

## LA DEFENSA ANTIAÉREA DE ÁREA

Gerardo Covacevich Castex\*

### Resumen

*Este artículo presenta algunas ideas sobre la defensa antiaérea de área, resaltando las características actuales de sistemas de armas, sensores y comunicaciones, especialmente ante un ejercicio de validación, de las necesidades de mantener capacidades de defensa antiaérea de largo alcance. Hoy en día, los asombrosos avances de la tecnología han permitido reducir costos, pesos y tamaños, transformando los grandes sistemas antiaéreos en componentes livianos, de menor costo y más simples de operar y mantener.*

**Palabras clave:** Defensa antiaérea, guerra naval, misiles, estrategia, táctica naval.

**H**an pasado 35 años desde que el sistema de combate AEGIS de la Armada de Estados Unidos, se instalara por primera vez en un buque de combate, el USS *Ticonderoga* (CG-47). Este poderoso sistema de batalla representa un hito relevante en la historia de los sistemas de armas, una verdadera revolución tecnológica, que permitió a las fuerzas navales estadounidenses hacer frente a las amenazas aéreas desarrolladas durante la Guerra Fría. El AEGIS ha evolucionado a la par con la tecnología y actualmente está siendo "repotenciado para actuar como un sistema de defensa antimisil, para enfrentarse a la amenaza de los misiles balísticos ICBM de alcance medio, que tienen algunos países en su inventario, y para interceptar satélites militares enemigos" (Wikipedia).

Las amenazas aéreas a las fuerzas navales de países de segundo orden también han evolucionado, haciendo que su neutralización sea prácticamente imposible con los sistemas antiaéreos clásicos de fines del siglo XX. Sin embargo, los rápidos y sorprendentes avances de la tecnología también han permitido que,

hoy en día, marinas medianas puedan acceder a sistemas antiaéreos conceptualmente similares a los antes mencionados, incluso sin que sea necesario construir un buque en torno al sistema - como ha sido tradicional - sino que integrándolo a una plataforma en alguna etapa de su vida útil.

No es la intención entrar en definiciones conceptuales de guerra antiaérea moderna, sino sólo destacar aspectos relevantes y experiencias a tener en mente ante un proceso teórico de validación de las necesidades de mantener o desarrollar capacidades de defensa antiaérea de largo alcance. La falencia o la inminencia del fin de la vida útil de los sistemas de defensa de área siempre han planteado un desafío mayor, afectado además por los problemas logísticos y los escenarios financieros.

### Factores relevantes

#### ■ Generalidades en la defensa antiaérea (AA)

Entre los principales desafíos de la defensa AA actual, debe considerarse que el adversario

\* Vicealmirante. Magíster en Ciencias Navales y Marítimas. (gcovac@gmail.com).



puede lanzar sus armas a gran distancia, y que siempre será preferible intentar neutralizar al lanzador antes de que dispare sus armas (que pueden ser múltiples); si logra lanzarlas, éstas deben ser interceptadas, aún a cortas distancias. Existen alternativas que permiten emplear un mismo sistema contra blancos cercanos o a larga distancia.

Para poder superar la simultaneidad de los ataques y la rapidez requerida para neutralizar blancos de muy alta velocidad, es indispensable tener la capacidad de controlar un alto número de misiles en el aire, con los sensores de la fuerza integrados entre sí, de tal manera de que cada blanco sea asignado a la unidad mejor colocada, independiente de si ella lanzó el misil o no. Esto se logra con un alto nivel de automatización en los procesos y la compilación de un panorama táctico común compartido, de manera segura, en tiempo real, lo que se consigue con un *data-link* de gran velocidad y gran resistencia a las interferencias.

El sistema dirige al misil, vía *data-link*, hasta un punto en que éste abre su propio radar y adquiere el blanco y lo persigue. Para que esta maniobra sea exitosa, se requiere que el misil posea un excelente radar (*seeker*) para asegurar una detección del blanco lo más temprana posible y que además el misil tenga energía remanente suficiente para lograr impactar a su

blanco, aunque éste realice maniobras evasivas. Existen técnicas exitosas en este sentido, como por ejemplo, el sistema de control dinámico PIF-PAF que facilita las maniobras de altos  $g$ 's, "con un sistema de guiado forzado por chorro de tobera en el centro de gravedad del misil" (ixarm) o que el misil cuente con un motor de dos tiempos, es decir, un motor para la aceleración inicial (al lanzamiento) y un segundo motor que permita elevadas aceleraciones para una eficaz persecución y derribo del blanco, especialmente a largas distancias (iai).

