

Un enfoque holístico para la evaluación de la capacidad de supervivencia del buque de guerra

Francisco J. Pérez Villalonga
Dr. Ingeniero Naval
Academia de las Ciencias y las Artes Militares

Fernando J. Senent Gómez
Ingeniero Naval

Introducción

El buque de guerra se diferencia principalmente del buque mercante o de pasajeros por contar con dos capacidades esenciales:

- La capacidad de combate que le confieren su sistema de combate, armas y sensores
- La capacidad de supervivencia en el combate que le permite continuar la misión asignada ante la acción hostil del enemigo.



Fig. 1 Capacidades esenciales del buque de guerra: combate y supervivencia en el combate

La mayor o menor capacidad para el combate se relaciona fácilmente con sistemas y equipos instalados a bordo, pero la capacidad de supervivencia es una característica integral del buque que se adquiere como consecuencia de innumerables decisiones de diseño a lo largo de su proyecto y se mantiene durante su ciclo de vida.

Decisiones sobre disposición de sistemas esenciales, separación y redundancia de equipos, las propias dimensiones principales del buque, la geometría externa o el escantillonado y configuración de su estructura se adoptan en fases iniciales del proyecto, pudiendo llegar a tener una gran influencia en la capacidad de supervivencia del buque. Estas decisiones son

difícilmente enmendables posteriormente y difícilmente pueden ser suplidas por sistemas o equipos en etapas posteriores.

Es por ello por lo que la capacidad de supervivencia debe ser evaluada, de forma global, en todas las fases del proyecto de tal modo que se conozca la influencia de esta capacidad esencial en todas las decisiones de diseño.

Capacidad de supervivencia

Aunque inicialmente se relaciona la capacidad de **supervivencia** con la capacidad de permanecer a flote exclusivamente, el objetivo de un buque de guerra es el de cumplir la misión asignada, por lo que se define habitualmente como: “*La capacidad de continuar la misión en un ambiente de combate*” (Senent Gómez, y otros 2019) (Casanova Rivas 2009).

Debido a la naturaleza de las misiones que llevan a cabo los buques de guerra, están expuestos a mayores riesgos aún que los buques civiles: mientras que en los buques civiles son los abordajes y las varadas junto con las inundaciones e incendios los riesgos más habituales que es necesario prever, en los buques de guerra la variedad de armas que lo amenazan, así como las consecuencias de sus impactos es amplia. Esto hace que esta capacidad debe ser expresada en forma de probabilidad (P_s) ya que nunca se podrá tener la certeza de sobrevivir a todas las amenazas.

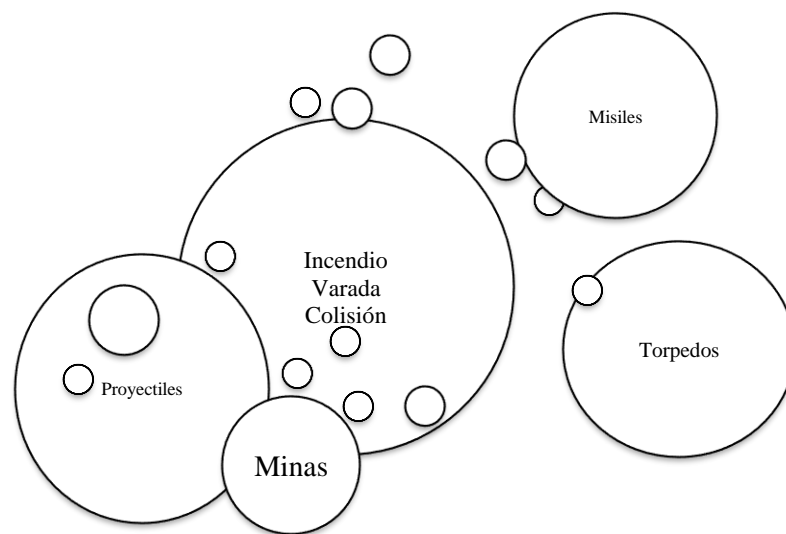


Fig. 2 Principales amenazas a las que se enfrenta un buque de guerra que ponen en riesgo su capacidad de supervivencia.

