimiento requiere herramientas informáticas para su manejo, ya que genera un gran volumen de datos, y es necesario descargar de trabajo al tripulante, en caso contrario estaríamos introduciendo tecnología que disminuye la seguridad.

<sup>113</sup> El CGS tiene por lo menos una verificación intermedia, y el DOC una cada año.

#### **1.8.3.4. Convenio para Prevenir la Contaminación por los Buques.**

Los casos de contaminación de los mares están producidos entre otras causas por los residuos de ciudades costeras, la aportación de vertidos incontrolados de industrias contaminantes, roturas de tuberías de oleoductos, residuos procedentes de lavado de tanques en los petroleros, o accidentes de buques, principalmente petroleros. La entrada en vigor del Convenio para Prevenir la Contaminación por los Buques<sup>114</sup>, ha supuesto la adopción de medidas técnicas para evitar y empezar a reducir la contaminación.

Los organismos internacionales y nacionales, además de promulgar normas para evitar la contaminación ponen los medios para obligar a cumplirlas. La contaminación efectuada por los buques en general se debe casi en su totalidad a los medios de propulsión que consumen productos petrolíferos y los vertidos producidos por los petroleros.

El primer problema planteado, la contaminación por propulsión ha empezado a tratarse recientemente con la aparición de ciertas zonas donde degradadas de la capa de ozono<sup>115</sup>. Los nuevos avances tecnológicos aplicados a la construcción de motores están eliminando la contaminación producida por los gases expulsados y además estas medidas están siendo contempladas en las nuevas reglamentaciones.

El segundo problema no fue tratado hasta 1954, siendo estudiado, discutido y articulado en una Conferencia organizada por el Reino Unido, cuyos resultados fueron la adopción del Convenio Internacional para prevenir la contaminación de las aguas del mar por hidrocarburos, en el cual solucionó provisionalmente el problema, mediante el establecimiento de "zonas prohibidas" en las cuales quedaba prohibido la descarga de hidrocarburos o de mezclas con un contenido a 100 partes por millón.

El desarrollo del transporte marítimo, las necesidades de puesta al día y la gran contaminación producida por el accidente del *Torrey Canyon*<sup>116</sup>, decidió a la OMI para convocar la Conferencia de Londres de 1973, donde se adoptó un nuevo Convenio, cuyo amplio contenido se clasificó en cinco anexos:

- I.- Hidrocarburos.

---

<sup>114</sup> MARPOL.

<sup>115</sup> Ha sido reflejado en el apartado 1.7.4, Impacto ambiental.

- II.- Sustancias nocivas líquidas transportadas a granel.
- III.- Sustancias perjudiciales.
- IV.- Aguas sucias de los buques.
- V.- Basuras de los buques.

Los accidentes ocurridos en 1976 y 1977, crearon inquietud y se decidió enmendar el Código, pero aún no había entrado en vigor por lo que se decidió incluir todas las nuevas medidas en un Protocolo, técnicamente absorbió al Convenio de 1973, y se le conoce por MARPOL 73/78.

El Código fue enmendado en 1984, 1985, 1987, 1989, 1990, 1991, 1992, 1995, para introducir modificaciones de orden técnico unas y otras para adecuar su normativa a otros códigos y convenios. Los efectos de MARPOL 73/78 enmendado para limitar la contaminación del mar han sido positivos, calculándose que ha quedado actualmente reducida a la tercera parte y la producida por los petroleros es la décima parte. Las cifras son variables ya que todo depende del número de accidentes y el volumen de hidrocarburos vertidos.

El control de los vertidos por accidentes de buques se está combatiendo con medidas técnicas de modificaciones en la construcción, por ejemplo el doble casco; medios anticollisión, por ejemplo, mayor calidad en las funciones del ARPA; todas ellas encaminadas a limitar el error humano. El objetivo es proporcionar ayuda en forma de tecnología para aumentar la fiabilidad de las decisiones. Contaminación nula por fallos técnicos y humanos, sería el resultado final.

Otra medida es la eliminación de los buques viejos y obsoletos que las estadísticas demuestran son más propicios a los accidentes. Los armadores mantienen sus buques en banderas de conveniencia, para evitar adoptar medidas de seguridad, la solución está en un aumento de los controles. En Europa los inspectores del MOU deberían incrementar las inspecciones sobre los buques viejos, endureciendo los procedimientos de utilizados mediante medios técnicos avanzados y reteniendo a los buques en puerto hasta que hayan realizado las reparaciones.<sup>117</sup>

---

<sup>116</sup> Ocurrido en 1967.

<sup>117</sup> En algunos puertos ya se hace, pero en ocasiones se deja salir al buque y que repare las deficiencias navegando.

### 1.8.3.5. Resumen crítico sobre los Convenios y Códigos.

Al igual que sucede en otras manifestaciones de la Sociedad, la burocracia retrasa la efectividad, y aquí además influye al complejidad de la puesta en marcha de las modificaciones lo cual lo hace aún más lento y esto en términos de seguridad puede suponer un fracaso para la regla o modificación que se pretenda introducir. Las modificaciones introducidas en los Convenios y Códigos son siempre mejoras en seguridad, lo cual dentro del enfoque dado a la Tesis, supone la parte positiva.

La parte negativa sería las limitaciones en las que se mueven los Convenios y Códigos, lo cual debería ser suprimido, pudiendo de esta forma ser efectivos los avances tecnológicos y evitar las dos razones fundamentales de su aplicación a bordo:

- Evitar la pérdida de vidas humanas.
- Mantener una limpieza en las aguas surcadas por los buques.

Tecnológicamente los Convenios no son una novedad, ya que siempre son normas mínimas, pero la sociedad marítima necesita un desarrollo normativo como referencia de base para poder introducir una tecnología avanzada. Los beneficios de los cambios normativos van encaminados a proporcionar al naviero una reducción de costes y a la tripulación una disminución de la carga de trabajo. Ambos parámetros deben ser contemplados dentro de un aumento de la seguridad, en caso contrario su impacto será negativo. La presión ejercida por el mercado conduce en algunas ocasiones a aumentar el endurecimiento de la normativa internacional y su control.

Los convenios y códigos no solamente son una relación de documentos acreditativos del estado de los elementos mecánicos y estructurales del buque, o listas de comprobación de las características que deben reunir los equipos; si no que deben exigir y contener normas capaces de obligar a disponer un sistema operativo flexible<sup>118</sup> que valore el estado del buque y las condiciones y formación de la tripulación. Los sistemas deben permitir introducir modificaciones ajustadas al tipo de buque. El tripulante manejando estos conceptos, adquiere experiencia y asume los principios de una cultura de seguridad que afectará a todos los implicados en el mundo marítimo. El sistema debe realizar un endurecimiento de la norma de forma gradual, ya que en caso contrario no podría ser cumplida por algunos países, y

---

<sup>118</sup> El Código ISM puede ser un ejemplo.

estaríamos en las mismas condiciones que actualmente. Las posibles dificultades que puedan surgir a la hora de implantar Códigos o normas más estrictas serán salvadas si se hace de forma paulatina.

#### **1.8.4. Las Sociedades de Clasificación.**

##### **1.8.4.1. Funciones.**

Las Sociedades de Clasificación son organizaciones privadas internacionales creadas para avalar las condiciones de seguridad de los buques, y cuyas normas de funcionamiento, indican que todas sus acciones deben ser sin ánimo de lucro. El trabajo de las Sociedades de Clasificación en el campo marítimo ha permitido la fijación de estándares de seguridad y el mantenimiento de los niveles alcanzados en otros campos de la actividad humana.

Las funciones tradicionales<sup>119</sup> de las Sociedades de clasificación las podemos considerar divididas en dos grandes apartados, dentro de los cuales están contenidos los objetivos de su razón de ser.

a) Respecto a los nuevos buques tenemos:

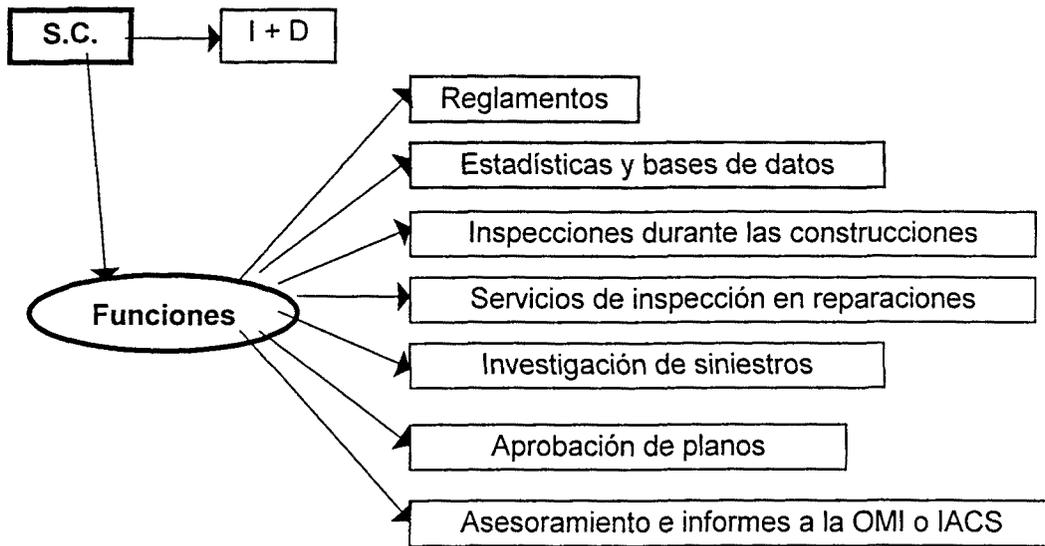
- Inspeccionar el Proyecto de construcción del buque, en todos sus aspectos y durante todas las fases de construcción.
- Extender los certificados necesarios que avalen la calidad de los trabajos efectuados.
- Dar una clasificación al buque en función del tipo y tecnología incorporada, según las notaciones empleadas por la Sociedad que haya realizado el seguimiento de su construcción.

b) Dentro del grupo de buques existentes:

- Inspeccionar los trabajos de reparación.
- Renovar los certificados caducados.

---

<sup>119</sup> Actualmente algunas SC están diversificando sus campos de actuación. Se aplica el término tradicional para expresar las funciones que han realizado desde antiguo.



**C.1.9 Funciones de las Sociedades de Clasificación.**

Una Sociedad de Clasificación avala la calidad y seguridad de un buque, cuando éste cumple sus reglamentos que los inspectores de la SC se han encargado de aplicar y verificar su cumplimiento, para posteriormente emitir los certificados pertinentes. Las características del buque quedan anotadas en su libro de Registros así como la Notación otorgada.

La herramienta de trabajo del personal de las Sociedades de Clasificación son sus Manuales y Reglamentos donde se refleja toda la normativa y procedimientos que deben seguir. El contenido de estos reglamentos es muy similar en todas las SC, y las pequeñas diferencias suelen estar en la forma de considerar los diversos esquemas de funcionamiento o los procesos para la aplicación de sus reglas. Las normas, reglas o fórmulas que hacen referencia a un tema pueden estar estructurados, por ejemplo en:

- Información general.
- Reglas de clasificación.
- Reglas de inspecciones.
- Estructura del buque
- Maquinaria principal y auxiliar
- Equipos de C.I., eléctricos, refrigeración
- Buques especiales.

Los Reglamentos y sus contenidos tienen entre otras las funciones de regular la seguridad de las operaciones del buque y los servicios que presta; proteger el entorno marino; controlar la

tecnología que se aplica a la industria marítima; o vigilar la política referente al número y formación de los tripulantes. Además las Sociedades de Clasificación se centran en trabajos de investigación por su cuenta o por encargo de empresas o organizaciones. Los informes y resultados, son apreciados y utilizados por los Comités de la OMI, para la elaboración de resoluciones que se envían a las Asambleas para que sean refrendadas. Un ejemplo claro es el estudio que sobre los accidentes de buques bulkcarriers efectuó la Lloyd's Register en 1991, y al cual se hará referencia en el Capítulo VII dedicado a la "Accidentabilidad y Seguridad".

Las Sociedades de Clasificación están autorizadas en muchos países<sup>120</sup> a emitir Certificados que indican el cumplimiento de los Convenios Internacionales, son los denominados Certificados estatutarios y se refieren a: Convenio Internacional de Arqueo, 1969; SOLAS 74/78 y Protocolos; Convenio Internacional sobre líneas de Carga, 1966; MARPOL 73/78 y Protocolos. En otros, por ejemplo España y la mayoría de las Naciones con tradición marítima, se reservan el derecho a emitir los certificados, dejando a las Sociedades de Clasificación solo lo que hace referencia a resistencia estructural.

Las Sociedades de Clasificación con más prestigio y solvencia son reconocidas internacionalmente, nombradas y reconocidas en las Pólizas<sup>121</sup>. Algunas reducen su ámbito de actuación a sus propios países, por ejemplo FIDENAVIS, la Sociedad de Clasificación Española.

Las funciones de las Sociedades de Clasificación se están diversificando y entrando en campos que hasta la fecha no habían tocado, por ejemplo, recientemente la Compañía Shell International Trading and Shipping contrató los servicios de Lloyd's para utilizar sus servicios de Respuesta de emergencia al Buque<sup>122</sup>, lo cual significa que recibirá apoyo técnico en caso de que alguno de sus buques se vea involucrado en un accidente. Cada buque de la Shell tendrá la notación SERS, dentro del Registro de buques de la Lloyd's.

---

<sup>120</sup> Los Registros Abiertos o Pabellones de Conveniencia, es decir, aquellos que admiten bajo su bandera buques con Armadores de otras nacionalidades, delegan la emisión de todos los Certificados en las Sociedades de Clasificación, ya que no poseen la infraestructura necesaria para poder efectuar las inspecciones.

<sup>121</sup> Por ejemplo, Casco y Maquinas.

<sup>122</sup> SERS.

Recientemente<sup>123</sup> la organización MAS<sup>124</sup> del Reino Unido y el Ministerio de Industria y Transporte francés han dado el visto bueno a Bureau Veritas para que en su nombre pueda aplicar las directivas comunitarias referentes a equipos marinos y embarcaciones de recreo. La Sociedad de Clasificación examina la documentación técnica, audita el sistema de aseguramiento de la calidad del fabricante y realiza las inspecciones emitiendo los certificados de garantía de la marca CE. La directiva está previsto que entre en vigor en 1999 y su período transitorio termina en junio de 1998.

#### **1.8.4.2.Nuevas Reglas avanzadas.**

Las Reglas de las Sociedades de Clasificación empleadas para la construcción de buques han estado basadas en el estudio de datos procedentes de las inspecciones, es decir de casos prácticos. Si se hace un repaso de los manuales de las Sociedades de Clasificación se puede comprobar que en infinidad de fórmulas figuran coeficientes abstractos cuyos valores son modificados en función de los resultados prácticos obtenidos.

Las reglas no deben hacerse con carácter restrictivo, sino todo lo contrario, servirán para crear una sólida base capaz de regular el tema marítimo. La filosofía seguida en los temas de seguridad debe ser flexible en cuanto a admitir toda clase de sugerencias que la aumenten y rígida para anteponerla a las cuestiones económicas. Una filosofía basada en el error simple preside la actuación en materia de legislación de las sociedades de clasificación, lo cual quiere decir que se acepta que puedan ocurrir los errores en un sistema de alarma o seguridad<sup>125</sup>, pero nunca en los a la vez, con lo cual evitamos que se produzca una situación peligrosa.

Las Sociedades de Clasificación están poniendo a punto nuevas Reglas para la construcción y operaciones de los buques en las cuales se pretende dar a los diseñadores y constructores herramientas más seguras para construir buques. La construcción de un buque es compleja porque son muchos y variados los factores que pueden influir en el comportamiento final del proyecto, así que es necesario tener en cuenta todos los factores que rodean al buque para lograr un desarrollo coherente con las necesidades venideras.

---

<sup>123</sup> La actividad de evaluar los equipos la realiza desde el 1 de marzo de 1966.

<sup>124</sup> Marine Safety Agency.

<sup>125</sup> Si falla la seguridad, la alarma lo detectará y lo mismo en caso contrario.

Por ejemplo, el concepto “un solo hombre en el puente”<sup>126</sup>, lleva consigo una serie de nuevas reglas y consideraciones que es necesario aplicar en las nuevas construcciones. Es necesario integrar este concepto en el Sistema de Gestión Integral del buque, pero además implica reformar Convenios internacionales que afectan al transporte y navegación.

Las previsiones proporcionadas por los departamentos de I+D de las Sociedades de Clasificación, el análisis de los últimos proyectos realizados, los avances tecnológicos introducidos en el campo del diseño, y los nuevos materiales empleados en construcción naval, son entre otros algunas de las pautas que marcan el contenido que los nuevos manuales de las S.C. deberán contener en los próximos años. En líneas generales será necesario estudiar y analizar lo siguiente:

- 1) Los programas informáticas permitirán el control de todas las variables que intervienen en un proceso, de esta forma se podrán analizar y estudiar exhaustivamente los parámetros que formarán parte de las reglas antes de su implementación.
  
- 2) Los elementos estructurales deben ser estudiados individualmente para ver su comportamiento, además deben ser analizados todos los elementos dentro del entorno y que pueden tener relación con él y por último ver los efectos que causan sobre el conjunto del buque.
  
- 3) Es necesario tener en cuenta los efectos del medio en el cual navega el buque, que recordemos puede ser muy agresivo en ocasiones y de comportamiento imprevisible.
  
- 4) Un estudio detallado del casco, permitirá reducir escantillón en puntos que no son conflictivos, es decir no soportan grandes esfuerzos y aumentar en las zonas de riesgo, lo cual supone un beneficio económico al disminuir costes.
  
