

CLASIFICACIÓN DE BUQUES MILITARES

*Jaime Letelier Montenegro **

En la industria naviera la clasificación de los buques mercantes es una exigencia del mercado que resguarda los intereses de: los Estados, los armadores, los aseguradores, los astilleros, los dueños de la carga, los bancos y financistas de la actividad, las Autoridades Marítimas y en particular aquellas que han delegado su acción de tutelar el cumplimiento de las Convenciones Internacionales en las Sociedades de Clasificación. El principal objetivo de las Sociedades de Clasificación es aportar una guía para los diseñadores de naves principalmente en los aspectos de casco, estructura y maquinaria.

La novedad se hace presente en el campo de la industria naval militar, en la que las Sociedades de Clasificación están en condiciones de aportar su larga y rica experiencia ganada en el área comercial la que puede ser aplicada con éxito en el diseño y construcción de buques de guerra.

Conceptualmente las etapas de concepción, diseño, construcción y supervisión de mantenimiento de los buques militares y mercantes no difieren mayormente; la diferencia está en sus objetivos.

Las normas militares y estándares para el diseño y construcción de buques de guerra de superficie son la consecuencia de estudios y ensayos desarrollados por las potencias marítimas, para su uso. Los países menos desarrollados, por lo general no construyen los buques para sus Armadas y si lo hacen, en la mayoría de las veces el diseño ha sido contratado en el exterior a una firma diseñadora de alguna de las potencias marítimas; la mayor parte de las veces, sin tener un completo acceso a las normas de diseño. Asimismo, la asesoría para la construcción la contratan a los mismos diseñadores.

Así, las Sociedades de Clasificación llenarán un vacío importante para el diseño y construcción de los buques de superficies de las Armadas de los países en desarrollo.

El autor tiene la percepción de que el campo de los buques militares de superficie, mono casco, en lo que respecta a su estructura, subdivisión estanca y maquinaria, es en general un tema conocido y difundido, no así el tema de los submarinos y buques de superficie no convencionales.

A la fecha hemos tenido acceso sólo a la publicación “Rules and Regulations for Naval Ships” del Lloyd’s Register of Shipping y a ellas nos referiremos a continuación. Es altamente probable que otras Sociedades de Clasificaciones tengan también Reglas para buques militares, pero desconocemos su publicación.

Las reglas para buques militares del Lloyd’s Register of Shipping (LRS) son aplicables para los siguientes tipos: cruceros, portahelicópteros, portaaviones, destructores, fragatas, corvetas, buques de asalto anfibio, buques anfibios, diques, embarcaciones de desembarco, barreminas, minadores, patrulleros y buques de inspección. Estas Reglas han sido publicadas en inglés, están escritas en seis libros y en archivos magnéticos grabados en un CD; contenidas en 3 Volúmenes que se dividen en Partes, éstas en Capítulos y a su vez éstos en Secciones. La organización de las Reglas se ilustra en el Cuadro que sigue:

Reglas y Regulaciones para la Clasificación de buques militares

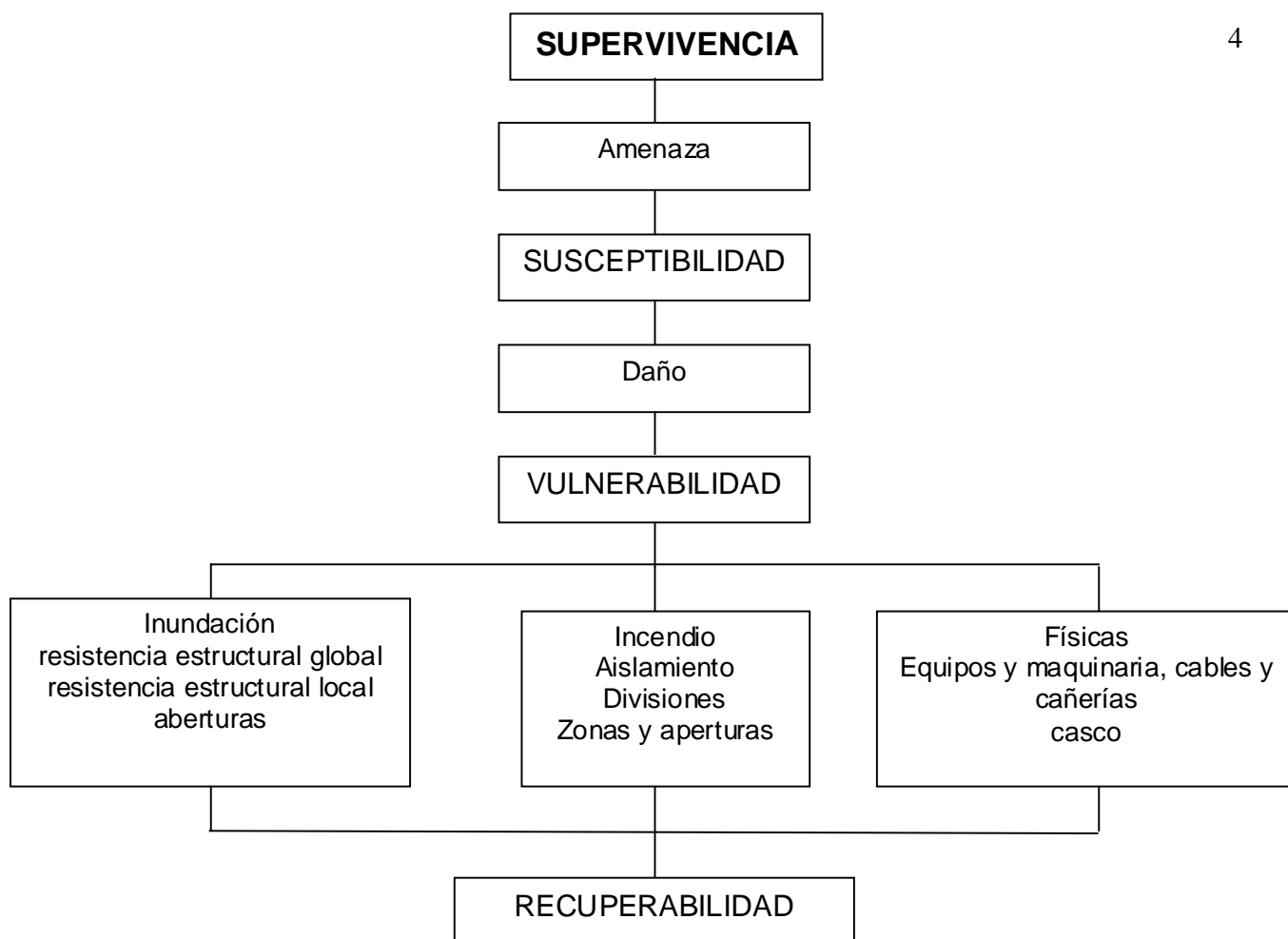
Volumen 1		Volumen 2		Volumen 3	
Parte 1 Regulaciones	Parte 2 Fabricación, Pruebas y Certificación de Materiales	Partes 3 a 7 Estructura del Buque	Partes 1 a 11 Máquinas y Sistemas de Ingeniería	Partes 1 - 2 Requerimientos Adicionales y Opcionales	
1 Regulaciones Generales 2 Regulaciones de Clasificación 3 Regulaciones de Inspecciones periódicas	1 Regulaciones Generales 2 Procedimientos de Pruebas 3 Planchas, flejes, secciones y barras de acero 4 Acero fundido 5 Acero forjado 6 Tubos y cañerías de acero 7 Fierro fundido 8 Aleaciones de aluminio 9 Aleaciones de cobre 10 Anclas y equipos de amarre 11 Aprobación de Soldadura 12 Perfiles de acero fabricados 13 Estructuras de máquinas soldadas 14 Materiales plásticos	Parte 3 Principios de diseño y 1 Generalidades 2 Diseño del buque 3 Sistema de control del buque 4 Terminaciones 5 Fondeo y amarre 6 Procedimientos para el diseño estructural, construcción y mantención del buque Parte 4 Diseño Militar y aspectos especiales 1 Diseño militar 2 Especificación de cargas militares 3 Aspectos especiales Parte 5 Cargas ambientales 1 Generalidades 2 Condiciones ambientales 3 Cargas locales de diseño 4 Cargas globales de diseño Parte 6 Cascos de acero 1 Generalidades 2 Herramientas de diseño 3 Escantillonado 4 Esfuerzos del casco 5 Factores estructurales de diseño 6 Materiales y soldadura Parte 7 (Provisorio) Evaluación 1 Generalidades 2 Cargas totales de diseño 3 Evaluación de las cargas totales TLA	Parte 1 Requerimientos 