La probabilidad complementaria a la supervivencia se conoce como siniestrabilidad y expresa la facilidad con la que el buque puede ser destruido por el enemigo o su misión impedida. (Casanova Rivas 2009)

$$(P_K = 1 - P_s)$$

Ecuación 1. Definición de siniestrabilidad como probabilidad complementaria se supervivencia

Para que esto ocurra tienen que suceder tres cosas:

- Que se produzca blanco, ataque e impacto en el buque.
- Que el impacto cause daños que degraden su capacidad para combatir.
- Que no sea posible recuperar un nivel mínimo de capacidad de combate.

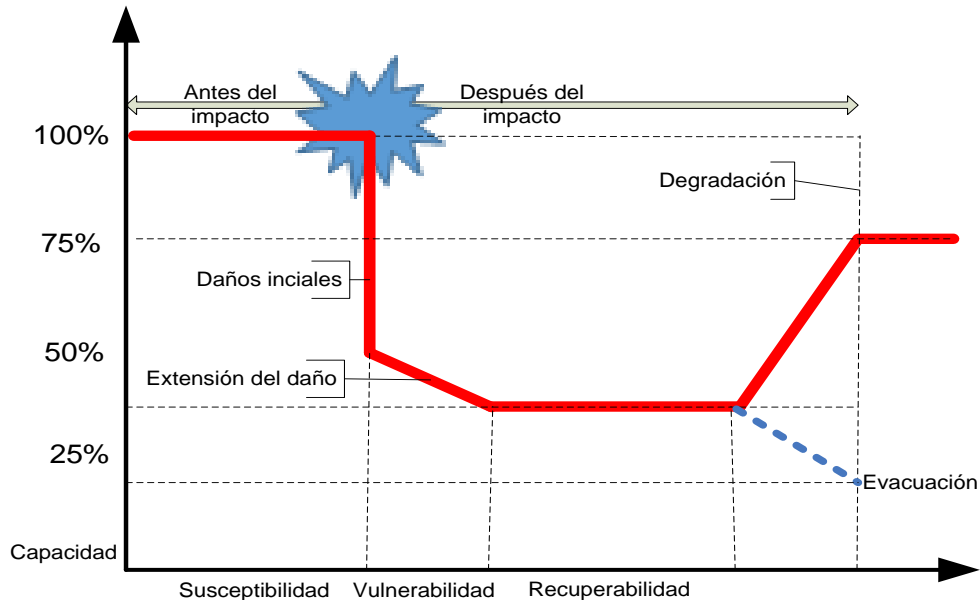


Fig. 3 Secuencia de eventos antes y después de un impacto: componentes de la capacidad de supervivencia del buque de guerra. (Torres do Rego 2020)

Componentes de la capacidad de supervivencia

Conocida la secuencia de eventos que pueden llegar a impedir el cumplimiento de la misión, la metodología tradicional aborda la evaluación de la capacidad de supervivencia del buque dividiendo el problema en cuatro componentes principales:

- Susceptibilidad,
- Vulnerabilidad,
- Recuperabilidad,
- Evacuación.

Mientras que la susceptibilidad engloba todas las medidas que es posible adoptar para evitar el impacto de un arma (P_H), como puede ser la firma radar, los conceptos de vulnerabilidad, y recuperabilidad abarcan todas las medidas que es posible adoptar tras el impacto y que evitan su pérdida o impiden la recuperación de capacidades ($P_{K/H}$):

$$P_S = 1 - P_K = (1 - P_H \times \frac{P_K}{H}) \times (1 - P_R)$$

Ecuación 2, Expresión de la probabilidad de supervivencia en función de sus componentes

Tradicionalmente cada una de estas componentes de la capacidad de supervivencia se evalúa por separado, por equipos independientes de expertos y en diversos momentos del proyecto y la construcción del buque.

Sin embargo, existen numerosos aspectos de cada una de las componentes que no deben ser evaluados de forma independiente debido a la influencia que tienen en las restantes. De este modo, un aumento del nivel de subdivisión del buque puede mejorar la resistencia a la inundación (vulnerabilidad) pero aumenta el desplazamiento y tamaño del buque aumentando su firma radar (susceptibilidad) y dificultando el trabajo de los trozos de seguridad interior (recuperabilidad).

El enfoque holístico de la evaluación de la capacidad de supervivencia.

La capacidad de supervivencia del buque de guerra es un problema holístico en el sentido de que las características y propiedades del conjunto no pueden ser determinadas o explicadas como la suma de sus componentes: se considera que el sistema completo se comporta de un modo distinto que la suma de sus partes.