- 5) Introducción de nuevos materiales que permitan reducir costes y/o peso en áreas donde sea posible hacerlo, lo cual redundará en beneficio de:
  - las renovaciones de acero, por desgaste del paso de los años,
  - reducción de las operaciones de mantenimiento

---

<sup>126</sup> Su implantación significa una disminución de los costes de explotación de la Naviera, por lo cual tiene el futuro asegurado.

- 6) Estudio de las previsibles operaciones que el buque debe efectuar según las cargas transportadas y los medios empleados en las operaciones.

Unas Reglas que contemplen los anteriores apartados proporcionarán los datos necesarios para conocer y evaluar los resultados de un proyecto antes de realizarlo, de esta forma se pueden corregir defectos y conseguir una mayor seguridad en todas las operaciones, incluso al llevar un mayor control sobre el comportamiento del buque se podrá su vida operativa.

#### **1.8.4.2.1.Lloyd's Register of Shipping.**

La Sociedad de Clasificación Lloyd's Register<sup>127</sup> incremento la variedad de las funciones realizadas en la década de los 90<sup>128</sup>, extendiendo sus oficinas y crecido en las áreas del transporte marítimo y la industria offshore. Algunas de los últimos trabajos significativos que han propiciado sus investigaciones se describen a continuación.

Presentó la primera regla de clasificación para yates de más de 50 metros de eslora y que determina los parámetros de seguridad que deben cumplir, con ello se pretende alcanzar niveles de seguridad parecidos a los de los buques de pasaje. Este tipo de yates suelen llevar entre 10 y 30 pasajeros, por lo cual son muchas las vidas que deben de ser protegidas.

- Mejor adecuación de los equipos de seguridad y de C.I.
- Asegurar la estabilidad antes y después de una avería.
- Equipos de salvamento y supervivencia en la mar.
- Equipos de comunicaciones y ayuda a la navegación.

Concretamente se ha adoptado el sistema de niebla automática utilizado en buques de pasaje, que consiste en presurizar pequeñas cantidades de agua y evitar las averías causadas por un escape accidental o cualquier efecto adverso en la estabilidad que se podría producir con un rociador normal.

---

<sup>127</sup> L.R.

<sup>128</sup> Especialmente durante los años 1993, 1994 y 1995.

Lloyd's Register ha introducido nuevas notaciones para navegar con un solo hombre de guardia en el puente, serán NAV y NAV1<sup>129</sup>, que reemplazan a las existentes LNC(A) y LNC(AA). Las notaciones se conceden<sup>130</sup> para certificar un buque con una estación que centraliza en el puente los sistemas de navegación, las operaciones relativas al manejo de la carga, las comunicaciones del buque y el control de los sistemas de propulsión de forma integrada para ser manejado por una sola persona<sup>131</sup>.

El 31 de diciembre de 1997 comenzó a ser obligatorio cumplir con la normativa SOLAS sobre Manuales de Aseguramiento de la Carga, por lo cual algunas organizaciones entre ellas la L.R. ha desarrollado un paquete para preparar los manuales de aseguramiento de la carga. En él se convierten las normas de la OMI en procedimientos de trabajo. Las instrucciones y un programa informático permiten al usuario calcular las fuerzas que actúan sobre las unidades de carga<sup>132</sup>.

La L.R. a través de su departamento de I+D, realizó un estudio sobre los graneleros de un sólo casco y modificó las reglas para mejorar la capacidad de sobrevivir a la inundación de cualquier bodega, para ello se recomienda el aumento de resistencia de los mamparos estancos coarrugados. La normativa entró en vigor el 1 de enero de 1997. El estudio indica que la pérdida y accidentes de estos buques suele ocurrir cuando sobrepasan los 15 años de edad, por lo tanto por ellos, se exige nuevos requisitos para el mamparo entre las bodegas 1-2 y la estructura del doble fondo debajo de él. Esta modificación será exigida en la inspección especial del 1 de julio de 1998, teniendo un plazo de prórroga para cumplir hasta el 1 de julio de 2002. Los demás buques tendrán que cumplir la normativa cuando hagan la tercera inspección especial.

La flota clasificada por L.R. era principios de 1997 de 103.200.000 GT, es decir, el 23% de la flota mundial. La introducción de inspecciones especiales para graneleros existentes ha sido uno de los trabajos concluidos en 1996, y en el cual L.R. ha puesto especial interés.

---

<sup>129</sup> Estas notaciones son resultado del proyecto ATOMOS, patrocinado por la Unión Europea.

<sup>130</sup> Los buques para obtener estas certificaciones deben realizar pruebas de mar para comprobar el funcionamiento de los sistemas.

<sup>131</sup> Las pruebas exigidas por LR, superan a los requisitos de OMI para el diseño del puente, disposición de equipos, entorno de trabajo, sistemas de seguridad, comunicaciones y de operaciones.

<sup>132</sup> Recomendaciones de OMI, Programa de trincado de la carga, 1 de agosto de 1996.

**1.8.4.2.2. Det Norske Veritas.**

El concepto de trabajo y funcionamiento de las Sociedades de Clasificación esta evolucionando de la misma forma que lo está haciendo la relación existente entre la tecnología y el medio donde se aplica. *"Cuando Det Norske Veritas<sup>133</sup> fue fundada en 1864, el principal objetivo de la Sociedad consistía en desarrollar las tecnologías navales para proteger la vida humana contra el medio. Hoy, de cara la próximo siglo, nuestro objetivo es el desarrollo científico que permita proteger el medio ambiente contra los efectos perjudiciales de las actividades industriales"*<sup>134</sup>.

La DnV es una SC noruega y según las investigaciones auspiciadas por su Gobierno, y en las que ella ha participado, el mayor porcentaje de los accidentes marítimos registrados entre los 1981 a 1985 se debió a errores humanos, quedando en segundo los debidos a fallos técnicos y de procedimiento. Las conclusiones llevaron a DnV ha profundizar en los aspectos técnicos de la actividad marítima para mejorar los procedimientos con el fin de reducir el fallo humano. Las nuevas notaciones de DnV, capacidad de supervivencia de los buques tras sufrir un accidente, puente de gobierno atendido por una sola persona, se refieren a aspectos de gestión e incluso a aspectos puramente relacionados con el factor humano.

La flota mundial esta envejeciendo, la edad media es elevada actualmente. Teniendo en cuenta los nuevos contratos, los ritmos de entrega y los desguaces, la edad tiende a aumentar. Realmente los criterios para retirar un buque del servicio activo han variado pues hemos pasado de aplicar un criterio económico para llevar a los buques al desguace cuando se acercaban a los 15 años y se veía una falta de rentabilidad, a la tendencia actual que es mantener los buques en servicio hasta que queden técnicamente obsoletos. Con este criterio la flota mundial de buques tanque está alcanzando una edad media de 20 años.

Esta circunstancia y la lucha contra la permanencia en servicio de los buques subestandar (los que no cumplen los mínimos exigidos internacionalmente para garantizar la seguridad de sus operaciones), ha llevado a DnV a desarrollar e introducir su Programa de Evaluación (Condition Assessment Programme) que permite al armador conocer y demostrar la idoneidad de su buque para operar de modo seguro en todo momento.

---

<sup>133</sup> DnV.

<sup>134</sup> Declaración hecha por el presidente de la DnV, Stern Thor Verle, en la Conferencia de 1989 en Madrid: "Clasificación de Buques en el año 2000.

Las nuevas normas para la inspección y clasificación de buques auspiciadas por la IACS han sido asumidas por DnV e incluidas en sus planes de trabajo desde el primero de Julio de 1992, con las siglas NCC<sup>135</sup>, sienta las bases aplicables a los buques durante los próximos años. DnV ha establecido una serie de periodos para implementar las nuevas reglas haciendo las siguientes divisiones:

- a) Para los buques ya construidos, las reglas se aplicarán a partir de la primera inspección pasada por el buque a partir del primero de julio de 1992.
- b) Todos los nuevos buques construidos que sean clasificados por DnV a partir de 1997.

Respecto a los buques incluidos en el apartado primero se seguirán las siguiente instrucciones y fases:

- primero desde julio de 1993, calendario de inspecciones anuales, intermedias y de renovación de la clasificación; y archivos de la documentación
- segundo desde julio de 1994, las inspecciones de fondos secos deberán ser parte de los requerimientos de las inspecciones de renovación de la clasificación
- tercero, después de la segunda inspección de renovación de la clasificación, los buques deberán dar por finalizado el sistema de inspección continua del casco.

La nueva clasificación de DnV pretende dar solución a los problemas a los que a diario se enfrentan los armadores, las compañías aseguradoras y en general las industrias del sector naval. Por ejemplo, el número de Reglas y Reglamentos es demasiado extenso y además pueden dar lugar a conflictivas interpretaciones o el manifiesto solapamiento que existe entre las Reglas de Clasificación y las Convenciones Internacionales. Se pretende que las obligaciones por parte de los armadores respecto al cumplimiento de las Convenciones Internacionales, tenga un control y seguimiento adecuados eliminando parte de la burocracia. Las nuevas reglas significan menos confusión y una mayor eficacia. Resumiendo DnV tiene como objetivos, entre otras cosas:

- Conseguir la implementación de los Convenios Internacionales, relacionados con la seguridad marítima y la protección del medio ambiente marino<sup>136</sup>.

---

<sup>135</sup> Nuevo Concepto de la Clasificación.

<sup>136</sup> Este cumplimiento evita que el buque sea parado en puerto por las Autoridades competentes por no la Legislación Internacional.

- Discutir con las administraciones de todo el mundo la forma de inspección racionalizada del NCC para lograr los objetivos que la OMI se ha propuesto: **buques más seguros y mares más limpios.**

Las ventajas del NCC<sup>137</sup> para los usuarios se derivan de los objetivos marcados por DnV, es decir simplificación de tramites burocráticos y facilidades para racionalizar las inspecciones. Se ha considerado para crear las reglas no solamente los aspectos técnicos, sino también los aspectos humanos y funcionales, con ello da más relieve a sus Reglas y las hace más eficientes. La Sociedad asume las propuestas de la IACS<sup>138</sup>, y las incluye en su programa, por ejemplo:

- Planificación de inspecciones. El acuerdo entre Armador y Sociedad de clasificación, permite profundizar la inspección en las zonas conflictivas y lugares puntuales que pueden originar problemas a la estructura del buque.
- Archivos documentales a bordo. Los datos que incluyen los archivos pueden contener información acerca de detalles de diseño<sup>139</sup>, resúmenes de las inspecciones con especificaciones puntuales<sup>140</sup> y operaciones realizadas por el buque<sup>141</sup>.
- Procedimientos de toma de espesores. Tiene por objeto un riguroso control de la corrosión, aplicando un criterio en el que se tenga en cuenta: espesor de construcción, el mínimo admisible y el margen perdido por corrosión.
- Armonización de las fechas<sup>142</sup> entre la inspección de Fondos en seco y la Inspección de Renovación de Clasificación. Comenzar la inspección de renovación 12 meses antes de su conclusión. La previsión evita los retrasos que puedan surgir en el astillero<sup>143</sup>. La inspección previa puede realizarse mientras el buque está fondeado o durante el viaje de lastre, pero DnV sugiere que la finalización de la inspección de renovación se termine en el astillero.

---

<sup>137</sup> El NCC establece que después de cada inspección de renovación se preparará un informe objetivo sobre las condiciones del buque el cual será la base para posteriores inspecciones.

<sup>138</sup> Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación.

<sup>139</sup> Tipos de acero empleados o métodos de soldadura.

<sup>140</sup> Evolución de grietas o deformaciones.

<sup>141</sup> Cargas y descargas con las condiciones en que se realizaron.

<sup>142</sup> Un escalonamiento de las fechas ayuda a mantener una periodicidad en las inspecciones, reduciendo el intervalo entre ellas.

<sup>143</sup> Para obtener provecho de los 12 meses permitidos para el comienzo de la inspección de renovación, se sugiere una inspección para realizar una evaluación de las mejoras que son necesarias introducir en los elementos que se consideren listos para la Inspección, con lo cual el armador puede realizar una planificación de los trabajos que se deben hacer en el astillero.

- La ampliación de las inspecciones intermedias. Es especialmente útil para buques petroleros y graneleros con más de 10 años los cuales necesitan realizar reparaciones en su estructura<sup>144</sup> entre dos inspecciones de renovación.
- Posibilidad de inspecciones anuales de tanques<sup>145</sup> y otros espacios o elementos estructurales<sup>146</sup>.
- Inspección continua del casco. Con la introducción del NCC, DnV no seguirá aplicando la inspección continua del casco<sup>147</sup> ya que los armadores consideran que es gravosa económicamente y ha dejado de ser útil.

Det Norske Veritas extiende dos certificados, uno para la empresa<sup>148</sup> y otro para el buque:

- Certificado de protección medio ambiental<sup>149</sup>.
- Certificado de gestión de seguridad.

La verificación y aceptación de los procedimientos de seguridad y navegación, referentes a planes de lucha C.I y contaminación; el conocimiento y familiarización de las tripulaciones con los sistemas de trabajo del buque; la organización de la empresa, los planes de mantenimiento, el registro y control de documentos relativos a las operaciones, resumen los puntos sobre los cuales la Sociedad trabaja para extender los certificados<sup>150</sup>.

La Sociedad de clasificación DnV tiene un conjunto de programas llamados NAUTICUS HULL, que aplica en el análisis y verificación de las reglas de clasificación aplicadas al buque. El programa integra toda la información del buque y es guardada durante todo su ciclo de vida. La DnV lo emplea para realizar los análisis avanzados del casco y reduce el tiempo de inspecciones, aumentando la seguridad. La información es presentada al usuario en un modelo tridimensional del buque, pudiendo seleccionarse las diferentes partes y escoger los datos que se necesiten. El programa tiene varias herramientas que lo hacen muy útil, por ejemplo, hace una comprobación de reglas mediante el sistema PILOT; puede realizar un análisis de los costes de diferentes sistemas de mantenimiento; si se trata de petroleros se puede estudiar las repercusiones sobre la contaminación de diferentes tipos de buques.

---

<sup>144</sup> Por causa de un mantenimiento inadecuado o un proceso de corrosión acelerada.

<sup>145</sup> Especialmente los tanques de lastre, en los cuales la disminución de espesor puede ser importante por efectos de la corrosión o el mal estado de protección de las pinturas.

<sup>146</sup> Equipo de cubierta, cámara de bombas o tapas de escotillas.

<sup>147</sup> CHS.

<sup>148</sup> La empresa noruega Bona Shipping, ha sido la primera empresa que ha recibido el certificado SEP.

<sup>149</sup> SEP, Security Environment Protection.

El resumen de la actuación de DnV en el sector marítimo muestra para 1996, que ha clasificado 186 buques con 3.100.000 trb, siendo el total de buques clasificados por la SC de 4.343 y 108 unidades offshore de perforación y producción. Estos datos representan 75.000.000 grt, que equivalen al 15% de la flota mundial.

#### **1.8.4.2.3.Americam Bureau Shipping.**

La introducción de nuevas técnicas constructivas en el diseño y desarrollo de buques por parte de los astilleros y empresas dedicadas a estos menesteres llevó a las sociedades de clasificación a investigaciones para proporcionar nuevas herramientas que aumentaran los índices de seguridad en los buques. Los esfuerzos de Americam Bureau Shipping<sup>151</sup> estuvieron marcados en 1.989 por dos hitos que fueron el inicio de la renovación de sus planteamientos como sociedad de clasificación:

- La edición del nuevo reglamento.
- El inicio de un proyecto de investigación para aumentar la seguridad de los buques con una eslora superior a 61 metros.

##### Nuevo reglamento.

ABS sacó a la luz una nueva edición en 1989 de sus Reglas para la Construcción y Clasificación de Buques de Acero que contienen una revisión de la edición anterior y además se introducen algunos conceptos nuevos que inciden directamente sobre la idea de aumentar la seguridad en todas las áreas marítimas. Entre las novedades que por primera vez las Reglas-1989 contemplan, están las relativas a:

- Instalaciones de aterrizaje de helicópteros: requisitos añadidos para almacenamiento de combustible y sistema de suministro de combustible, protección C.I. y sistemas de extinción y proyecto estructural y revisiones.
- Instalaciones de oxígeno-acetileno: requisitos añadidos.

Otros apartados se modificaron substancialmente con cambios de mayor o menor consideración. Por ejemplo:

---

<sup>150</sup> En 1996 DnV ha extendido 850 certificados a buques y 92 a navieras.

<sup>151</sup> ABS.

- Tuberías de resinas termoplásticas y termo: requisitos consolidados, nuevas aplicaciones permitidas para las últimas.
- Revisiones después de la construcción: fija intervalos entre varadas según SOLAS, en cuanto este en vigor.
- Sistemas de tuberías del aparato de gobierno: modificación de la presión de las pruebas a bordo y requisitos para las pruebas en taller y pruebas a bordo consolidadas en una situación.
- Altura (h) para los escantillones de las estructuras y refuerzos del fondo: revisada y clarificada.
- Mamparos estancos al agua: nuevas fórmulas para calcular el espesor de las planchas; requisitos del mamparo de colisión con el actual SOLAS.
- Tanques profundos: justifica capacidades de carga mayores y la fórmula para el cálculo del espesor de la plancha modificada.
- Planchas del forro de los buques de transporte de gas licuado: requisitos extendidos a otros tipos de buques.
- Graneleros: proporciona guía para tanques largos o anchos y requisitos de proyecto para mamparos no estancos.
- Graneleros/mineraleros: la aplicación uniforme de los coeficientes de proyecto para los refuerzos longitudinales y esloras.
- Materiales para la construcción de equipos del casco: clarifica las pruebas de impacto y consolida los requisitos generales de las mismas.
- Instrumentos de carga: clarifica los requisitos de instalación

Nuevo proyecto de investigación.