1 Requerimientos generales para la Clasificación de los sistemas de ingeniería 2 Requerimientos para diseño, construcción, instalación y pruebas de mar de los sistemas de ingeniería 3 Requerimientos para la soldadura en cañerías y recipientes de presión. 4 Repuestos Parte 2 Máquinas Motrices 1 Motores Diesel 2 Turbinas a Gas 3 Turbinas a Vapor Parte 3 Sistemas de 1 Engranajes 2 Líneas de ejes Parte 4 Elementos de 1 Hélices 2 Chorro de agua 3 Empujadores Parte 5 Vibraciones y alineamiento de los ejes 1 Vibraciones torsionales 2 Vibraciones axiales 3 Vibraciones laterales 4 Alineamiento de ejes Parte 6 Sistema de gobierno 1 Servomotor	Parte 7 Sistema de cañerías 1 Requerimientos de diseño de las cañerías 2 Circuitos de cañerías del buque 3 Circuitos de cañerías de la Máquina 4 Circuitos de combustible de Helicópteros, aviones y vehículos 5 Circuitos según tipo de buque Parte 8 Planta de Presión 1 Planta de vapor y recipientes de presión asociados 2 Otros recipientes Parte 9 Control de Ingeniería 1 Sistemas de control de ingeniería Parte 10 Electricidad 1 Ingeniería eléctrica Parte 11 Sistemas Auxiliares 1 Planta destiladora 2 Aire acondicionado e intercambiadores de calor	Parte 1 Aspectos adicionales de 1 Navegación en hielos. 1er año de Condición de hielo 2 Sistema de Propulsión integrado 3 Sistema de posicionamiento dinámico 4 Disposición del puente de gobierno 5 Redundancia de propulsión y gobierno 6 Evaluación de maniobrabilidad Parte 2 Aspectos de protección ambiental y seguridad 1 Niveles de ruido y vibración en la habitabilidad 2 Protección ambiental