La principal razón por la que la evaluación tradicional de esta capacidad se lleva a cabo de forma independiente en cada una de las componentes tiene su origen en la dificultad que existe para hacerlo por medio del empleo de un modelo único del buque.

Como consecuencia de la llamada Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0 ha surgido con fuerza el concepto de «gemelo digital» definido como la réplica digital del buque y que, en definitiva, implica el empleo de un único modelo del buque desde la fase conceptual hasta el final de su ciclo de vida.

Este gemelo digital supone la base ideal para adoptar un enfoque holístico al problema de la evaluación de la capacidad de supervivencia del buque de tal manera que cualquier cambio, inevitable durante la fase de proyecto y habitual a lo largo de su ciclo de vida pueda ser analizado desde todas las ópticas que le afectan.

El modelo TSSA

Para lograr el objetivo de una evaluación holística de la capacidad de supervivencia del buque de guerra a lo largo de todo su ciclo de vida, denominado *Total Ship Survivability Assessment*, se propone incorporar al gemelo digital un motor de simulación sobre el que interactúen, gracias a los adecuados interfaces, los siguientes módulos:

- Generador de escenarios y definición de amenazas.

- Módulo de susceptibilidad compuesto por los submodelos de firma radar, acústica, IR y EMI
- Módulo de vulnerabilidad
- Módulo de recuperabilidad
- Módulo de evacuación
- Módulo de estabilidad
- Módulo de comportamiento en la mar
- Módulo de inundación
- Módulo de propagación de humo y fuego.

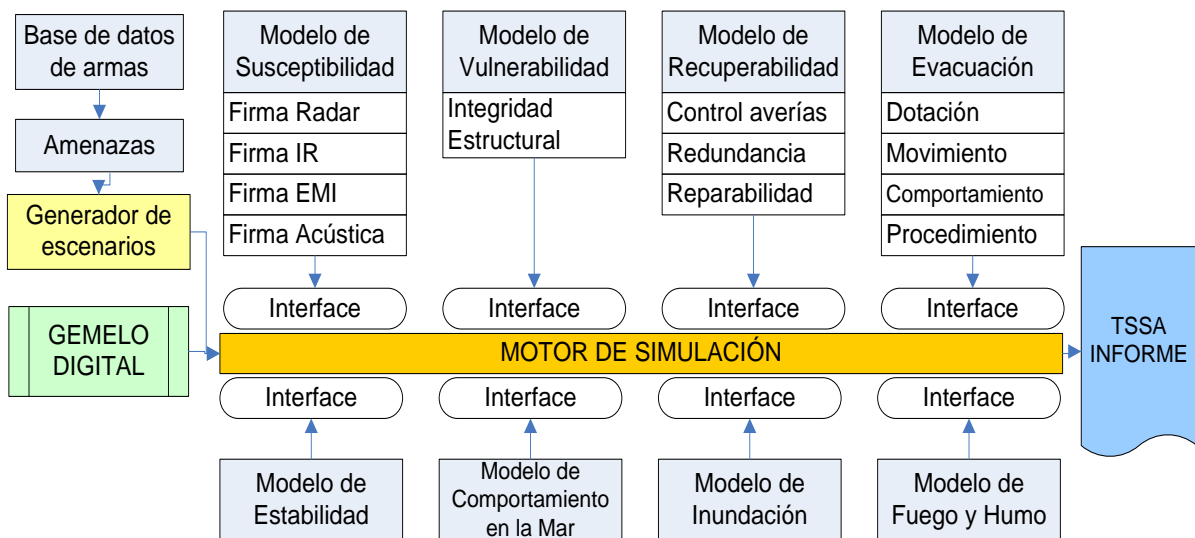


Fig. 4 Representación esquemática del TSSA con los módulos y submódulos que lo forman

Conclusiones

El enfoque holístico que propone TSSA, integrado en el gemelo digital de un buque de guerra, permite la evaluación, a lo largo de todo su ciclo de vida, de una capacidad esencial en ellos: su supervivencia en el combate.

Esto supone un avance sobre la actual metodología en la que se evalúa cada una de las componentes de forma independiente permitiendo conocer el impacto que tiene una variación del gemelo digital en la capacidad de supervivencia del buque.