En Agosto de 1991 ABS presentó un primer estudio: "Procedimiento de Carga Dinámica" (DLA<sup>152</sup>), cuyos beneficios han sido valorados positivamente por los Armadores. Pretende aprovechar las ventajas que ofrecen los métodos de análisis, para definir las cargas dinámicas en un buque. Es una herramienta más exacta que los métodos anteriores y permite conocer los esfuerzos dinámicos a los que se verá expuesto el buque durante sus operaciones.

ABS ha sido la primera SC en ofrecer la notación de clase DLA para petroleros. Esta notación es opcional para los armadores que quieran aplicar la técnica de análisis de cargas dinámicas para el proyecto de un petrolero o un bulkcarrier construidos con aceros de alta resistencia, así

como en los de aceros ordinarios. Los resultados puede ser que los escantillones en algunas zonas locales sometidos a esfuerzos, pueden ser mayores que los obtenidos de la aplicación del Reglamento para la Construcción y Clasificación de Buques de Acero del ABS, ya que se puede efectuar una distribución más efectiva del material que forma el casco, por lo cual la estructura del buque será más robusta.

En Junio de 1.992 se edito la "Guía para la evaluación de la Resistencia a la Fatiga de Petroleros", que ha sido bien aceptada por los técnicos y proyectistas, que incluye un estudio del E3. Teniendo en cuenta que la resistencia estructural del casco varia con los años y la edad, la Guía tiene en cuenta estos dos factores, con lo cual se puede comprobar los efectos de la corrosión sobre el buque. Los beneficios de la aplicación de esta Guía son múltiples, ya que los datos almacenados sobre parámetros como fatiga y cargas, nos permite hacer una evaluación sobre todos los componentes reduciendo problemas.

Otro producto consecuencia del proyecto inicial y presentado por ABS en New York el 8 de septiembre de 1993 es el SAFEHULL <sup>153</sup>, con él pretende introducir mejoras para la clasificación y construcción de los buques petroleros de nueva construcción<sup>154</sup> a partir de septiembre de 1993 y desde enero de 1994 a los existentes. El sistema está siendo empleado por numerosos astilleros como herramienta de trabajo, debido a las ventajas que ofrece. Desde julio de 1994 está listo para ser aplicado a los bulkcarriers existentes y de nueva construcción; y más adelante ofrecerá versiones para todos los tipos de buques, empezando por los portacontenedores y transportes de gas.

El SafeHull es un sistema para diseñar estructuras de buques de acero, que facilita, entre otros a los armadores, operadores, constructores y diseñadores, la obtención de los siguientes datos:

- Cuantificar las fatigas inducidas dinámicamente que se producen y existen en la estructura de cualquier buque.
- Conseguir una óptima distribución del acero en la estructura del buque, lo que redundará en:
  - Reducir los fallos estructurales que provocan la deformación permanente, la ondulación y la fatiga.

---

<sup>152</sup> Dinamic Loading Approach.

<sup>153</sup>En él se ha trabajado durante 3 años e invertido aproximadamente unos 4 millones de \$.

<sup>154</sup> *North Star*, ha sido el primer petrolero Suezmax que cumple los requisitos ABS SafeHull, fue entregado en 1996. Tiene 148.561 dwt, 14 tanques de carga y 12 SBT; el sistema permite transportar 3 productos diferentes. *Nikator* de 142800 dwt., ha sido el primer petrolero Suezmax de doble casco, construido bajo las reglas DLA.

- Reducción de peso muerto, por lo cual aumenta la capacidad de carga.
- Disminuir el coste económico del buque.
- Aumentar la vida del buque, ya que el sistema considera los efectos del agua del mar sobre el casco.
- Identificar las zonas más críticas de toda la estructura, y las inspecciones más adecuadas para controlar su evolución.
- Calcular la efectividad de las reparaciones propuestas para el buque y desarrollar un plan de apoyo al conjunto de programas de investigación llevados a cabo.

Los resultados obtenidos, son mejor comportamiento del buque en todas sus operaciones y mayores beneficios para el armador, por ejemplo: al ejercer un control sobre las reparaciones y mantenimiento, se consigue una disminución de los fallos estructurales del buque, lo cual proporciona un alargamiento de la vida del buque y tenerlo en mejores condiciones si deseamos venderlo; el segundo beneficio es una mayor seguridad en lo que atañe a la protección del medio ambiente, especialmente en el caso de los petroleros, ya que las probabilidades de producir una contaminación quedan disminuidas.

La memoria anual de 1996 destaca los siguientes datos en el ejercicio: incremento de clasificaciones respecto a 1995 del 2% en el número<sup>155</sup> de buques con un 36% de trb. El total de buques asciende a 11.584 buques y estructuras offshore, con un tonelaje de 94 millones de trb. ABS tiene clasificados el 57% de los VLCC y el 51% de las FPSO existentes en el mercado mundial.

El último producto de la sociedad de clasificación, "Nuevas Reglas de Maquinaria propuestas por ABS", están en borrador y durante éste año de 1998 serán objeto de enmienda. Las reglas propuestas son el primer paso para aplicar la tecnología basada en el riesgo y fiabilidad a la planta de operación del buque. Las nuevas reglas incluyen una reevaluación de las actuales Reglas de Maquinaria, y constituyen el compromiso de ABS para proporcionar al sector marítimo estándares avanzados y fáciles de usar, para mejorar la seguridad marítima.

La Sociedad tiene clasificados en orden de prioridad los petroleros, portacontenedores y graneleros, siendo los primeros y últimos buques conflictivos, ya que su edad es elevada, y en éste tipo de buques es necesario incrementar las inspecciones, motivo por el cual está trabajando en el desarrollo de normativas y aplicaciones que puedan facilitar su labor.

---

<sup>155</sup> En 1996 clasificó 742 buques con un volumen de 6.600.000 gt.

### **1.8.4.3. Agrupaciones de Sociedades de Clasificación.**

Las Sociedades de Clasificación se han agrupado en Organizaciones para aunar esfuerzos y estandarizar los métodos empleados en las inspecciones. Por ejemplo tenemos:

- IACS, International Association of Classification Societies.
- EURACS, que reúne a las Sociedades de la UE.
- OTAK que agrupa a los países de la CEI, Cuba, Vietnam y Corea del Sur

Se particulariza sobre la IACS, y sobre ella se dan unos datos que son reveladores del trabajo que realizan estas asociaciones.

- Sus miembros realizan unas 500.000 inspecciones al año, sus oficinas técnicas en número de 1.500 repartidas por todo el mundo reciben una valiosa información recogida por sus técnicos. Los datos reales son contrastados con las investigaciones de los técnicos de I+D, pudiendo de esta forma tener actualizados sus reglamentos.
- La IACS ha publicado un manual sobre inspección y mantenimiento de petroleros de doble casco<sup>156</sup>, que unido a los publicados sobre bulkcarriers<sup>157</sup> sirven como herramientas de trabajo y son utilizados ampliamente por el sector marítimo.

Los datos globales de algunas de las sociedades de clasificación encuadradas dentro de la IACS y contenidos en sus memorias anuales, nos muestra como el reparto del mercado se va clarificando, lo cual es beneficioso para el armador, ya que al “especializarse” las SC en determinados tipos de buques, sus conocimientos y exigencias son más concretas y redundan sobre los niveles de seguridad.

---

<sup>156</sup> “Guidelines for the Inspection and Maintenance of Double Hull Tanker Structures”, publicado por Tanker Structura Co-operative Forum, 1995.

<sup>157</sup> “Bulk Carriers: Guidelines for Surveys, Assessment and Repair of Hull Structure”, 1994

### 1.8.5. La normativa y los avances tecnológicos.

#### 1.8.5.1. Proceso de normalización.

La actuación eficiente de un equipo o de un tripulante depende en muchas ocasiones del proceso empleado. Los aspectos positivos llevan a normalizar el proceso, es decir, cuando una operación se realiza de forma repetitiva durante muchas veces y los resultados son adecuados a lo que necesitamos, se normaliza. Para ello se efectúa una programación estructurada, acotando las partes que deben ser revisadas mediante listas de comprobación y aquellas operaciones que deben realizarse de forma automática. La normalización es necesaria para poder avanzar en eficacia y operatividad, se puede definir, como:

*“Toda actividad que aporta soluciones para aplicaciones repetitivas que se desarrollan fundamentalmente, en el ámbito de la ciencia, la tecnología y la economía, con el fin de conseguir una ordenación óptima en un determinado contexto”.*<sup>158</sup>

El estudio y preparación de una normalización deberá incluir entonces varias fases de programación<sup>159</sup>, mediante aplicaciones directas de los procesos que sabemos tienen un resultado positivo ya que han sido probados en infinidad de ocasiones. Los beneficios que se derivan de una normalización son claros, ya que estamos hablando de organizar procesos repetitivos, es decir, construir, diseñar o trabajar con un método. Además tendremos la ventaja de que aunque se cambie la tripulación el trabajo se realizará de la misma forma, lo cual favorece el funcionamiento de los equipos. La normalización ayuda a la perfección de los procesos proporcionando rapidez, seguridad y mayor eficacia.

Homologar es someter un producto al examen de un organismo cualificado que lo juzga mediante normas preestablecidas, avalando con su conformidad el equipo o proceso. Certificar es expedir un documento que avala las características del producto. Resumiendo para Normalizar<sup>160</sup> es necesario:

La norma son los parámetros que permiten establecer la regla.

La normalización permite ofrecer al usuario un producto competitivo.

---

<sup>158</sup> SENLLE, Andrés y STOLL, Guillermo, “Calidad total y normalización, ISO 9000, las normas para la calidad en la práctica”, Gestión 2000 SA, 1994.

<sup>159</sup> Está formada por el conjunto de datos que se deben aportar y las normas empleadas.

<sup>160</sup> Real Decreto 1614/85

La calidad es el conjunto de características del equipo o procedimiento empleado que dan cumplimiento a las necesidades del usuario. La fijación de unos mínimos que debe cumplir el producto permite lograr mayor calidad del mismo.

#### **1.8.5.2.La homologación de equipos y sistemas en la Unión Europea.**

La calidad de un equipo es un requisito que debe ser establecido de alguna forma, ya que en ocasiones los intereses comerciales desvirtúan las características exigidas para su funcionamiento, consciente de ello la Unión Europea adoptó<sup>161</sup> la directiva 96/98/CE sobre equipos marinos. Su objetivo es aumentar la seguridad en el mar y prevenir la contaminación mediante la aplicación uniforme de los instrumentos internacionales en relación con el equipo detallado en el Anexo A. La Directiva entró en vigor al ser publicada en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas, el 17 febrero 1997.

El Anexo A, facilita la información de las normas y disposiciones que deben cumplir los equipos para su homologación, reuniéndolos en grupos afines, por ejemplo: dispositivos de salvamento, prevención de la contaminación marina, protección contra incendios, aparatos de navegación, equipo de radiocomunicaciones. El Anexo B describe los módulos para la evaluación, y el Anexo C donde se reflejan los criterios mínimos que tendrán en cuenta los Estados miembros para la notificación de organismos.

#### **1.8.5.3.Organismos de normalización.**

La normalización es un trabajo necesario para organizar una acción, avanzar en eficacia y operatividad. Las normas son definidas por organizaciones especializadas que estudian las necesidades del mercado, en nuestro caso del sector marítimo. Por ejemplo

---

<sup>161</sup> 20 de diciembre de 1996.

tenemos, a nivel europeo, las siguientes organizaciones que según el Diario Oficial de las Comunidades Europeas<sup>162</sup> hace referencia expresa a las normas fijadas por:

- ISO, International Organization for Standardization, fue creada en el año 1947, y a finales de 1997, tenía 109 miembros correspondientes a otros tantos Estados que están representados por sus respectivos organismos nacionales de estandarización.
- CEN, Comité Europeo de Normalización, fue creado en 1961, y se encarga del desarrollo de normas estándar para Europa.
- CENELEC, Comité Europeo de Normalización Electrotécnica, fue creado en el año 1973.
- ECISS, Comité Europeo de Normalización de Hierro y del Acero.
- ETSI, Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación, fue creado en 1988, estando compuesto por empresas y entidades afines al sector de todos los países europeos.
- CEI/EIC, Comisión Electrotécnica Internacional, fue creada en 1906, para elaborar normas internacionales de los productos eléctricos y electrónicos. Actualmente<sup>163</sup> está formado por 51 comisiones nacionales.

Además de estos organismos que trabajan sobre las normas, de estandarización existen las Sociedades de Clasificación que también preparan normas que en principio son empleadas por ellos y posteriormente en muchos casos son asumidas por la OMI.

El trabajo de los organismos de normalización consiste en definir unas normas que son elaboradas por un comité técnico controlando la calidad de las mismas. El procedimiento seguido consiste en:

- proponer
- desarrollar
- y aprobar la norma.

El informe del comité técnico es pasado a los miembros del Consejo de la Organización de turno para que de su aprobación final y la norma quedará incorporada como estándar.

---

<sup>162</sup> Directiva 96/98, página N° L 46/27.

<sup>163</sup> Enero de 1998.

#### **1.8.5.4. Organización Internacional de Normalización.**

La introducción de los sistemas de calidad ha sido una de las principales razones por las que muchas empresa están creciendo ya que logran competir con otras de su mismo ramo en condiciones favorables, debido a su organización y la competitividad de los productos finales ofrecidos. Las normas ISO 9000<sup>164</sup> son un sistema de estándares para contribuir al desarrollo de la calidad de un producto. Se aplica a los productos y empresas, aunque estas no fabriquen. El sector marítimo no ha sido ajeno a la introducción de las normas ISO, por las presiones que principalmente cargadores, fletadores y aseguradores, han ejercido, pues todos están de acuerdo en la necesidad de la introducción de una gestión de calidad en los buques. Las normas ISO de Sistemas de Gestión de Calidad establece las pautas que una Empresa debe cumplir. Se aplican a cada una de las áreas que integran su estructura de funcionamiento, contemplando todos los aspectos, pero no definen los medios para conseguirlo siendo la propia Empresa quien los selecciona.

Los estándares de las Normas ISO-9000 se enumeran a continuación siendo utilizados por todos los países miembros de la Organización Internacional de Normalización, son los siguientes:

- ISO 9000, son normas para la gestión de la calidad y su aseguramiento, además de ser directrices para la selección y su utilización.<sup>165</sup>

La norma establece la diferencia entre los conceptos relativos a la calidad y las directrices que se deben seguir para elegir y utilizar las normas ISO 9001, 9002, 9003 y 9004. Normaliza los requisitos para los sistemas de calidad, y se aplican a productos y servicios.

- ISO 9001, son normas para asegurar la calidad en el diseño, desarrollo, instalación y servicio que ofrece una empresa.<sup>166</sup>

La norma es aplicable en situaciones contractuales cuando el suministrador debe poner de manifiesto o demostrar la conformidad con los requisitos especificados,

---

<sup>164</sup> Cada país tiene su propia designación para la serie ISO 9000, así por ejemplo utilizan en:

- España, UNE 66 900
- Suecia, SS-ISO 9000
- EE.UU., ANSI/ASQC Q 91-1987
- Dinamarca, DS/ISO 9000.

Las normas europeas EN 29000, publicadas por el CEN, corresponden también a las ISO 9000.

<sup>165</sup> Corresponde a la norma española UNE 66-900.

<sup>166</sup> Corresponde a la norma española UNE 66-901.

durante varias fases, que pueden incluir el diseño y desarrollo, la producción, la instalación y el servicio posventa.

- ISO 9002, son normas que ofrecen una garantía de la calidad en la producción e instalación.<sup>167</sup>

La norma es aplicable en situaciones contractuales cuando los requisitos especificados, para los productos o servicios están formulados en términos de un diseño o especificación establecidos.

- ISO 9003, son normas que ofrecen una garantía de la calidad en la inspección y los ensayos finales.<sup>168</sup>

La norma es aplicable en situaciones contractuales cuando el suministrador debe poner de manifiesto o demostrar la conformidad con los requisitos especificados, únicamente en la inspección y ensayos finales.

- ISO 9004, son normas utilizadas como reglas generales para la gestión de la calidad y elementos de un sistema.<sup>169</sup>

La norma es una herramienta para el establecimiento de sistemas de calidad en toda clase de empresas. Se centra en los factores tecnológicos, administrativos y humanos que afectan a la calidad de un producto o servicio durante todas las fases y actividades.

#### **1.8.5.5. Normalización en España.**

Las normas nacionales preparadas en España son las UNE, que son aprobadas por AENOR<sup>170</sup>, organismo avalado por la Administración<sup>171</sup> para realizar todas las funciones necesarias para de los procesos de normalización.

Considerando que las normas son del interés de fabricantes, centros de investigación, usuarios, o Administraciones, AENOR crea un Comité Técnico de Normalización con representantes de todos los grupos y elabora las normas UNE. Los productos son certificados para acreditar que se han cumplido las normas que le corresponden.

---

<sup>167</sup> Corresponde a la norma española UNE 66-902.

<sup>168</sup> Corresponde a la norma española UNE 66-903.

<sup>169</sup> Corresponde a la norma española UNE 66-904.

<sup>170</sup> Es miembro de CEN, CEI, ISO, ETSI y CENELEC.

<sup>171</sup> Real Decreto 2000/1995.