Como se ve, del contenido de las Reglas, se mantiene la política de las Sociedades Clasificadoras de no involucrarse en los aspectos que son privativos de la Administración de la bandera de la nave, como es el caso de la certificación del cumplimiento de la reglamentación internacional respecto de la estabilidad de los buques mercantes, excepto en los casos en que la Clasificación actúa como delegado de la bandera. Paralelamente, en los buques de guerra, los Sistemas de Armas y los aspectos Militares de las comunicaciones no están incluidos; pero sí pueden intervenir en su interfase.

Las Reglas para buques militares del LRS incorporan el concepto de Supervivencia en relación con las amenazas y lo definen como la probabilidad que tiene un buque de seguir operativo con posterioridad a haber sufrido castigo derivado de un ataque; en la que la operatividad puede ser definida en toda su gama desde, la más alta -cuando el buque está intacto- hasta la necesaria para subsistir. De acuerdo con sus Reglas, el LRS ha jerarquizado tres aspectos que comprenden la Supervivencia y son:

- Susceptibilidad,
- Vulnerabilidad y
- Recuperabilidad.

Para mejor comprensión lo ilustra gráficamente.



A continuación se pretende exponer cómo se han interpretado cada uno de los aspectos que conforman la Supervivencia.

Susceptibilidad. Se entiende como la probabilidad de éxito de una amenaza particular; esto es que alcance al buque, lo impacte, detone y lo dañe. Este concepto es intrínseco a las características del buque tales como; sus huellas de radar, acústicas submarinas y acústicas aéreas; las huellas infrarrojas y electromagnéticas. Actualmente, las huellas mencionadas y el sistema de armas defensivas del buque, están fuera del ámbito de la Sociedades de Clasificación y no se ve que lo sean en un futuro cercano. Sin embargo, para buques militares, las Reglas del LRS reconocen el impacto que tiene la Susceptibilidad en el diseño del buque y la necesidad de ser consideradas durante las fases del diseño y en el transcurso de su vida útil. Actualmente, las Reglas son una simple guía que le recuerdan al diseñador estructural, cómo la estructura influye en las huellas del buque.

Vulnerabilidad. Es la probabilidad de un buque de sobrevivir y operar a un cierto nivel de sus capacidades, después de haber sido impactado y dañado por una determinada amenaza. La vulnerabilidad se mide en términos de porcentaje. Es un requerimiento típico que las Armadas deben definir, especificando la probabilidad de quedar no operativo como resultados de ataques previstos en el listado de amenazas que ha considerado. Esta definición establece los grados de operatividad desde el buque intacto con todas sus capacidades hasta quedar inactivo

y sólo flotando en aguas tranquilas. La vulnerabilidad puede ser mejorada introduciendo los reforzamientos correspondientes para reducir los efectos de una determinada amenaza.

Recuperabilidad. Se ha entendido como la habilidad de un buque para recuperar sus capacidades operativas inmediatamente después de haber recibido un impacto. No es posible medirlo como una probabilidad matemática y su evaluación dependerá de la dotación del buque, de su capacidad y entrenamiento, como también del diseño del buque y el grado de redundancia de sus sistemas. Los siguientes aspectos contribuyen como un todo en el grado de Recuperabilidad del buque:

- Buen diseño, en términos de accesos y arreglo general del buque.
- La inclusión de conexiones cruzadas para contrarrestar la escora.
- Buena subdivisión estanca, considerando los criterios de estabilidad y flotabilidad dañada, teniendo en cuenta los niveles de inundación para los sistemas y la estructura.
- Sistema de salvamento y contraincendio
- Buenos procedimientos y entrenamiento de Control de Averías
- Equipamiento con sistemas y equipos capaces de soportar daños.

Las notaciones de clase del LRS para los buques militares, consisten en señalar qué amenazas han sido consideradas en su diseño.

La tabla 5.1, lista las notaciones más comunes e incluye una breve descripción de ellas. El número asociado a la notación, describe el método de análisis; el 1 indica la aplicación del método directo de las Reglas; el 2 y 3 señalan que se han aplicado métodos y análisis especiales en orden de complejidad. En algunos casos los procedimientos de análisis, para demostrar que la capacidad requerida ha sido satisfecha, deben ser acordados entre el diseñador y el LRS. Adicionalmente, la notación de clase debe señalar su nivel de cumplimiento, el que se escribe a continuación y entre paréntesis con números romanos; por ejemplo la notación IB2(II). El nivel de cumplimiento (I), es un nivel relativamente bajo, que en la mayoría de los casos está resuelto por las estructuras convencionales para resistir las cargas generadas por la mar. Los niveles (II) y (III) generalmente requerirán refuerzos o protecciones específicas. Los niveles especificados en las Reglas están sólo como ejemplos, ya que cada Armada tendrá sus propios conjuntos de amenazas sustentadas en las informaciones de inteligencia presentes y futuras.