Los tiempos de reacción y acción del sistema deben ser mínimos, siendo, entre otros, relevante las capacidades de los procesos de evaluación de la amenaza y la designación de las armas (conocidos como TERA - *Threat Evaluation And Resources Allocation* o TEWA - *Threat Evaluation And Weapons Allocation*). Si bien estos procesos deben tener un alto nivel de automatización, requieren, en ciertas circunstancias, incluir al hombre en el proceso de control. Asimismo, requieren del conocimiento y definición previa de ciertos parámetros por parte del operador, especialmente en cuanto a los riesgos que está dispuesto a asumir en la clasificación del blanco versus el tiempo de disparo del misil en diferentes escenarios; por ejemplo, ante un misil atacante, puede ser deseable que la clasificación automática (previa a iniciar el disparo) no tome

más de un par de segundos, aunque el nivel de clasificación no sea óptimo.

Resulta casi obvio decirlo, pero el misil debe tener una carga explosiva y espoleta que aseguren una probabilidad de neutralizar el blanco cercana al 100%, además de que también sea posible abortar el ataque en caso de evidenciarse tardíamente que se trata de aeronaves propias o amigas.

El sistema debe tener la capacidad de poder integrarse al de otras plataformas similares que conforman una fuerza o grupo de tarea, de tal forma de potenciarse y actuar cooperativamente frente a diversas amenazas. Asimismo, debe poder integrarse en un escenario conjunto, de tal manera de agregar una barrera defensiva a objetivos de interés como, por ejemplo, una base aérea. En resumen, es un desafío no sólo estar todos conectados, sino el poder participar activamente en la administración (*Management*) de la defensa AA de un objetivo de alto valor.

#### ■ La defensa antiaérea (AA) de área

➤ Dimensiones del área de defensa AA: Una aproximación simplista para imaginar o calcular el área de cobertura, es emplear sólo el alcance del misil (concepto tradicional del compás y rosa de maniobras). En realidad, la defensa AA de área es un volumen compuesto por varios globos achatados, cuyas dimensiones dependen del alcance del arma y de la altura a que puede interceptar un blanco, así como de la capacidad de actuar cooperativamente por parte de las unidades AA correctamente ubicadas en una disposición o formación; de esta forma, se aumenta el área defendida en forma muy importante.

Si a lo anterior se agrega que, dependiendo de las capacidades de los sistemas, los buques AA pueden estar a considerable distancia del centro de la disposición o de la formación (ZZ) – supongamos un grueso protegido o una unidad de alto valor (HVU) en esa posición - la dimensión del volumen defendido se incrementa notablemente. Aún más, si el mando táctico (OCT) conoce la dirección de la amenaza, el volumen puede alargarse en ese sector, o incluso puede usar una unidad como piquete radar. Lo mismo sucede con la mayor altura que pueda alcanzar un misil sobre otro y

con la capacidad de actuar cooperativamente. En resumen, es un tema dinámico, que permite a un OCT sagaz y conocedor incrementar radicalmente sus posibilidades de éxito frente a la amenaza aérea.

Para una fuerza o un grupo de tarea es indispensable contar con una defensa antiaérea que cubra el mayor volumen posible, no sólo para su propia sobrevivencia, sino también para tareas que pueden ser determinantes para el exitoso cumplimiento de su misión, así como para el cumplimiento de tareas derivadas del esfuerzo conjunto.

- Respecto de la sobrevivencia en el cumplimiento de sus propias operaciones, podemos mencionar las siguientes ventajas de contar con defensa antiaérea de área:
  - Siempre es deseable neutralizar al lanzador antes de que éste dispare sus armas. Además, el sólo hecho de tener esa capacidad, permite actuar sobre la mente del adversario haciéndole saber de los riesgos de su ataque; la incertidumbre de su sobrevivencia y del éxito de su acción será un potente disuasivo y a la vez un generador de precipitaciones y consecuentes errores.
  - Si bien los radares aeromarítimos modernos tienen una asombrosa serie de bondades que permiten clasificar sus contactos a considerables distancias, siempre debe procurarse actuar contra el mando y control adversario, negando el espacio aéreo y el acercamiento a sus aeronaves de exploración, las que pueden transformarse en una verdadera pesadilla para cualquier OCT por varias razones:
    - Para dificultar la obtención de inteligencia que contribuya a determinar la composición, identificación e intenciones de la fuerza propia y sus unidades protegidas (lo cual puede incluso revelar el propósito de la misión).
    - Para impedir la designación de algunas armas trans-horizonte, o al menos degradar la exactitud de ellas; asimismo, es necesario limitar o impedir el acercamiento de los helicópteros re-designadores de misiles.