### **1.9. Conclusiones**

- El tratamiento dado a las nuevas tecnologías tiene por objeto poner de manifiesto nuevos conceptos para su aplicación al buque, e investigar las causas que inciden sobre el campo de la seguridad.
- Se deben acotar los límites de aplicación de las nuevas tecnologías para contemplar las posibilidades de su introducción a bordo de los buques, realizando una primera fase de pruebas en tierra y una segunda en el buque, con objeto de precisar las modificaciones que se deben hacer, antes de usar la nueva tecnología.
- Estudio del campo de acción de la nueva tecnología para determinar los efectos colaterales que pueda causar.
- Tomando el ejemplo de otras industrias, se debe aumentar las inversiones efectuadas en I+D en la Empresa y la Universidad, ya que sin lugar a duda la mayor posibilidad de progresar una tecnología, incluida los nuevos avances que necesitan incorporar los buques.
- La promoción del I+D en la Unión Europea debe dirigirse a conseguir mejorar los procesos de producción y desarrollo de buques seguros e eficientes, para poder competir con tecnología con los astilleros de países orientales cuyos costes por mano de obra son inferiores.
- La Organización Marítima Internacional supone, en algunos aspectos, una limitación para la implantación de nuevas tecnologías en países avanzados. Sus resoluciones implican condiciones mínimas para ser cumplidas por todos los Estados. El diferente nivel económico y su capacidad de gestión, condicionan su vigencia.
- La seguridad es uno de los factores condicionantes para la introducción de nuevas tecnologías. No se puede realizar modificaciones tecnológicas sin antes evaluar todas las consecuencias que tendrán y debe prevalecer el nivel de seguridad sobre ella.
- Los países con Bandera de Conveniencia cuya estructura no es suficiente para poder mantener sus obligaciones, requieren la ayuda de las Sociedades de Clasificación en cuanto a realizar inspecciones y extender los certificados.
- Estandarización, normalización y homologación son condiciones que deben ser aplicadas como una necesidad de mejorar la competitividad del transporte marítimo.

# **CAPÍTULO 2**



## 2. LAS TRIPULACIONES.

### 2.1. Introducción

#### 2.1.1. Objetivos.

Las nuevas tecnologías inciden sobre las tripulaciones de los buques, fundamentalmente en dos aspectos, uno práctico y otro teórico, de ellos se hace un análisis para poner de manifiesto sus características y estudiar de que forma la tecnología puede solucionar la problemática que presentan.

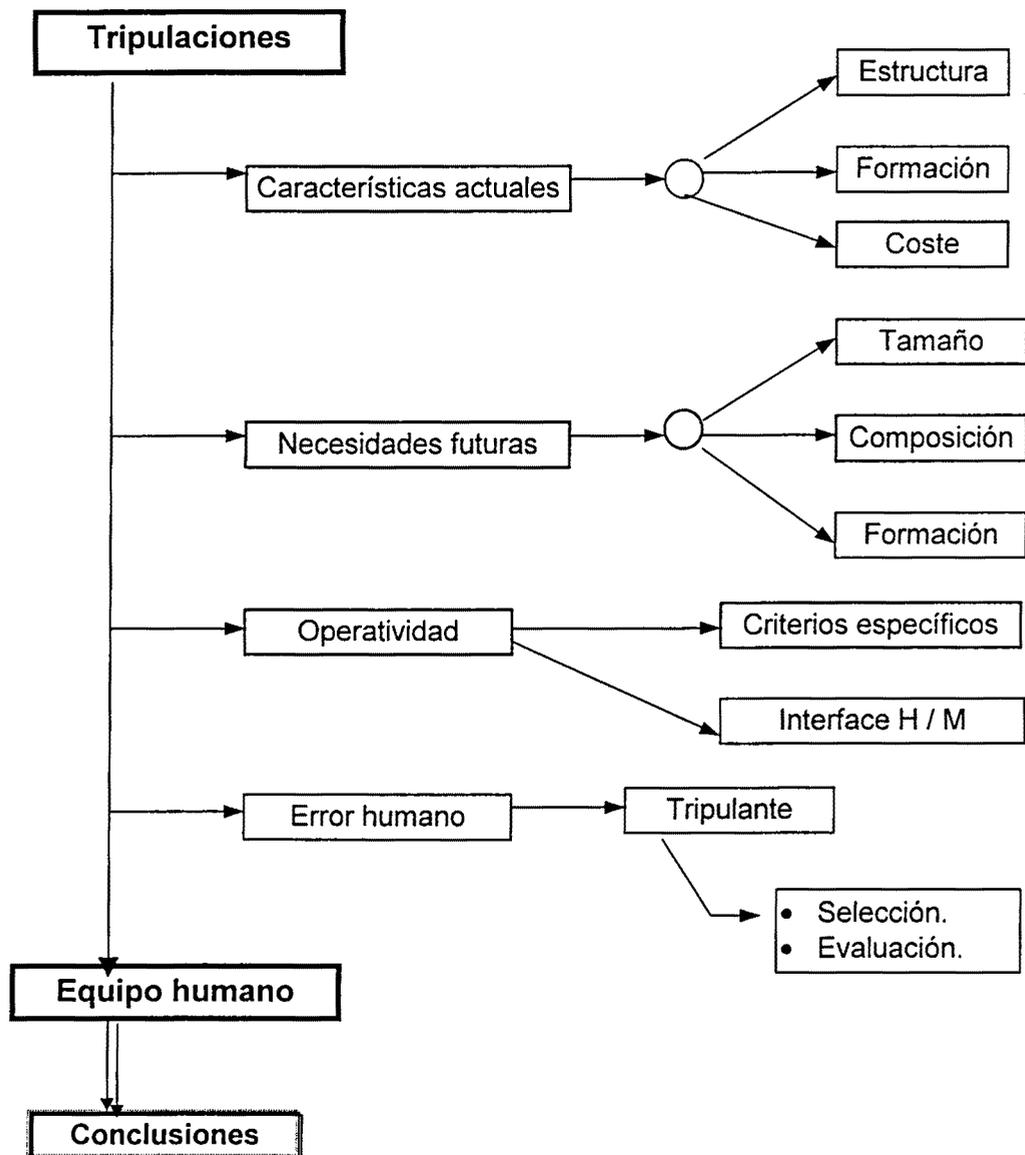
El aspecto práctico valora el empleo de simuladores para la preparación de las nuevas tripulaciones, que deben manejar buques avanzados con alta tecnología a bordo. La realidad de los condicionantes teóricos es una premisa que deben tener en cuenta los Centros de formación de futuras tripulaciones, por ello deberán introducir materias acordes con las nuevas tecnologías para dar un nivel teórico más amplio y profundo con el cual poder hacer frente a las necesidades que se plantean a bordo.

La relación entre las tripulaciones y las nuevas tecnologías se establecen a través de los siguientes objetivos del capítulo:

- ① Estudiar las necesidades de las futuras tripulaciones para buques avanzados teniendo en cuenta:
  - Composición.
  - Tamaño.
  - Formación.
- ② Analizar objetivamente la relación entre el hombre y maquina, estableciendo los criterios de actuación, para disminuir el número de accidentes debidos a los errores humanos.
- ③ Evaluar los criterios de selección que pueden ser aplicados a los tripulantes, para tener tripulaciones con capacidad de respuesta.

2.1.2. Metodología.

La utilización de una metodología para el estudio de las tripulaciones se concreta en tres fases, mediante las cuales se obtienen unas conclusiones basadas en el siguiente esquema de trabajo:



C.2.1 Metodología.

El contenido de cada una de las tres fases seguidas en el estudio es el siguientes:

- ❶ Revisar la literatura existente principalmente la de los Institutos de investigación de Europeos<sup>172</sup>, para conocer en su máxima amplitud las características de las tripulaciones actuales.
- ❷ Determinar las posibilidades de emplear las Nuevas tecnologías en la formación y selección de las tripulaciones de los futuros buques avanzados.
- ❸ Establecer criterios y determinar los parámetros necesarios para la definición de nuevas tripulaciones, concretadas en un equipo humano de trabajo formado por un reducido grupo de personas.

### **2.1.3. Contenido.**

El capítulo contempla un estudio de las características de tripulaciones actuales y futuras, poniendo de manifiesto la incidencia sobre la seguridad y cómo pueden aplicarse las nuevas tecnologías para modificar la tripulación. Un resumen del contenido de los epígrafes tratados es el siguiente:

Las estadísticas nos indican de forma constante que el 80% de los accidentes son fruto de los errores humanos, admitiendo esta posibilidad, el estudio de las tripulaciones se inicia presentando las características de las actuales, en cuanto a estructura, formación y costes económicos. Se estudia su evolución, valorando y analizando las necesidades que requerirán las futuras tripulaciones en el campo de la formación, número de tripulantes y criterios de composición.

La reducción de tripulaciones es un hecho irreversible, los armadores cada día pedirán que sus buques lleven menos tripulantes, y el único obstáculo que encuentran es el que representa la legislación internacional, fundamentalmente SOLAS, STCW y ISM.

---

<sup>172</sup> Bremen, Amsterdam, Hamburgo.

Dada la importancia del tema de la reducción de tripulantes en los buques, se analizan los factores que inciden en ella, estudiando los relativos a la formación, equipamiento, métodos de trabajo, legislación vigente, mantenimiento del buque y tráfico realizado.

Una de las formas de estudiar el efecto las nuevas tecnologías sobre las tripulaciones consiste en el análisis de su formación, siguiendo una secuencia tecnológica que describa las tendencias formativas, contrastando los mínimos exigidos con los necesarios para llevar a cabo todas las operaciones mediante métodos de trabajo que incorporen nuevas tecnologías y disminuyan la carga de trabajo.

El desarrollo de un periodo de prácticas a bordo de los buques, para el futuro oficial, es el sistema utilizado en la actualidad por casi todos los países. El entrenamiento es una necesidad, ya que supone *“el desarrollo sistemático de actitudes, conocimientos y habilidad de una persona, para poder realizar un trabajo correctamente”*<sup>173</sup>. Configurar su estructura, sentando un estándar sería una gran ayuda para la formación.

Se analizan las posibilidades que ofrece el campo de la simulación que son estudiadas y analizadas, destacando las ventajas del método que se manifiestan en ciertas aplicaciones de ejemplos prácticos. Su utilización será un complemento necesario que ha empezado a equipar los Centros de formación para proporcionar un aprendizaje integral a los estudiantes y profesionales en prácticas.

El simulador como equipo de formación práctica es habitualmente empleado en la actualidad en otras profesiones y los resultados logrados son excelentes. Las materias que componen los estudios de Náutica, tratan temas donde la simulación tiene un amplio campo de experiencia, por ejemplo navegación y maniobra. Realizar cursos de aprendizaje con casos prácticos simulados es de una gran ayuda, pero recordemos y no olvidemos que la práctica a bordo es el mejor curso diseñado hasta la fecha, ya que nada sustituye a la experiencia real.

La operatividad del buque depende el elemento humano; la relación entre las dos partes y los avances tecnológicos introducidos para gestionar el manejo del buque forman una trilogía que es una parte importante que debe ser estudiada para la caracterización de las tripulaciones de los buques del futuro.

---

<sup>173</sup> STAMMERS & PATRICK, *The psychology of Training*, Methuen, London, 1975.

En la parte final del capítulo se contempla el error humano como origen de accidentes, estudiando los aditamentos tecnológicos necesarios para reducir el número de fallos de los tripulantes y reeducar la forma de trabajar, con el fin eliminar los errores consuetudinarios.

El factor negativo que puede representar una tripulación reducida mal entrenada, podría agravarse en el caso de tripulaciones rotativas en diferentes tipos de buques. Entre las necesidades que se estudian para evitar que ocurra, están la normalización de equipos y sistemas.

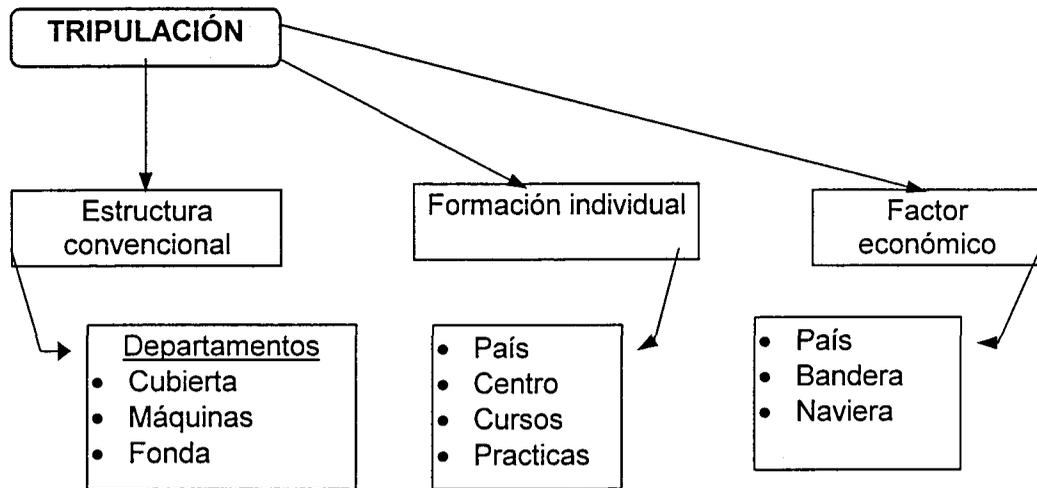
Una vez estudiado el mayor cambio experimentado por las tripulaciones, su reducción cuantitativa<sup>174</sup>, y comprobado que los factores negativos pueden ser compensados con tecnología, se analiza los criterios de selección que deberían ser empleados, para paliar el número de accidentes, debido al error humano. Análisis de las cualidades y características que deben poseer los tripulantes teniendo en cuenta la adaptación al medio.

## **2.2. Características actuales de las tripulaciones.**

Los condicionantes que definen el estudio de las tripulaciones pone de manifiesto una serie de características que las personas aspirantes a formar una tripulación deben reunir, centrándolas, por ejemplo en los siguientes aspectos: todo lo relativo a formación individual y colectiva; en otro apartado se analizan los factores económicos que utilizan los armadores y navieros. estructura, formación y economía.

---

<sup>174</sup> Análisis de los estudios del Proyecto MASIS I sobre el comportamiento de las tripulaciones reducidas.



**C.2.2 Factores que definen a las tripulaciones.**

Las tres características apuntadas son las que definen la mayoría de las tripulaciones actuales de los buques. No obstante como veremos más adelante, en éste capítulo, los criterios para la formación de las tripulaciones futuras están siendo remodelados y ampliados.

**2.2.1. Formación individual**

Los tripulaciones han estado avaladas durante muchos años, en la mayoría de los países, por el grado de formación individual de cada tripulante que es muy variable y depende del país de origen. En el caso de países de poco potencial económico, la formación cumple sólo los mínimos exigidos por las normas internacionales<sup>175</sup>, lo cual nos lleva a conjugar este factor con el económico y el resultado es la existencia de buques subestandar, que en muchos casos no cumplen los mínimos exigidos, y cuando lo hacen la calidad de la formación recibida es paupérrima en su conjunto.

La formación de las tripulaciones convencionales está contrastada por una serie de medidores existentes capaces de determinar su grado de formación. En primer lugar se basan en la acreditación de Certificados extendidos por los Gobiernos de los países, que demuestren la

<sup>175</sup> Convenio STCW.

formación académica recibida al terminar los estudios en los Centros que hayan sido homologados por la Administración Marítima y las Autoridades Académicas. La penuria económica y la falta de control por parte de algunos Estados ha dado lugar a casos en que los títulos o certificados han sido comprados, lo cual deteriora aún más la imagen de la formación recibida. Algunas Navieras<sup>176</sup>, además de verificar la autenticidad de los certificados efectúan un control de los conocimientos profesionales de los tripulantes antes de contratarlos, es decir que los parámetros de medición para estas tripulaciones los establecen los Operadores de buques, que las contratan.

Otro medidor sería la práctica habitualmente seguida por la OMI de establecer normas para que los tripulantes reciban cursos específicos, por ejemplo sobre los diferentes tipos de buque<sup>177</sup>, equipos<sup>178</sup> o seguridad marítima<sup>179</sup>, los cuales, son obligatorios. El inconveniente que presentan desde el punto de vista del marino es que debe dedicar un tiempo extra para obtener los certificados necesarios para embarcar. Este sistema permite disponer de otro medidor que con el anterior ayuda a conocer el grado de formación de la tripulación.

Por último otro modo de medir los conocimientos, es aprovechar la experiencia del personal embarcado y en el momento de realizar los cambios de personal, prolongar la estancia a bordo de los oficiales con antigüedad<sup>180</sup> en la Naviera y realizar durante unos días un intercambio de opiniones y conocimientos, que servirá además para poner al día al oficial que se queda a bordo de los pequeños detalles sobre equipos.

Las organizaciones que velan por la Seguridad Marítima utilizan los datos que le proporcionan los medidores y los informes de personal especializado<sup>181</sup> para preparar los programas utilizados en la formación del tripulante.

La formación que individualmente han recibido los profesionales que lleven muchos años embarcados, se ha demostrado que no es suficiente en la actualidad, es necesario una actualización cuyo objetivo específico, es la puesta al día del profesional en el conocimiento de

---

<sup>176</sup> Los Operadores que trabajan para multinacionales, suelen realizar unos exámenes antes de embarcar, ya que les exigen un cierto nivel de calidad.

<sup>177</sup> Petroleros, quimiqueros.

<sup>178</sup> Radar, ARPA, gas inerte, lavado con crudo.

<sup>179</sup> Lucha contra incendios nivel I y II.

<sup>180</sup> Esta práctica suelen hacerla los capitanes, que no quieren quedar sin personal experimentado en el transcurso de pocas horas.

<sup>181</sup> Por ejemplo los inspectores del MOU.

los últimos avances tecnológicos, el manejo de equipos, procesos, o técnicas de mantenimiento.

Los antiguos planes de formación no incluían entre sus materias temas que actualmente son necesarias para el manejo seguro de los buques, aunque estos sean convencionales. Para ello son necesarios cursos de actualización que renueven los conceptos teóricos recibidos en los Centros de formación, que por el paso de los años han quedado obsoletos.