Efectos de la amenaza	Área afectada	Notación	Breve descripción
Explosión externa	Toda la estructura sobre la línea de agua	EB1	Análisis estructural aplicando las ecuaciones empíricas de las Reglas
		EB2	Análisis estructural usando la respuesta elasto-plásticas
		EB3	Análisis estructural usando métodos de análisis en 2 dimensiones
		EB4	Análisis estructural usando métodos de análisis en 3 dimensiones

Explosión interna.	Zonas interiores del buque y mamparos estancos.	IB1	Capacidad de explosión interna lograda por la adopción de las reglas de configuración de los mamparos estructurales estancos.
		IB2	Diseño de la capacidad de explosión interna para ciertos espacios de acuerdo a análisis o ensayos.
Protección contra fragmentación. (esquirlas)	Compartimientos críticos.	FP1	Evaluación de espesores según las ecuaciones de las Reglas.
		FP2	Evaluación del diseño basado en análisis computacionales o ensayos.
Protección de armas livianas.	Compartimientos críticos.	SP	Evaluación del diseño para asegurar el cumplimiento de lo especificado por la Armada.
Golpe (Shock).	Toda la obra viva.	SH1	La respuesta estructural está determinada por ecuaciones analíticas dentro del marco determinado por ensayos y pruebas.
		SH2	Evaluación estructural lineal por elementos finitos. Detalles de diseño de acuerdo con los requerimientos. Evaluación de las pruebas de los equipos.
		SH3	Evaluación estructural no lineal por elementos finitos. Detalles de diseño de acuerdo con los requerimientos. Evaluación de las pruebas de los equipos.
Latigazo (whipping).	Toda la estructura del buque.	WH1	Evaluación global de secciones basados en procedimientos simplificados de las Reglas. Respuesta de latigazos generados por programas en 2D.
		WH2	Evaluación global de secciones basados en procedimientos de esfuerzos de ruptura. Respuesta de latigazos generados por programas en 2D.
		WH3	Evaluación global de secciones basados en elementos finitos. Respuesta de latigazos generados por programas en 3D.

Resistencia residual.	Toda la estructura del buque.	RSA1	Evaluación global de secciones basados en procedimientos simplificados de las Reglas.
		RSA2	Evaluación global de secciones basados en procedimientos de esfuerzos ruptura.
		RSA3	Evaluación global de secciones basados en procedimientos de elementos finitos.

Tabla 5.1 Notaciones militares de clase Según el LRS.

Obviamente, estas notaciones de clase son de carácter reservado y el LRS hace pública sólo la notación **+** MD ó MD; la cruz de malta (**+**) significa que el buque ha sido diseñado y construido y equipado de acuerdo con las Reglas del LRS y su supervisión. Sin la **+**, el buque ingresó posteriormente a su construcción al registro del LRS.

Para ilustrar como las Reglas cubren los aspectos de vulnerabilidad, incluimos la Tabla 5.2.

	<i>Estructura y Arreglo General</i>		<i>Equipos y Sistemas</i>	
<i>Amenaza.</i>	<i>Medida para reducir el riesgo.</i>	<i>Regla Requerimiento.</i>	<i>Medida para reducir el riesgo.</i>	<i>Regla Requerimiento.</i>
Explosión.	Buena resistencia estructural local.	Notaciones IB o EB.	Blindaje de los equipos Redundancia	—
Fragmentación de armas livianas.	Buena resistencia estructural local.	Notaciones FP y SP.	Blindaje de los equipos. Redundancia.	—
Golpe (Shock).	Buena resistencia estructural local. Diseño de detalles.	Notación SH	Equipos con capacidad de choques. Buena calidad de los montajes e instalación. Redundancia.	—
Latigazos (whipping).	Buena resistencia estructural global. Continuidad estructural.	Notación WH.	Equipos con capacidad de choques. Buena calidad de los montajes e instalación.	
Inundación.	Definir el criterio de estabilidad intacta y dañada. Definir requerimientos de integridad estanca. Definir las cabezas	Pt 3 Ch 2,1.3 Pt 3 Ch 2,1.3 Pt 3 Ch 4 Notación RSA	Válvulas divisorias. Conexiones cruzadas. Capacidad de bombeo. Redundancia.	