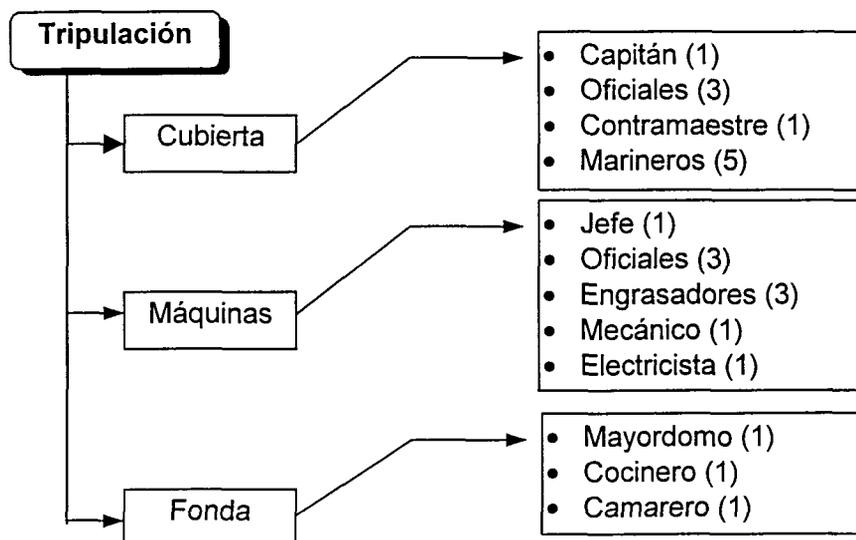
### **2.2.2. Estructura convencional.**

La característica de las tripulaciones actuales referente a su estructura en los buques convencionales y algunos denominados avanzados, que están navegando los hace obsoletos por mantener una estructura de las tripulaciones basada en la tradicional división de sus miembros en departamentos:

- cubierta
- máquinas
- y fonda

El origen de esta estructura data de los principios de la navegación a vapor y se ha mantenido a través de los años, siendo en muchos casos negativa, llegando a crear una autentica división de los tripulantes que ha sido perjudicial para el marino y su entorno social. El inconveniente mayor que presenta esta estructura es que se han introducido factores correctores en los departamentos, como la reducción de tripulantes, sin efectuar en algunos casos ninguna reorganización de funciones, por lo cual la carga de trabajo sobre determinados tripulantes ha aumentado. La introducción modernas tecnologías, por ejemplo, los automatismos necesarios para lograr una máquina desatendida, significa reasignar las funciones del departamento y no solamente reducir personal.

La estructura convencional de una tripulación es producto de una asignación rutinaria de puestos de trabajo, por ejemplo:



### C.2.3 Estructura de la tripulación.

El número de personas de todos los departamentos puede variar en función de factores que en ocasiones son externos a las operaciones del buque, por ejemplo:

- Tonelaje.
- Tipo de abanderamiento.
- Viaje efectuado.
- Clase de buque.
- Naviera.

Cada uno de los factores puede ser determinante e indicativo para modificar la estructura de la tripulación, siendo en algunos casos el resultado de la combinación de dos o más, lo cual nos indica que dentro de una estructura convencional puede haber otras muy similares. Los buques que navegan de acuerdo a las estructuras de tripulaciones convencionales tienen su carga de trabajo repartida uniformemente, según los cargos que desempeñen en el buque, pero técnicamente en algunos buques disponen de medios obsoletos, lo cual implica, que su carga de trabajo podría disminuir considerablemente si se introducen los medios tecnológicos capaces de descargar de trabajo a la tripulación.

Los cambios experimentados en las normas de seguridad permiten augurar que esta estructura convencional, donde las funciones de cada tripulante están muy delimitadas serán

modificadas, en una tripulación reducida es necesario que todos los tripulantes, tengan un conocimiento general de cómo abordar una emergencia.<sup>182</sup>

**2.2.3. Factor económico.**

La repercusión de la nómina de un buque sobre su rentabilidad es el factor mas utilizado por el Armador cuando debe contratar su tripulación. El coste económico es una característica que es puesta en primer lugar por los armadores y operadores y es una de las causas por la cual las tripulaciones se están reduciendo considerablemente. En el caso de los buques convencionales se ha realizado introduciendo pequeñas mejoras tecnológicas, necesarias para compensar a bordo, la pérdida de puestos de trabajo

Buques	Nacional		2º Registro		Conveniencia	
	O	S	O	S	O	S
Crudo / Productos	2.2-2.5/2.2-2.5		2.2-2.5/2.0-2.2		1	
Qimiqueros / Gaseros	2.2-2.5/3.0-3.5		2.2-2.5/2.0-2.5		1	
Bulkcarriers	1.8-2.0/1.8-2.0		1.8-2.0/1.2-1.5		1	
Containeros	1.5-1.8/1.5-1.8		1.5-1.8/1.2-1.4		1	
Carga General	1.2-1.5/1.2-1.5		1.2-1.5/1.2-1.4		1	
Ro-Ro	1.8-2.2/2.0-2.2		1.8-2.2/2.0-2.2		1	

**C.2.4 Sueldos de mandos y subalternos.**

El cuadro ha sido elaborado con datos de revistas especializadas y en algunos casos haciendo una interpolación teniendo en cuenta el nivel de vida de los países. Los valores no

<sup>182</sup> Por ejemplo un inspector del MOU que suba a bordo podrá requerir a un tripulante que ejecute una operación de seguridad aunque su trabajo sea de otra índole.

son exactos ya que en la mayoría de los casos el sueldo real del tripulante y el legislado no se parecen en nada. La tabla se ha construido como indicativa de las diferencias entre tripulaciones según y tomando como base los sueldos en buques de pabellón de conveniencia, con índice 1, significando los demás el coeficiente en más o menos según se especifique.

Las conclusiones y deducciones que se desprenden son:

- En el caso de buques que transportan mercancías peligrosas, las diferencias entre pabellón nacional y conveniencia pueden a superar el doble, por lo que los costes de explotación son muy elevados. Es necesario considerar que el coste queda algo compensado por los gastos de viajes que son mayores en pabellones de conveniencia que en buques nacionales.
- Al aumentar el nivel de vida de los países disminuye el número de subalternos embarcados, razón por la cual los sueldos son altos.
- Las tripulaciones de banderas de conveniencia aprovechan la experiencia y formación de los países desarrollados. En ocasiones la diferencia de sueldos es menor en los mandos y mayor en subalternos.

## **2.3. Evolución de las tripulaciones.**

### **2.3.1. Tripulaciones reducidas.**

Una de las muchas posibilidades ofrecidas a las empresas navieras hace unos años<sup>183</sup> para mejorar su balance de explotación con el objetivo de que los beneficios fueran superiores a los gastos, fue la introducción de nuevas tecnologías para la reducción de las tripulaciones. La crisis energética de 1973 hizo aumentar la creencia en la aplicación de la reducción.

La problemática que puede representar una tripulación reducida en cuanto al número de tripulantes es resuelta en muchos casos por el armador, mediante inversiones en tecnología. Existen factores que son difíciles de cuantificar y que no se pueden solucionar mediante la

---

<sup>183</sup> La subida del precio de los crudos tuvo efectos desbastadores en algunas grandes compañías.

duplicación de un equipo. Suelen ser los que afectan, por ejemplo a la cultura o idioma, la solución suele ser más complicada cuando se pretende navegar con seis personas de diferentes idiomas y culturas.<sup>184</sup>

### 2.3.1.1.Reducción cuantitativa debido a nuevas tecnologías.

La reducción de tripulaciones se ha visto afectada por varias causas cuyo origen ha sido minimizado y suplantado la mayoría de las veces con nuevas tecnologías en forma de equipos y/o métodos de operativos para el desarrollo de la actividad del buque.

La automática como tecnología es implantada para sustituir a los tripulantes dando lugar a los buques con máquina desatendida<sup>185</sup>, y un centro de control para las operaciones de carga/descarga, que en los petroleros ha eliminado las válvulas manuales.

La crisis de la energía vivida durante la década de los 70 fue el comienzo de la reducción de tripulaciones a partir de un aumento de la tecnología. Los cambios en la economía mundial propiciados por la crisis energética fueron determinantes para la reducción con el fin de aminorar costes.

Buque	Años	Tonelaje	Número tripulantes
<b>PETROLEROS</b>	1950	20.000	40 a 45
	1960	40.000	30 a 35
	1970	100.000	20 a 25
	1980	200.000	12 a 18
	1990	200.000	9 a 14
	2000	200.000	7 a 10

#### C.2.5 Número de tripulantes.

<sup>184</sup> El idioma tiene solución, pero no la cultura.

<sup>185</sup> Las primeras cámaras de máquinas desatendidas aparecen en la década de los 60, permitiendo que el personal de máquinas se dedique a labores de mantenimiento, al no tener que realizar los períodos de guardia.

La década de los 80 aplicando el concepto de subalternos y oficiales con funciones duales, efectúa una nueva reducción de tripulaciones, que en el caso de algunos países fue muy importante, siendo los resultados bastante negativos. Los armadores suecos teniendo como base un estudio realizado por la Asociación de Armadores de Suecia junto con la International Management Consulting Company H.B. Haymard and Lta. de Londres<sup>186</sup>, introducen en sus flotas una fuerte reducción de tripulaciones, llegando en algunos tipos de buques a suprimir el 50% de los puestos de trabajo existentes. Los conceptos manejados por el informe recomendaron una nueva manera de concebir las tripulaciones, "un equipo de trabajo, flexible y organizado", que estará formado por el mínimo necesario para trasladar los buques de un puerto a otro con toda garantía de seguridad y poder controlar las operaciones de carga/descarga.

Este equipo que propone el informe estará formado por capitán, oficial de máquinas y de cubierta, y varias subalternos que puedan hacer su trabajo en máquinas o cubierta indistintamente. Recomienda que la tripulación tenga una formación adicional para asumir la nueva organización y forma de trabajar. Veamos algunos ejemplos prácticos, donde fueron aplicadas las conclusiones del informe:

- *M/S Companion Express*, 1984, ro-ro, 45.000 tpm., E=292 m., M=32 m., calado 10,8 m., hélice transversal a proa; sus 17 tripulantes se redujeron a 9 tripulantes.
- *M/S Cortia*, 1978, ro-ro, 12.200 tpm., E=165 m., M=26 m., calado 8,3 m., hélice transversal a proa; sus 16 tripulantes se redujeron a 8 tripulantes.
- *M/S Eken*, 1980, quimiquero, 7.700 tpm., E=114 m., M=18,3 m., calado 7,5 m., hélice transversal a proa; sus 17 tripulantes se redujeron a 9 tripulantes.
- *M/S Bremon*, 1976, carga general, 8.650 tpm., E=120 m., M= 16,6 m., calado=7,6 m., hélice transversal a proa; sus 11 tripulantes se redujeron a 7 tripulantes.
- *M/S Nordlandia*, 1977, carga general, E=67 m., M=11,7 m., calado 3,9; sus 6 tripulantes se redujeron a 4 tripulantes.

La década de los 90 está siendo propicia al desarrollo de buques altamente especializados por las necesidades de los usuarios del transporte marítimo y ello ha dado lugar a una nueva reducción de tripulaciones. El concepto de "un hombre sólo en el puente", supone la última tecnología aplicada a la reducción de tripulaciones, y es la base en la cual se apoyan los

---

186 1988

diseñadores y operadores de buques, para el establecer el número de tripulantes necesarios en los buques de un futuro próximo.

La reducción de tripulaciones puede afectar de manera desigual a los buques. La consideración de una serie de factores analizados individualmente y contemplados en su conjunto permite asegurar que no sólo se deben contemplar la derrota por la cual navegue, el tonelaje y la carga que transporte, para reducir la tripulación. El tiempo de ocio y la carga de trabajo del tripulante debe ser estudiado y analizado teniendo en cuenta el tiempo de permanencia a bordo. La reducción de tripulaciones en viajes cortos presenta la ventaja para su realización de aprovechar la posibilidad de tener equipos de apoyo en tierra.

El término tripulaciones reducidas, implica un conocimiento previo de las necesidades de cada tipo de buque, lo cual nos lleva a efectuar las siguientes consideraciones:

- 1) Tripulación: número de personas necesarias para el manejo del buque con seguridad en todos los procedimientos que debe hacer.
  
- 2) Los Convenios Internacionales y las Administraciones Marítima fijan el número de tripulantes de los buques.
  
- 3) Si podemos tripular un buque con un número reducido de personas y es operado con seguridad y efectividad cumpliremos con las normas estipuladas.

Considerando los tres puntos anteriores, podemos fijar como tripulación reducida la mínima que ayudada por la introducción de los últimos avances técnicos permita el manejo del buque con la máxima seguridad para el personal de a bordo la carga y el buque.

### **2.3.1.2. Análisis de Factores reductores.**

Las tripulaciones pueden ser reducidas aplicando diferentes factores que inciden directa o indirectamente en su composición. Los temas analizados resumen las características que tendrán las tripulaciones en los próximos años. El número de tripulantes ha sido asignado

en épocas pasadas a los buques en función del tonelaje y la potencia del sistema propulsor<sup>187</sup>. Los factores reductores analizados son: formación, equipos, métodos, legislación, mantenimiento y tráfico.

**Formación.**

La incidencia en la reducción de tripulaciones desde el punto de vista de la formación tiene dos aspectos, uno es positivo en cuanto a que el nivel de formación de las tripulaciones reducidas es mayor que las convencionales, circunstancia que es aprovechada por los armadores para introducir tecnología con el fin de contratar a los mínimos tripulantes. La formación afecta a la composición de la tripulación que podrá variar dentro del mismo tipo de buque, debido a los diferentes conocimientos de sus componentes. El lado negativo de la formación es el que afecta a las tripulaciones reducidas con tripulantes del tercer mundo, que en la mayoría de los casos su rendimiento disminuye en razón directa a los conocimientos que han recibido en sus Centros de aprendizaje.

**Equipamiento.**

La problemática que se presenta al diseñar una tripulación reducida en función del equipo de los buques obliga a considerar el mínimo número de personas capaz de resolver cualquier emergencia, que ocurra durante su actividad. Los equipos deben realizar los trabajos de los tripulantes eliminados con la reducción. En los buques actuales<sup>188</sup> se puede observar como la seguridad y eficiencia es puesta en tela de juicio, por la dificultad económica de incorporar los equipos adecuados capaces de sustituir a los tripulantes, por ello se puede decir que en esos buques se esta realizando una *reducción injustificada*. El conocimiento del rendimiento que nos proporcionan los equipos nos favorecerá a la hora de decidir que equipos deben estar duplicados con el fin de evitar fallos en sistemas esenciales.

**Métodos.**

La reorganización de los trabajos y la simplificación o automatización de los procesos de manipulación del buque van unidos a la reducción de personal, ya que al disminuir el personal, debemos reducir el número de tareas que se realizan a bordo, sino estaríamos aumentando la carga de trabajo real, lo cual producirá un relajamiento y disminución de los sistemas de seguridad y el número de los accidentes iría en aumento. Los métodos de trabajo

---

<sup>187</sup> En España, por ejemplo, los Título profesionales de los oficiales de puente se otorgan según el número de trb del buque y los de los oficiales de máquinas según el número de KW o HP del sistema propulsor.

convenientemente configurados con arreglo a las necesidades que el buque/carga/tripulación demanda, constituirán una herramienta que permitirá reducir la tripulación drásticamente.

### **Legislación.**

Los organismos competentes de las Administraciones marítimas han mantenido una revisión constante de las normas sobre tripulaciones mínimas. En los países comunitarios, por ejemplo, a comienzos de la década de los 50 surgieron normas legales para delimitar el número de tripulantes mínimos capaces de operar un buque de manera segura. La actual legislación debe ser cumplida en todos sus apartados, y en caso de nuevas sugerencias, deben darse al legislador los datos necesarios para que pueda crear los instrumentos legales<sup>189</sup> necesarios, que cubran las nuevas demandas que se puedan producir.

Además de los Convenios o reglamentos que regulan la reducción de tripulaciones, hay otros factores, por ejemplo el cambio de bandera<sup>190</sup>. Las posibilidades que ofrecen las diferentes Banderas de conveniencia o los segundos Registros, para abanderar un buque muestran grandes diferencias, principalmente traducidas en beneficios económicos y fiscales que unido a las medidas sociales<sup>191</sup>, permiten realizar diferentes grado de reducción. La banderas Nacionales no pueden llegar a los números de las Banderas de conveniencia porque su legislación no se lo permite.

Las resoluciones<sup>192</sup> de la OMI referentes a la formación de las tripulaciones son bastantes numerosas, prueba del interés que muestra por el tema.

### **Mantenimiento.**

La automatización de los sistemas de mantenimiento es vital para contemplar la reducción de tripulaciones. Según sea el sistema de mantenimiento y métodos elegidos, el número de horas que ocuparán los procesos variará. La naviera podrá elegir entre realizar un mantenimiento: en tierra, a bordo, mixto, en función del número de personas que quiera dedicar a estos menesteres, a bordo o en tierra. Los sistemas clásicos de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo, serán implementados según la filosofía de la naviera.

---

<sup>188</sup> Especialmente ocurre en buques viejos, donde el armador es reacio a introducir equipos nuevos de calidad.

<sup>189</sup> SOLAS, resoluciones de OMI o normas de la ITF.

<sup>190</sup> Flaging out, abando de bandera.

<sup>191</sup> Tipo de contrato de trabajo, número de horas trabajadas o vacaciones otorgadas.

<sup>192</sup> Por ejemplo tenemos: A.89 (IV), A.124 (V), A.188 (VI), A.285, A.286 (VIII), A.337 (IX), A.437, 438 (XI), A.481, 482, 483, 484 Y 485 (XII), A-537, 538, 539 (13), A.576 (14), A.622, 623, 624 (15).

La lectura de los parámetros de mantenimiento mediante sensores favorecerá la programación de las operaciones y disminuirá las personas a bordo. La transferencia de la mayoría de las labores de mantenimiento a los servicios de tierra es la clave para poder reducir las tripulaciones. Su implantación radica en la evaluación del coste efectivo de las operaciones de mantenimiento en tierra y a bordo.

**Tráfico.**

El tipo de ruta y las áreas por las cuales normalmente el buque navega deben ser consideradas a la hora de decidir el número de tripulantes que debe llevar el buque. Un buque ferry que navegue entre Barcelona, Palma y Valencia, es decir singladuras de apenas 8 horas y 12 de estancia en puerto, si tiene una tripulación reducida que debe hacer todas las operaciones en puerto su carga de trabajo será excesivo. Si éste mismo buque reduce la carga de trabajo de la tripulación: automatizando los sistemas de atraque, dejando al personal de tierra el proceso de embarque de vehículos y pasaje, y la mayoría de las operaciones de mantenimiento; la tripulación puede ser reducida a 1 capitán, 1 oficial de puente, 1 oficial de máquinas y 1 oficial de mantenimiento de equipos. El buque puede llevar como personal auxiliar para las operaciones a dos alumnos que en función de su experiencia podrán desempeñar tareas de ayuda a los oficiales durante cortos espacios de tiempo. La tripulación auxiliar para ayudar al pasaje en navegación estaría en función del número de pasajeros. Ejemplo de operaciones. Maniobra de salida/atraque: el oficial de puente y el de mantenimiento a proa/popa; capitán y oficial de máquinas en el puente. Navegación: capitán y oficial de puente a 4 horas teóricas, prácticamente el oficial de máquinas debe hacer una hora a cada uno de los anteriores.

Un buque containero con grandes distancias entre puertos precisará de poco personal si consideramos que las operaciones portuarias pueden hacerla personal de tierra, por lo cual sólo necesitaríamos personal para navegación y mantenimiento, no obstante debemos contemplar la posibilidad de esparcimiento, que todo tripulante que llega a puerto después de una larga travesía debe tener. El papeleo de llegada puede ser sustituido por el EDI que en alta mar nos permite hacer llegar a las autoridades, agentes representantes del buque/carga, prácticos, terminal del puerto, etc. los documentos que necesiten, evitando el agobio que llegan a producir, principalmente sobre el capitán, cuando el buque llega a puerto.

Las escalas cortas, las navegaciones de pocas horas o las áreas de tráfico congestionadas son parámetros que inciden directamente en las deficiencias que pueden mostrar una tripulación. Los armadores y las organizaciones dedicadas a suministrar tripulaciones a grandes navieras deben tener en cuenta todos los parámetros y factores que afectan a las personas que pueden componer una tripulación reducida, para reducir los problemas que posteriormente surgen a bordo.

### **2.3.2. Criterios para su composición.**

El trabajo en equipo de un reducido número de personas, de la misma procedencia cultural y parecido estatus social, permite definir una tripulación ideal. La composición de una tripulación debe ser hecha mediante criterios selectivos en cuanto a características psicológicas, sociales y culturales<sup>193</sup>. El párrafo anterior nos muestra cómo el número de tripulantes ha descendido, por lo cual el concepto de tripulación homogénea será el idóneo para tripular un buque avanzado, cuyos tripulantes han sido preparado para ello.

Concretamente la resolución A.481(XII)<sup>194</sup>, dice en el anexo que las Administraciones deben aprobar una configuración de las tripulaciones que sea capaz de hacer frente a las situaciones en la que actividad del buque es máxima y que permita dar un descanso suficiente para toda la tripulación, mientras el buque esté en la mar.

#### **2.3.2.1. Socio-económicas.**

Las características sociales y económicas de los marinos de hace unos años han variado con respecto a los actuales especialmente en el aspecto social. Algunos países tradicionalmente proveedores de oficiales<sup>195</sup> han cedido su puesto a otros donde el nivel económico es mas bajo. Las tripulaciones de antaño, numerosas y que pasaban largas temporadas juntas, llegaban a formar un conjunto de personas que de alguna forma se

---

<sup>193</sup> Incluye formación.

<sup>194</sup> Aprobada el 19 de noviembre de 1981.

<sup>195</sup> Por ejemplo España e Italia.

sentían ligadas a la naviera<sup>196</sup>, en la actualidad esto sucede cada vez con menos intensidad, ya que el principio de lealtad se pierde por la poca credibilidad en la estabilidad del puesto de trabajo.

Las consecuencias del cambio en el comportamiento social de los tripulantes se dejan sentir en la forma y manera de manejar los buques. Un estudio meticuloso de algunos accidentes marítimos nos facilita datos suficientes para afirmar que la falta de motivación económica en algunos casos y el entorno social creado en el buque, son la causa de que ocurran.

Los pocos años que las nuevas generaciones de marinos dedican a navegar repercuten negativamente en el cuadro de profesionales disponibles para las navieras. La edad de los mandos, especialmente capitanes, jefes de máquinas y primeros oficiales es un factor que debe ser evaluado. Preparar una persona para adquirir una responsabilidad lleva un tiempo, y el tiempo de embarque es cada día menor en las actuales promociones de estudiantes. Las perspectivas a largo plazo no son muy claras ya que los países del tercer mundo no proporcionan la solución para los buques de altos niveles técnicos.

### **2.3.2.2.Culturales.**

La composición de tripulaciones multiraciales o multiculturales, ofrece unas peculiaridades que deben ser tenidas en cuenta por los departamentos de personal de las Navieras a la hora de confeccionar la composición de las tripulaciones de sus buques, para evitar enfrentamientos o situaciones embarazosas que podrían ocurrir por una mala selección de personal.

Se denominan tripulaciones multiculturales en general aquellas que están compuestas por ciudadanos de países cuyas diferencias culturas son acusadas en unos casos y en otros muestran algún parecido, aunque sea lejano. La cultura de un país es la recopilación de sus conocimientos desarrollados a través de generaciones durante años. Cada generación suele aportar sus peculiaridades que pasan a engrosar el bagaje cultural de un pueblo.

Culturalmente se pueden apuntar tres factores:

---

<sup>196</sup> Recordemos que hace unos años la vida profesional de muchos marinos se realizaba desde el

- a) El lenguaje, forma de expresión y comunicación del individuo,
- b) La alimentación, los aspectos culinarios, son en muchos casos importantes,
- c) Religión, creencias y prácticas del individuo.

Considerados por separado pueden tener un valor relativo, cuya importancia puede estar en función de una serie de peculiaridades de un determinado buque. Valorados conjuntamente los tres factores, es indudable que su valor debe ser tenido en cuenta a la hora de formar tripulaciones mixtas:

a) La comunicación es un intercambio de ideas u objetivos entre personas, cuyo fin es el entendimiento y enriquecimiento de los valores personales. El país de origen determina la utilización de la misma lengua, lo cual es un punto muy importante y que debe ser tenido en cuenta para establecer la composición de una tripulación. La diversidad de lenguas en una tripulación constituye un factor de riesgo que los armadores intentan solucionar ofreciendo cursos de aprendizaje de inglés. Las organizaciones internacionales también se han ocupado del tema y el STCW exige a los oficiales que sean capaces de entender y comprender el idioma inglés.

b) La alimentación es tomada cada día en mas consideración ya que las diferencias pueden ser muy grandes, y cubrir las necesidades de cada tripulante puede resultar gravoso para el buque.

c) Las creencias religiosas son un factor que afecta por desigual a las tripulaciones. En el caso de religiones monoteístas el problema es más acuciante, ya que los principios en los que se basan son más estrictos permitiendo menos libertades en cuanto a comportamiento o comidas por ejemplo. Todo ello puede dar lugar en ocasiones a problemas de graves enfrentamientos motivados por la falta de respeto hacia las creencias religiosas.

El nivel cultural de los tripulantes determina la organización de los trabajos a bordo y el principio de autoridad entre la tripulación. Técnicamente se consideran el IDP<sup>197</sup> y el IOR<sup>198</sup>, dos conceptos sobre los cuales los investigadores<sup>199</sup> han realizado estudios manifestando y

---

período de practicas en la misma naviera hasta el final de su carrera.

<sup>197</sup> Índice Diferencial de Poder.

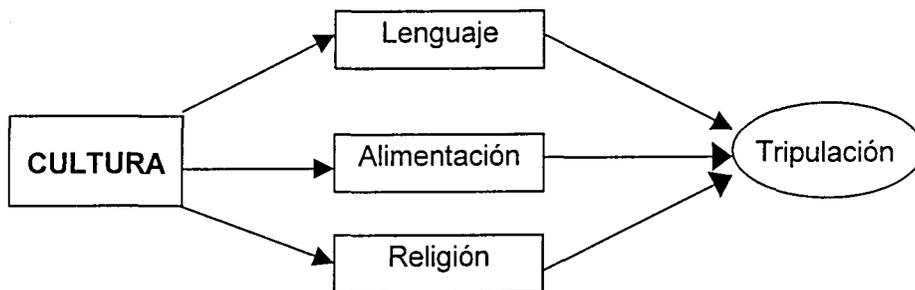
<sup>198</sup> Indicador de Orientación de los Reglamentos.

<sup>199</sup> Por ejemplo: Hofstede y Moreby

poniendo de relieve su importancia. El primer caso sobre el tema del principio de autoridad en una tripulación donde existan diferencias culturales, poniendo de manifiesto que tienen un condicionante que debe ser contemplado: la actitud para recibir ordenes, es decir, acatar el principio de autoridad<sup>200</sup>. En el segundo caso, la investigación sobre la actitud del personal hacia las normas de la compañía indica que un valor alto del IOR es cuando se aceptan las ordenes y bajo cuando se realizan los trabajos como norma general.

Las conclusiones son que un armador que contrate tripulaciones de su entorno no necesita alterar sus normas de dirección, por el contrario cuando hay diferencias deben combinarse los valores de IDP e IOR, aunque hay otros que no se preocupan de estos índices y basan su creencia en los sistemas autoritarios y de obediencia ciega.

Los conceptos de raza y cultura están unidos en muchos aspectos, por lo cual las consideraciones que se hacen para la cultura pueden ser aplicados a la raza. Las características étnicas de los tripulantes definen el comportamiento social



Después de haber examinado algunas de las posibilidades que existen para formar tripulaciones con diferencias culturales, es necesario considerar que los problemas de comunicación derivados de grupos con cultura e idiomas diferentes estarán presentes en las tripulaciones futuras.

<sup>200</sup> Hofstede, en 1979 desarrolló un Índice Diferencial de Poder (PDI), que mide la distancia jerárquica que el personal directivo mantienen con el de categorías inferiores. Destaco dos valores: PDI alto, si la educación del subalterno es menor y disminuye al aumentar su educación; un PDI alto, cuestiona muy poco la autoridad, y cuando disminuye la autoridad es cuestionada.

### **2.3.2.3.Nacionalidad.**

Las posibilidades y variedad que ofrece la aplicación del criterio de la nacionalidad para la configuración de las tripulaciones, permiten varias combinaciones, cada una de las cuales tiene sus ventajas e inconvenientes. Algunas de las opciones que se pueden considerar se han empezado aplicar por los cambios políticos surgidos en la última década en el mundo, que han variado las posibilidades de acceso de los ciudadanos a formar tripulaciones. La son las siguientes:

- Todos los tripulantes del país del armador, esta opción implica costes muy elevados cuando se trata de países de alto nivel económico, por lo que es una fórmula que cada día cae más en el olvido.
- Todos los tripulantes del mismo país, pero diferente del armador. La opción ofrece dos variantes, personas de países del tercer mundo o de países de la antigua URSS y su zona de influencia.
- Oficiales del país del armador y subalternos de países del tercer mundo o de algunos países de la antigua URSS y su zona de influencia.
- Capitán y jefe del país del armador y el resto de países del tercer mundo o de algunos países de la antigua URSS<sup>201</sup>.
- Oficiales de países avanzados. Esta solución es la evolución natural a la que tenderán las tripulaciones del futuro.

La evolución de las tripulaciones ha sido propiciada por la idea de disminuir los costes, pagando bajos salarios y reduciendo al mínimo los costes sociales derivados de un contrato.<sup>202</sup> Los armadores y operadores de buques buscan las ventajas económicas en los países del tercer mundo donde las legislaciones no son tan estrictas. El problema que se encuentran es que la calidad del personal suele descender en función del índice medio de vida del país de procedencia.

Respecto a la situación en la Marina Mercante española, hemos de decir que las tripulaciones mixtas bajo bandera española, no están permitidas por la Legislación Española. Un buque con

---

<sup>201</sup> Esta solución aplicada de forma continua puede crear cierto malestar entre los aspirantes y oficiales jóvenes, en países avanzados, ya que les cierra las posibilidades de promoción, frustrando una legítima aspiración

<sup>202</sup> Seguridad Social, complementos de peligrosidad, vacaciones o tiempo de embarque.

bandera española debe ser tripulado enteramente con ciudadanos españoles. No obstante lo dicho hay algunas excepciones que consideramos a continuación:

❶ La creación del Segundo Registro español, El Registro Canario, permite por primera vez que buques bajo bandera española sean tripulados por ciudadanos de otros países.

❷ Otra excepción es la de aquellos ciudadanos de países sudamericanos que adoptan la nacionalidad española o bien poseen la doble nacionalidad. En este caso una tripulación formada por ciudadanos españoles y de origen sudamericano, por ejemplo argentinos, peruanos o chilenos, no presenta mayores problemas de hecho esta situación se dio hace unos años en importantes flotas como la Gran Colombiana o los principios de la flota petrolera venezolana.

Desde el punto de vista cultural, aunque la raíz primaria de españoles y colombianos, por ejemplo, sea diferente, la posterior mezcla de culturas y el paso de generaciones ha acercado a ambos pueblos, siendo las diferencias en algunos casos solo de apreciación de matices.

❸ Por último están las tripulaciones españolas enroladas bajo pabellones de conveniencia y reclutadas por las llamadas Compañías de Embarque, las cuales firman contratos con importantes Navieras para facilitarle tripulaciones completas o simplemente tripulantes que son enrolados junto con ciudadanos de otros países. Suelen presentarse dos casos:

- Oficiales españoles con subalternos de otros países.
- Toda la tripulación española.
- Subalternos que se enrolan bajo mandos de otros países.

#### **2.3.2.4.Técnicos.**

Las consideraciones que se pueden hacer desde el punto de vista técnico para evaluar la evolución de las tripulaciones tienen como base lo que se refiere algunos cambios tecnológicos, que al ser introducidos en los buques modifican la estructura organizativa y

permite alterar las funciones de los tripulantes y los trabajos que cada uno de ellos debe realizar. Algunos ejemplos sirven para enfocar el tema. En el área de máquinas a automatizar y monitorizar las funciones del sistema de propulsión obligaron a reasignar la división de tiempos de trabajo<sup>203</sup> eliminando la necesidad de mantener personal en el control durante 24 horas. La modificación de los sistemas de gobierno, comunicaciones y manejo de la carga han influido en las áreas de cubierta y el puente alterando la composición y las necesidades en materia de conocimientos del personal asignado a controlar dichas tareas.

Los criterios técnicos han condicionado la evolución de las tripulaciones y las perspectivas son que los avances tecnológicos van ser uno de los pilares que decidirán la composición y calidad del personal que tripulen los buques. Los caminos que está recorriendo la tecnología que equipa a los buques están presididos por la distribución y manejo de datos y los equipos necesario para ello, que paulatinamente van sustituyendo a muchos tripulantes y reduciendo las tripulaciones.

#### **2.4. Necesidades futuras.**

Las consideraciones que se pueden hacer para tener en cuenta las características de las tripulaciones de los buques del futuro, llevan a realizar un análisis para delimitar los parámetros que se deben aplicar y con objeto de cubrir las necesidades que el Operador de buques o Armador más exigente puede reclamar para las tripulaciones de sus buques.

El estudio de las necesidades esta basado en el cambio de concepto de tripulación, que desde hace unos años<sup>204</sup> se está introduciendo en los buques, y que sustituye la tradicional división de las tripulaciones en departamentos por un agrupamiento selectivo de personal formando un equipo de trabajo, capaz de operar el buque con la misma eficacia y seguridad.

---

<sup>203</sup> Guardias.

<sup>204</sup> FROESE, Jens, *Current Development in Federal Republic of Germany Regarding Crew Reduction and Bridge Automation*", Proceedings 1987, Ship Operations, Management and Economics. Society of Naval Architects and Marine Engineers, New York, 1987.

El concepto equipo aplicado a la tripulación de un buque avanzado, significase reunir una serie de personas capaces de realizar las operaciones para navegar de entre puertos, atender a las emergencias, y supervisar las operaciones de carga/descarga<sup>205</sup>.

La indudable influencia de las tripulaciones en la operatividad del buque nos introduce en las necesidades específicas para componer los equipos que deben operar buques avanzados, y que podrían estar resumidas en los siguientes tres factores:

- a) Número.
- b) Composición.
- c) Formación.

El estudio pormenorizado de los datos que nos aportan el análisis de estos factores permite considerar unos criterios para aplicar a los tripulantes de los equipos:

- Establecer un perfil humano y técnico.
- Cuantificar los parámetros de ambos perfiles.
- Seleccionar el personal en función de la motivación y formación.

Una secuencia que resuma las exigencias en materia de formación, teniendo en cuenta el perfil de las tripulaciones, la frecuencia de cursillos del tripulante y la calificación profesional, que los armadores solicitarán en las próximas décadas podría concretarse en los siguientes puntos:

- Conceptos teóricos básicos.
- Conocimientos tecnológicos básicos (por ejemplo: automática, informática, comunicaciones).
- Conceptos tecnológicos prácticos, sobre equipos o sistemas.
- Casos prácticos simulados.

La secuencia de formación descrita ayudada directamente por la implementación de los avances tecnológicos del momento dará como resultado un profesional capaz de manejar buques avanzados y actuar en circunstancias adversas. En materia de conocimientos y formación de las tripulaciones, sería necesario contemplar las siguientes propuestas:

- Cursos de formación en los centros de estudios, para estudiantes que escojan la carrera. Dependerán de las características del país, pero los programas deben tener programas con bastante contenido común.

---

<sup>205</sup> Que en su mayor parte las realizará el personal de tierra.