	de presión de las cargas locales estructurales.	Pt 5 Ch 3,5.7		
Daños en el casco y su estructura.	Buena resistencia estructural global.	Notación RSA.	No corresponde.	No corresponde.
Incendio.	Zonificación. (*) Protección estructural, humos y aislación.	Pt 4 Ch 1,7 Notación FS.	Sistema de detección, protección y extinción de incendios. Redundancia. Procedimientos operativos.	Notación FS.
Explosión por simpatía.	Ubicación y estructura de las SSBB.	Pt 4 Ch 1,6.	Equipamiento de la SSBB y sus sistemas.	Pt 4 Ch 1,6.
Contaminación.	Zonificación de protección NBC.	Pt 4 Ch 1,7	Zonificación.	Pt 4 Ch 1,7
(*) Una política efectiva de zona abarcará la protección contra incendio y NBC.				

En resumen, podemos ver que las Sociedades de Clasificación y en particular el Lloyd's Register of Shipping, están en condiciones de apoyar a las Armadas en todas las etapas referidas a la plataforma; esto es, al casco, estructura y maquinaria, que materializan un Programa de Construcción. Para efectos de mejor comprensión, conviene establecer etapas de desarrollo del Programa en las cuales la participación de la Sociedad de Clasificación es determinante:

- Etapa de pre contrato, en la que la Armada asesorada por la Clasificación, establecerá con precisión lo que busca, el nivel de exigencia, las reglas o estándares que deberán ser satisfechas y los parámetros de medición. Esta modalidad beneficia tanto a la Armada, que establece con precisión lo que pide como a los Licitantes en competencia al contar con Reglas accesibles y requerimientos claros.
- Etapa de diseño, en la que la Sociedad de Clasificación asesora a la Armada revisando para certificar los planos memorias de cálculo y documentos correspondientes al diseño.
- Etapa de Construcción, en la que la Sociedad de Clasificación inspeccionará la fabricación del casco, la estructura y el montaje de la maquinaria.
- Etapa de pruebas y entrega del buque, en la que la Sociedad de Clasificación participará en las pruebas para finalmente extender los Certificados del buque.
- Etapa del buque en servicio. La Sociedad de Clasificación durante toda la vida del buque normalmente en sincronismo con su mantenimiento normal lo someterá a Inspecciones periódicas, para certificar que su estado de conservación es satisfactorio. Este método de certificación es obligatorio en los buques mercantes los que durante el transcurso de su vida útil, están sometidos a Inspecciones periódicas, para mantener su Clasificación al día, condición que les imponen sus seguros.

No es necesario que todas las etapas sean imperiosamente cubiertas con la participación de la Sociedad de Clasificación elegida, de modo que la Armada podrá seleccionar las que encargará y las que ejecutará por sí misma.

Como conclusión podemos señalar que la participación de las Sociedades de Clasificación en el ámbito de los buques militares es un complemento técnico interesante que abre opciones comerciales que nunca antes habían sido posible.

* * *

BIBLIOGRAFÍA

- LR Technical Association Military Aspects of the Naval Ship Rules Paper Nº 1. Session 2001-2002.
- Lloyd's Register of Shipping Rules and Regulations for the Classification of Naval Ships January 2002.
- Revista Ingeniería Naval (española) julio-agosto 2002. Clasificación de buques de guerra: Seguridad y Disponibilidad. Artículo de Luis Martínez Simón.

* Capitán de Navío Ingeniero APOLMIL. Ingeniero Naval ETSIN, Madrid.