- La formación en los estudios de náutica debe ser enfocada a la resolución de los problemas de forma metódica, para inculcar al alumno la rapidez de reflejos.
- Cursos de adiestramiento, practicas a bordo de los buques, para los estudiantes que han terminado su primera etapa de formación teórica. (Según sean las condiciones de vida a bordo).
- Estos curso o periodos deben dar al alumno la posibilidad de ejercitar y desarrollar todos los conocimientos teóricos recibidos, mostrándole la parte practica de los mismos. Un desfase entre la teoría y la practica produce desencanto y desanimo en el alumno, que ve que sus conocimientos teóricos son un montón de datos que no utilizará nunca y no le sirven para nada.
- El cambio de tipo de buque puede ser también el motivo para recibir un curso de reciclaje. Una persona que pasa muchos años realizando un trabajo en la misma clase de buque llega a mecanizar sus hábitos y su mente, siendo necesaria una limpieza de ideas y posturas para afrontar los nuevos equipos y características del buque.

#### 2.4.1. Criterios de selección.

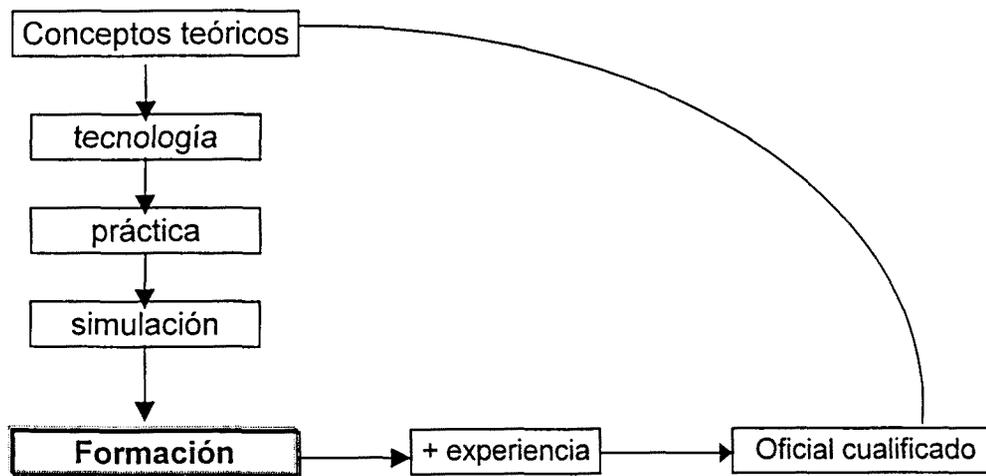
Las tripulaciones de los buques avanzados deben ser seleccionadas mediante criterios que estarán basados en la exigencia de una serie de cualidades y conocimientos que los futuros tripulantes deben poseer. Se pretende reunir a bordo de un buque personas preparadas física, sicológica y mentalmente, para hacer frente a un medio agresivo en el cual se desenvuelven las operaciones generadas por la actividad del buque. Tendremos también en cuenta al realizar la selección que los futuros oficiales tendrán que ejercer mando y tomar decisiones que en muchos casos pueden ser problemáticas.

Las características de las tripulaciones actuales y el estudio de la composición de las del futuro permite conocer cuales son los criterios de selección que deben ser empleados para reunir tripulaciones para los buques avanzados. Mediante la selección se valorarán tres factores:

- La **formación**, se incluirá los conocimientos técnicos y prácticos de cada tripulante todo lo cual indicará su capacidad para la solución de los problemas que se le planteen a bordo. La

profesionalidad se podrá valorar por la experiencia adquirida y el entrenamiento al cual es sometido durante el período de embarque como cadete.

- La **motivación**, contribuye a tener un entorno de trabajo favorable para el desarrollo de la actividad social a bordo. El tripulante motivado tendrá un rendimiento superior y cuando la motivación es nula, aunque su capacidad sea inmensa, el rendimiento durante el trabajo será nulo. La motivación son los deseos que cada persona tiene de realizar un trabajo perfecto, es la voluntad y empeño que cada uno pone en el que hacer cotidiano tanto en los trabajos rutinarios como cuando surgen las emergencias.
- La **habilidad**, es la capacidad de operar los equipos de a bordo con destreza y eficacia.



C.2.6 Línea de formación.

Los recursos humanos empleados deben ser capaces de actuar en equipos formando un pequeño grupo capaz de desarrollar todas las operaciones derivadas de la actividad del buque. El rendimiento del tripulante contribuye y es el resultado de su capacidad que estará impulsada en todo momento por la motivación que tenga.

Los análisis mediante test capaces de medir aptitudes psicológicas y sociales, son necesarios para encontrar soluciones realistas que son aplicadas en la selección del personal que formará las tripulaciones futuras y evitar el error humano innato a la personalidad del individuo. Para ello, por ejemplo, se han realizado pruebas y estudios<sup>206</sup>, donde se evalúan las operaciones en el puente sin subalterno de serviola de noche, y equipados con Alarma de

<sup>206</sup> Southampton Institute of Higher Education, College of Maritime Studies, "One Man Bridge Operation at night (OMBO), a pilot study", 1989.

Seguridad de Puente<sup>207</sup> con las cuales los investigadores recogieron información para verificar el comportamiento del oficial de guardia.

### **2.4.2. Tendencias formativas.**

Las tendencias formativas para las tripulaciones de los buques avanzados deben estar en línea con la tecnología del buque, es decir, reunir técnicas avanzadas y aplicarlas a los programas formativos, y para ello es necesario empezar por los cursos de formación impartidos en los Centros de cada país. El Convenio STCW indica unas normas de formación, que como se ha visto son mínimas, para que puedan ser cumplidas por todos los Estados, ya que es una meta para lograr erradicar tripulaciones deficientes. Es la tendencia formativa que se deberá emplear para buques convencionales.

La aplicación de estas normas en tripulaciones avanzadas no es factible ya que son conceptos básicos para recibir una Titulación estándar para el cumplimiento de una legislación que permita operar cualquier tipo de buque. Los programas de estudios basados en las secuencias descritas, proporcionan al estudiante que aspire a ser un marino profesional unos conocimientos generales que deben ser complementados con la especialización que algunos tipos de buques, lo cual supone que el alumno al abandonar las aulas deba realizar una serie de cursos complementarios en función del buque en el cual vaya a navegar.

La tendencia seguida para los primeros buques avanzados construidos ha sido la de reciclar, mediante cursillos de las empresas suministradoras de equipos, al personal que formaría parte de las tripulaciones. La solución es buena para las tripulaciones, cuya formación en nuevas tecnologías no había sido considerada en sus planes de estudios. Pero no es positiva para los nuevos alumnos que están entrando en los Centros de formación y que serán los que compongan las futuras tripulaciones de los buques avanzados.

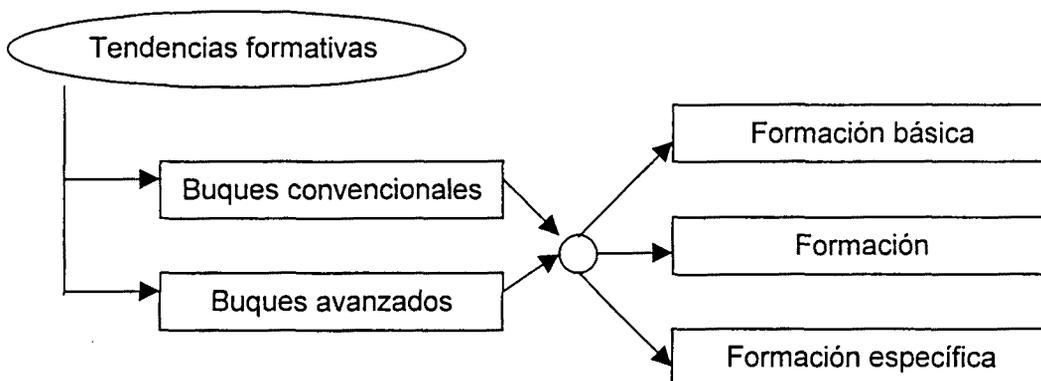
Un buque está compuesto por un complejo sistema de equipos, que generan un gran volumen de información con la cual el oficial debe tomar sus decisiones y realizar el trabajo. La capacidad del tripulante para utilizar es fundamental para un resultado positivo, pero sucede

---

<sup>207</sup> Bridge Safety Alarm (BSA) system

que la información puede en muchos casos sobrepasarle, por ello son necesarias dos cosas, primero reducir la cantidad de datos facilitados y en segundo lugar averiguar cuales son las limitaciones del tripulante para anularlas. La tendencia formativa para buques avanzados está pasando porque los constructores y diseñadores sienten unas normas generales para la configuración de las estaciones de trabajo y a partir de ellas ver cuales son las necesidades en materia de formación.

Los Centros de formación de algunos países así lo han entendido y lo han puesto en práctica, lo que podemos considerar como la tendencia actual en la formación de tripulaciones para buques avanzados, aplicando los avances tecnológicos introducidos en los buques a los nuevos programas de estudio. El resultado son planes de estudio en los cuales se contemple la formación básica teórica es la tradicional, pero añadiendo las materias necesarias para comprender los métodos actuales de trabajo; los programas teórico-prácticos, que proporcionan los conocimientos sobre equipos y sistemas actuales adecuados; y por último una formación práctica dividida en dos partes, una recibida en tierra mediante simuladores y otra adquirida a bordo mediante prácticas en navegación oceánica y de cabotaje.



**C.2.7 Tendencias formativas.**

La prioridad actualmente en la formación es preparar al alumno para manejar gran cantidad de información en poco tiempo, por lo cual para evitar la posibilidad de tomar decisiones equivocadas, es necesario enseñar a discriminar entre los datos útiles y los que sólo contienen notas informativas, pudiendo de esta manera eliminar la información que no es relevante y dar atención a los datos que definen un proceso.

La estandarización de algunos conceptos de la secuencia tecnológica de formación en países con un parecido nivel económico, permitiría la formación de tripulaciones adecuadas para el manejo de buques con altos estándares tecnológicos. Los programas de formación

estándares permiten además un intercambio de profesores y alumnos entre Centros de formación, lo cual da una pincelada social que redunda en beneficio de las futuras tripulaciones multiculturales.

## **2.5. La simulación y la formación.**

La realidad virtual permite la reproducción de imágenes tridimensionales en la pantalla de un ordenador mostrando sucesos que pueden ocurrir o han ocurrido en la mar, es decir que las técnicas computarizadas permiten crear condiciones similares a la realidad y entrenar a los tripulantes mediante simuladores en tierra, evitando los ejercicios de abordaje que en ocasiones son tediosos y significan pérdida de tiempo lo cual se traduce en un aumento de los costes de explotación del buque.

Una segunda opción de los simuladores es la utilización de ejercicios específicos de demostración del funcionamiento en los equipos, es decir, facilitar la labor de comprensión de mandos y funciones. Pueden ser ejecutados por el usuario cuando las condiciones de la guardia lo permitan. Los ejercicios tienen además la ventaja de servir de recordatorio y de ayuda, cuestión que con la tecnología que se maneja es necesario tener a disposición del usuario preparada para ser usada.

### **2.5.1. Valoración objetiva de las aplicaciones simuladas.**

La simulación es una representación sobre la pantalla de un ordenador de ejercicios preparados con datos y observaciones que tratan de emular las situaciones y hechos reales. Para realizar una simulación es necesario definir y especificar los objetivos operativos que deseamos alcanzar, es decir, preparar un escenario para lograr un objetivo concreto.

Las aplicaciones de simulación para la formación teórico-práctica de los futuros oficiales, pueden ser de muy diferente índole, por lo cual para valorarlas, es necesario previamente

establecer unas fases para conocer el problema y preparar los elementos necesarios para realizar la simulación, que finalmente una vez ejecutada puede ser valorada.

1. Definición de las necesidades.
2. Fijación de unos objetivos.
3. Preparación del escenario correspondiente.
4. Introducción de variables que modifiquen los escenarios.
5. Valoración de la simulación.

▪ Definición de necesidades.

La definición<sup>208</sup> consiste en configurar las características del simulador, para conocer las prestaciones y facilidades que ofrecen y determinar las pruebas que es necesario establecer. Se hace basándose en la formación y materia que vayamos a considerar, contemplando todas las posibilidades que ofrece el simulador. El intercambio de ideas y experiencias entre los diferentes estamentos del transporte marítimo proporcionará una mejor visión de los equipos necesarios para preparar las aplicaciones, y enriquecerá la simulación con detalles técnicos oportunos.

▪ Fijación de unos objetivos

El simulador no es más que una herramienta, muy útil, pero complementaria, para poder mostrar al alumno con la mayor aproximación posible la realidad de un determinado proceso o suceso. Los objetivos que quieren lograrse deberán indicarse en el programa que se elaborará para realizar cada simulación y estarán en función de los niveles de conocimientos teóricos del alumno, y la calidad pedagógica que se ha previsto en los programas de formación.

▪ Preparación del escenario correspondiente.

La actuación del alumno dentro del escenario preparado debe semejarse a la realidad, para lo cual habrá que prepararlo, teniendo en cuenta el entorno ambiental y el de trabajo, y el número de alumnos que participarán en cada prueba. La preparación incluye un registro de toda la prueba, para ser valorada y como referencia para posteriores ejercicios.

▪ Introducción de variables que modifiquen los escenarios.

La creación de un escenario por muchos que sean los elementos reales que se utilicen necesita, nunca podrá dar una medida del comportamiento del tripulante sino se introducen

---

<sup>208</sup> Esta primera fase está en relación directa con el tipo de simulador que tengamos.

modificaciones que alteran de forma imprevista el escenario e introduzcan factores que proporcionen un ambiente de trabajo donde exista la tensión. Por ejemplo:

- disminución del tiempo de ejecución
- ruidos que dificulten la audición de ordenes
- reducción de la luminosidad en el área del escenario
- prolongación de situaciones extremas
- comunicaciones y mensajes erróneos
- parámetros imprevisibles

Mediante los cambios durante la realización del ejercicio, facilitamos un elemento cercano a la realidad y las respuestas del alumno son mas indicativas de lo que puede realizar en una situación real similar.

- Valoración objetiva.

Siguiendo el orden especificado se puede llegar a la última fase, que es la valoración de la aplicación realizada, con resultados obtenidos automáticamente durante la prueba, que en función de la precisión con la cual se haya desarrollado, proporcionara un idea muy aproximada de lo que puede suceder en la realidad. Los parámetros obtenidos a través de la simulación servirán de medidor de la capacidad y formación del estudiante, valorándose:

- Los conocimientos teóricos.
- La habilidad en el manejo de equipos.
- La facilidad para resolver situaciones comprometidas.
- La capacidad de reacción.
- El comportamiento general del tripulante.
- El control emocional.
- Las medidas de seguridad adoptadas durante la simulación.

La valoración del trabajo de los demás y una mayor reducción de las trabas que a veces por desconocimiento imponen las personas que no están directamente involucradas en los trabajos, es un factor complementario a tener en cuenta en la simulación. Las practicas sobre el simulador tienen la gran ventaja de poder repetir las veces que sea necesario hasta comprender cual ha sido la causa que ha motivado el desarrollo de un problema y encontrar la solución correcta, y además algunas aplicaciones simuladas tienen la ventaja de que el coste es cero, por ejemplo la simulación de accidentes o fallos de equipos.

### **2.5.2. Ámbito y límites para su uso.**

Los sistemas de simulación basados en ordenadores nos ofrecen la posibilidad de enseñar a los tripulantes casos prácticos que se les presentarán a lo largo de su vida profesional. El alumno puede tener acceso a controlar y supervisar todo su trabajo, con la particularidad que los errores que cometa le servirán de aprendizaje y no tendrán ningún coste. Los casos simulados ofrecen la oportunidad de manipular todos los parámetros que intervienen en una operación con lo cual da al alumno la capacidad de decidir las acciones que debe tomar en cada momento.

El entrenamiento de un tripulante puede resultar muy costoso si no se planifica adecuadamente su formación teórico/práctica, pudiendo resultar negativo. Actualmente se necesita más tiempo que antaño para preparar a un oficial cualificado, debido al aumento en la complejidad de los sistemas a bordo de los buques.

Los límites que la simulación impone dependen en primer lugar de una evaluación de los costes de implantación y de explotación, según los cursos que se consideren necesarios para la formación y entrenamiento inicial de los futuros oficiales. En caso de formación continuada o reciclada para oficiales embarcados, los costes de la formación pueden recaer sobre el alumno o la naviera. Para la programación de los cursos de formación de los alumnos tendremos en cuenta su procedencia, experiencia profesional y conocimientos generales.

Las características y posibilidades del simulador proporcionan una limitación muy importante. Un simulador en el cual solo se pueda realizar una visión de un hecho sin introducir alteraciones, debe ser usado como solución a simples ejercicios teóricos, la única diferencia es que se pueden animar en una pantalla, en vez de realizarlo en un papel con lápiz y regla.

Otro factor importante a considerar es el número de alumnos que debe asistir a cada curso, cuestión que está limitada por las características del propio simulador y la prueba que se realiza. Cuando la simulación se realiza en una sala, el límite es las posibilidades de una perfecta visión por parte del alumno de la prueba. Los ejercicios que necesitan de la intervención del alumno, tendrán como límite el número de consolas que tenga dispuestas el centro.

El ámbito de aplicación del simulador será el que exija la prueba. Los escenarios que los equipos permitan simular abarcarán todas situaciones de a bordo, es decir, puede haber pruebas de operaciones puntuales, por ejemplo una maniobra o el arranque del motor principal, circunscritos ambos ejemplos a los sistemas primarios. Después de haber estudiado las necesidades para efectuar el entrenamiento de los alumnos se preparará una prueba en la que intervengan los sistemas complementarios y auxiliares que sean necesarios, es decir, en el caso de la maniobra, necesitaremos datos del sistema de propulsión, manejar comunicaciones, conocer las condiciones meteorológicas y características del buque.

Las necesidades en materia de simulación para la formación práctica del alumno cubren todas las operaciones del buque, por ello el ámbito de aplicación se extiende a la actividad del buque, navegando, en puerto, fondeado o en el astillero. El simulador es un medio pedagógico de gran ayuda, pero debe ser utilizado necesarios para el desarrollo de los cursos, sobre todo concretar las necesidades en materia de simuladores.

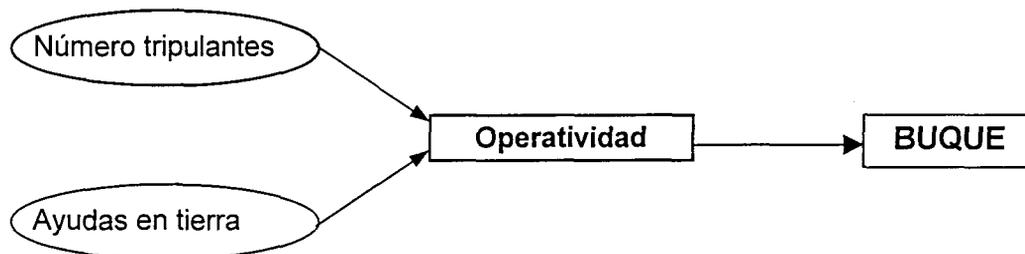
Algunos ejemplos de escenarios que están relacionados con la actividad del buque, contendría ejercicios sobre:

- Navegación y maniobra. Las operaciones visuales de navegación con buques a la vista, maniobra de aproximación a puerto, maniobras entre buques, maniobras en aguas restringidas, maniobra de fondeo. Combinadas con propulsión, comunicaciones y estado general del buque.
- Propulsión. Las operaciones de control realizadas en una sala de máquinas con uso de paneles para todos los sistemas disponibles. Combinadas con comunicaciones interiores.
- Manipulación de la carga. Las operaciones de carga, descarga o lastre. Combinadas con monitor de esfuerzos, comunicaciones y control del estado del buque.

## 2.6. Operatividad del buque.

### 2.6.1. Criterios específicos.

La operatividad del buque y la tripulación están relacionadas por criterios específicos relativos al número de tripulantes y a las ayudas prestadas en tierra al propio buque. Ambos conceptos deparan suficientes datos para poder establecer los procesos necesarios capaces de aglutinar las operaciones que se derivan de la actividad del buque.



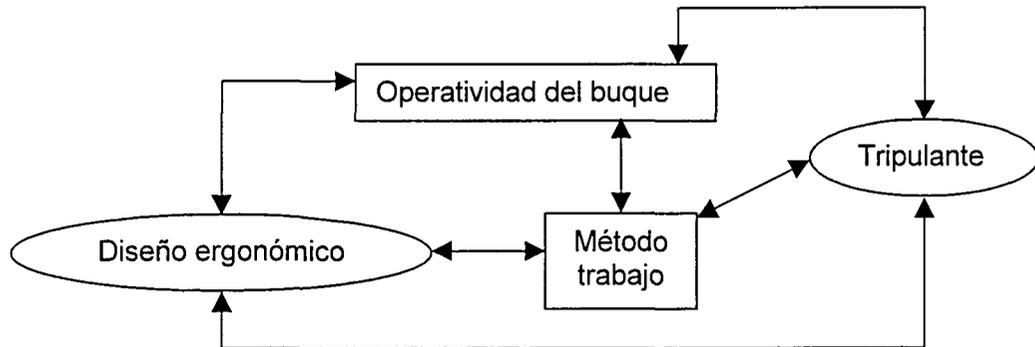
Las modernas tecnologías han posibilitado el cambio de prioridades en la operatividad del buque. Hace unos años los buques basaban su operatividad en el número de personas que formaban la tripulación, ya que por su forma de operar necesitaban mucho personal para realizar los trabajos de mantenimiento y reparación. La automatización de procesos rutinarios y racionalización de la carga de trabajo, contribuyó a disminuir paulatinamente el personal a bordo.

Los avances tecnológicos en materia de comunicaciones y métodos de trabajo han pasado parte de las operaciones que se hacían a bordo a los departamentos de tierra de las Navieras. La aplicación del criterio del número de tripulantes para calcular la operatividad del buque implica buscar un enlace entre el tripulante y el equipo, es decir el nexo de unión entre el tripulante y el buque que se pone de manifiesto en los siguientes aspectos:

- comportamiento humano,
- diseño ergonómico,
- métodos operativos.

Cada uno de los factores conlleva el estudio y análisis de los tripulantes, ya que, para desarrollar una función en un puesto de trabajo determinado y concreto como son los diferentes cargos dentro del buque, es necesario precisar y definir el nivel de conocimientos

generales y las cualidades humanas que tendrán los futuros candidatos. Los tres factores están interrelacionadas y son utilizados para construir un buque. No se puede determinar la operatividad del buque sin conocer su configuración.



Para establecer el método de trabajo es necesario conocer la formación, al igual que para diseñar la estructura y funcionamiento del centro de trabajo. El comportamiento del tripulante, ayuda a la distribución ergonómica de los equipos. Por ejemplo, si el método de trabajo es exigente y muy conciso, no podré utilizar oficiales con formación estándar, ya que la inversión realizada en el sistema de trabajo no producirá los beneficios previstos. Si el tripulante tiene una buena formación y el método de trabajo es rudimentario, el armador no se beneficiará de la preparación del oficial. Lo cual permite afirmar que los tres factores deben estar compensado y equilibrados para poder conseguir la máxima operatividad del buque. Este concepto se tiene en cuenta actualmente, al diseñar los puentes y centros de control de buques avanzados, con el fin de determinar los programas de formación necesarios para el manejo de los instrumentos y equipos que necesitará utilizar el oficial durante las operaciones.

### **2.6.2. Definición de la guardia de un sólo hombre en el puente.**

#### **2.6.2.1. Introducción.**

Los Convenios y normas internacionales<sup>209</sup> dan pautas indicando que el oficial de guardia no debe realizar trabajos que le distraigan de su función principal, y estará asistido por

<sup>209</sup> Por ejemplo STCW y SOLAS.

un vigía, que en caso de buena visibilidad podrá estar en las cercanías del puente desarrollando otra actividad.

Las investigaciones iniciadas en 1987 para estudiar las posibilidades de dejar un sólo oficial de guardia por la noche, se extendieron rápidamente a los países punteros en tecnología<sup>210</sup> al comprobar los grandes beneficios que de ello se deriva. Los estudios que se han efectuado hasta ahora indican que el riesgo no aumenta cuando la guardia es de una sólo persona, siempre que cuente con las ayudas tecnológicas necesarias que pueden indicarle y prevenirle de los fallos en los equipos. Algunos argumentos legislativos fueron realizados por:

- El Comité de Seguridad Marítima en su 59 sesión<sup>211</sup>, aprobó las normas para realizar las pruebas y los países que las hicieron remitieron informes al MSC.
- En su 64 sesión el MSC recibió la información de los subcomités STW<sup>212</sup> y NAV<sup>213</sup> los cuales habían terminado una serie de pruebas con guardias en solitario durante la noche que fueron conducidos según MSC/Circ. 566. Su evaluación incluía requisitos en forma de borrador, que se debía aplicar en estos casos, por ejemplo:

*“Una estación de trabajo para vigilancia del tráfico/maniobras estará dispuesto de tal forma que una sola persona pueda operar adecuadamente bajo condiciones normales, mientras que también permita a más de una persona llevar a cabo responsabilidades esenciales en el puente cuando así es necesario. Todos los instrumentos relevantes estarán fácilmente accesibles desde la estación de trabajo para facilitar al oficial de la guarda la vigilancia ocular.”*

- Durante la sesión 65 del MSC de la OMI en 1995, los EE.UU. iniciaron una votación sobre guardia en solitario de un hombre sólo y el resultado fue que la mayoría de los países lo rechazó.
- En la regulación 1/13 de la Convención STCW<sup>214</sup> se incluye la posibilidad de llevar a cabo pruebas, según las siguientes indicaciones:

*“ que pueden incluir la utilización de sistemas automatizados o integrados para poder evaluar métodos alternativos para tareas específicas o de satisfacer prescripciones en particular de la Convención que garantizara por lo menos el mismo grado de seguridad y prevención de la contaminación previsto por estas regulaciones.”*

---

<sup>210</sup> Por ejemplo: Dinamarca, Alemania, Noruega, Suecia o Reino Unido.

<sup>211</sup> MSC/Circular 566 de 2 de julio 1991

<sup>212</sup> IMO Sub-Committee on Safety of Navigation.

<sup>213</sup> IMO Sub-Committee on Standards of Training and Watchkeeping

<sup>214</sup> Standards of Training, Certificatio and Watchkeeping

La problemática planteada por los detractores del empleo de un solo hombre en el puente exigen datos y pruebas, para tomar decisiones, pero no pueden durar indefinidamente. La Organización Marítima Internacional, no ha tomado aún una decisión en contra. Una posición favorable por parte de la OMI, implicaría la introducción de enmiendas para la modificación de SOLAS y demás convenios que se verían afectados, lo cual es una labor que necesita tiempo, es decir, que a corto plazo se seguirán instalando sistemas de para un solo hombre de guardia en el puente, pero tendrán una utilización restringida.

### 2.6.2.2.Criterios.

El concepto de un solo hombre de guardia, es técnicamente nuevo, pero en la práctica no, ya se realiza desde hace muchos años en algunos tipos de buques y determinados tráficos<sup>215</sup>. Los Convenios<sup>216</sup> no han permitido este tipo de guardia sin que las razones aducidas para ello sean muy claras. La utilización de un serviola data de los tiempos en que no había radar ni sistemas electrónicos de posicionamiento, por lo cual, la pregunta que surge:

- ¿Se trata de una costumbre?. ¿Es práctico y seguro seguir manteniéndolo?

Las preguntas planteadas se podrían resolver diciendo que la tecnología actual permite prescindir de esa costumbre, y el sistema de vigilancia seguir siendo tan efectivo. Los problemas sobre el número de personas en el puente se contemplan en las horas nocturnas, ¿Porqué?. Una guardia durante la noche puede ser tan descansada y tranquila como una de día, pero existen diferencias que la pueden hacer más peligrosa.

Algunos de los criterios fueron comentados recientemente<sup>217</sup>, y otros están en estudio, no obstante es necesario dejar claro tres cuestiones:

- ① Los criterios aplicados a para realizar las pruebas de navegar en períodos nocturnos con un solo hombre en el puente son los del MSC/circular 566<sup>218</sup>.

---

<sup>215</sup> Por ejemplo en VLCC, durante travesías largas.

<sup>216</sup> SOLAS y STCW

<sup>217</sup> FROESE, Jens, "Defining the watch one notation and determining how to comply with it", Integrated Bridge System Conference, Londres, 1996.

<sup>218</sup> 2 de Julio de 1991

② No todos los tripulantes tienen capacidad suficiente para poder asumir una guardia en el puente solos, por lo cual es necesario seleccionar a los tripulantes de los buques avanzados que utilicen el sistema OMOB<sup>219</sup>.

③ Las deficiencias que pueden ser encontradas en la adopción de éste sistema, tienen solución técnica, las pruebas efectuadas así lo demuestran, por lo cual el único paso a salvar es el representado por la legislación, que debe ser adecuada a las nuevas condiciones.

Los criterios que se establezcan tendrán como premisa que su utilización será en buques avanzados con altos niveles tecnológicos en equipos y sistemas. No podrán extrapolarse para ser aplicados por partes en buques que no dispongan del equipamiento adecuado, aunque reúnan ciertas condiciones. La segunda premisa que deberán cumplir obligatoriamente todos los buques que opten por el sistema es que cuando el buque pierda efectividad en alguno de los subsistemas o de los componentes de los equipos, dejará automáticamente de utilizarse.

## **2.7. El error humano.**

La idea aceptada de que el error humano ha sido y sigue siendo el origen de la mayoría de los accidentes marítimos, podría entrar a debate, si introducimos un factor complementario en el trabajo del tripulante, los avances tecnológicos. El panorama que presentan las estadísticas actuales puede modificarse mostrando una reducción de los accidentes. Las estadísticas relativas a la culpa del error humano en los accidentes marítimos dan unos valores variables, pero la mayoría de expertos mueven sus cifras entre un 75 y 90%<sup>220</sup>. Es lógico pensar que al anular parte de las intervenciones humanas en las operaciones derivadas de la actividad del buque, se retiren motivos de accidentes.

La presencia del error humano en una tripulación siempre es un parámetro a tener en cuenta, pero también debemos aceptar que la conjugación entre formación y tecnología, es un tandem

---

<sup>219</sup> On Man On Bridge

<sup>220</sup> DOUNG,C., "Crew competence, a key factor in safety at sea", Boletín de Bureau Veritas, N° 23, 1994.

que puede reducirlo, al facilitar la capacidad de decisión del tripulante en situaciones comprometidas.

La búsqueda e investigación del error humano y su solución se están enfocando mediante el empleo de nuevas técnicas capaces de medir el comportamiento humano antes de embarcar con pruebas y test de tipo psicológico y cuando está embarcado mediante el control del comportamiento. La medida del comportamiento humano a través de un test es una medida que podemos considerar subjetiva y cuya valoración no es determinante, pero es muy indicativa para conocer cual será la reacción ante situaciones comprometidas a bordo. La fatiga en un tripulante mientras realiza su jornada de trabajo afecta a su rendimiento particular y a las operaciones del equipo en general, pudiendo incluso poner en peligro la seguridad del buque. La causa inicial de muchos accidentes está en prolongadas sesiones de trabajo.

Las posibilidades de que ocurra un accidente por un error humano son elevadas en todos los buques, pero las estadísticas se disparan, cuando en el buque se conjugan varios factores, por ejemplo, tripulación mal cualificada y buque viejo. En estos casos los problemas añadidos a la fatiga son un incremento de la tensión por falta de medios. La tensión puede ser un catalizador de nuestras inquietudes para lograr culminar un objetivo, pero llevada al extremo de estar constantemente en tensión, puede causar una angustia física y mental, derivando en cometer errores.

También debemos considerar que en ocasiones pequeños detalles cuya evolución sea negativa, da como resultado un grave accidente marítimo. Por ejemplo, un cigarro mal apagado antes de entrar de guardia. Queda en el camarote durante cuatro horas, un balance puede arrojarlo fuera e iniciar el foco de fuego. Otra causa de accidente sería la ergonomía del puente como factor inductor al error humano cuando no es un entorno amigable o el diseño no es ergonómico<sup>221</sup>

Resumiendo, la mayoría de los errores cometidos y que son causa de un accidente marítimo, podemos dividirlos en tres grupos<sup>222</sup>:

- Los producidos por condicionantes exteriores al buque: colisiones con otros buques, plataformas, contenedores perdidos, o boyas.

---

<sup>221</sup> Schuffel, H. "Some aspects of the future role of ergonomics in ship control", ERGOSEA-81.

<sup>222</sup> En éste apartado sólo se han tratado los del tercer apartado, ya que los otros dos serán estudiados en los capítulos correspondientes.

- Los que tienen origen en el propio buque: construcción o diseño defectuoso de elementos estructurales o fallos en equipos.
- Los originados por la tripulación: desconocimiento del procedimiento de trabajo, interpretación inadecuada de las normas, entorno de trabajo o factores de tipo psicológico.

La Organización Marítima Internacional en el STCW de 1978, ya enumeraba una serie de recomendaciones a los gobiernos para que tomarán nota de los problemas que pueden representar las relaciones humanas a bordo de un buque y los invitaba a:

- Establecer o promover programas de preparación sobre las relaciones humanas a bordo.
- Tomar medidas adecuadas para reducir cualquier elemento de aislamiento y soledad de los miembros de la tripulación.
- Asegurarse de que los miembros de la tripulación han tenido suficiente descanso antes de empezar su nueva jornada de trabajo.

Los términos de claustrofobia, fatiga, depresión, o soledad son tenidos en cuenta por la OMI y los equipos de expertos los admiten como causa inicial del error. Los problemas de habitabilidad y convivencia, en un reducido espacio como es el buque, pueden crear situaciones tensas que desencadenen un accidente.

## **2.8. Conclusiones.**

- El número de tripulantes debe ser el mínimo necesario para operar el buque de forma segura y hacer frente a una emergencia en la mar, sin aumentar la carga de trabajo. La reducción debe ser compensada con tecnología, pero manteniendo los estándares de seguridad.
- La composición de las tripulaciones debe ser lo más homogénea posible, para evitar causas de accidentes, por lo cual, se debe tener en cuenta el país de origen y la esfera social en la que se desenvuelve el tripulante, así como su cultura y lengua.
- Se deben establecer los criterios que sean necesarios, incluyendo test de tipo psicológico que proporcionen garantías sobre su personalidad y capacidad de decisión, para poder evaluar y seleccionar las tripulaciones idóneas, determinando: composición, tamaño y formación.

- La formación debe incluir el factor calidad y los conocimientos necesarios para el tipo de buque tripulado, relativos a los siguientes apartados:
  - Formación básica.
  - Estandarización de estudios.
  - Prácticas profesionales
- Las tripulaciones embarcadas necesitan, en algunos casos, formación continua a través de cursos de reciclaje, que tienen por objeto actualizar los conocimientos y forma de trabajar de nuevos equipos y sistemas.
- Las tripulaciones futuras no pueden mantener la estructura tradicional, su configuración será la de un equipo de trabajo, que bajo la dirección del capitán, actuará como un conjunto.
- Se deben utilizar los simuladores como complemento de la formación práctica, en temas puntuales, sin olvidar las practicas en la mar a bordo. El simulador representa una tecnología avanzada y es elemento que puede modificar la incidencia del error humano en los accidentes marítimos.