- Permite proteger a los medios aeronavales propios en tareas tácticas relativamente cercanas (Por ejemplo: aeronaves en tareas antisubmarinas) o brindar un paraguas de refugio para aviones amenazados por medios aéreos de combate adversarios.
- En general, las operaciones de guerra de litoral implican un momento de mayor debilidad para las fuerzas navales respecto de la amenaza aérea; una defensa AA de largo alcance contribuirá en forma importante a brindar seguridad a los medios participantes.
- Respecto de la defensa aérea de otros objetivos de valor estratégico o táctico: una eficaz defensa AA facilitará la protección de unidades de alto valor (HVU), como buques de asalto anfibio, petroleros de la flota o convoyes de apoyo a teatros, vitales para el cumplimiento de la misión de la fuerza. En un asalto o en una incursión anfibia, que se realizan en territorio adversario, es determinante la necesidad de lograr el control del espacio aéreo en el área de desembarco; ciertas doctrinas aliadas lo establecen como requisito indispensable. El establecer el control de un espacio aéreo en estos casos protegerá a las fuerzas expedicionarias en sus momentos de mayor debilidad y permitirá la operación de helicópteros de transporte y el apoyo aéreo estrecho.
- La defensa AA de área y la guerra conjunta: la defensa AA de área constituye una valiosa contribución al esfuerzo conjunto, ya que permite dar protección a objetivos de alto valor como bases aéreas, puestos de mando o fuerzas terrestres próximas al litoral.
- La defensa AA de área y las interferencias mutuas: como todo sistema de armas de largo alcance, requiere de la implementación de sistemas de identificación y comunicaciones adecuadas, así como de una prolija planificación que evite las interferencias mutuas, especialmente con aeronaves amigas.
- **Algunas características y capacidades relevantes a considerar en un sistema AA de largo alcance:**
- A nivel de sistema:
  - Debe permitir ser reinstalado en futuras plataformas, ante la baja de la unidad donde esté instalada.
  - Idealmente, poseer la capacidad de neutralizar amenazas lejanas y cercanas con el mismo sistema de control de fuego y lanzadores, ya sea con un misil de amplio rango de alcance o con dos misiles de una misma familia.
  - Debe proveer las facilidades de entrenamiento requeridas por el operador.
  - Debe contribuir a simplificar o hacer más efectivo el esfuerzo logístico, mediante la estandarización de armas y sensores y la eliminación de componentes de obsolescencia cercana.
  - Respecto del Misil: Aún con una muy buena guía hacia el punto de interceptación, por parte del sistema de mando y control, para el éxito del enfrentamiento antiaéreo son determinantes la agilidad del misil y las capacidades de su radar o *seeker*.
  - Para que el misil alcance con éxito su blanco (que tratará de evitarlo), es indispensable que sea muy ágil. Esta agilidad del misil debe ser tal que mantenga siempre al blanco en una *Non Escape Zone* – zona de no escape. Para ello, se postula que el misil debe tener una capacidad (y energía) para maniobrar a lo menos tres veces la del blanco; es decir, si el blanco puede evolucionar con aceleraciones de 7g, el misil debe tener al menos la posibilidad de hacerlo con 21g, siendo ideal cifras superiores a 35g.
  - El radar debe ser capaz de detectar con prontitud su blanco al comenzar a emitir y ser eficiente en la persecución de éste. Además, debe ser eficaz en situaciones de alto *clutter* para neutralizar blancos roza olas (*Sea-Skimmers*) o sobre tierra.
  - En teoría, con un blanco que no está maniobrando, no se necesitaría del *Data-Link* buque-misil en la fase final; sin embargo, los procesos reales son muy dinámicos y requieren de constante actualización.
  - Es deseable que un misil tenga posibilidades de desarrollo futuro, especialmente en cuanto a lograr mayores alcances.
  - En relación con el radar del buque: El radar debe ser capaz de controlar un volumen

de espacio aéreo en tiempo real; en este sentido, la tecnología actual son los radares multi-misión de arreglo de fase, también conocidos como radar de barrido electrónico activo o AESA (del inglés *Active Electronically Scanned Array*). Normalmente, en buques nuevos se emplean cuatro caras fijas sobre superficies de la superestructura; cada cara está compuesta por docenas de transceptores, los cuales se programan para formar los diagramas de emisión requeridos para cada tarea. Si se trata de instalar en un buque ya diseñado, sin realizar grandes alteraciones estructurales, lo recomendable es usar un radar de arreglo de fase rotatorio, reemplazando los existentes en los mástiles de los buques.

Un radar de este tipo, gracias a su control por software, cumple todas las funciones requeridas (rebusca aérea y de superficie, traqueo y seguimiento de blancos de interés mediante haces dedicados, etc.). Estos radares cuentan con modos de operación pre programados de acuerdo con los requerimientos del usuario para ser usados según las diferentes posibilidades de amenazas (o grados de alerta) y escenarios tácticos.

Si bien, estos radares llevan algunos años en servicio a bordo, los avances tecnológicos han permitido lograr arreglos totalmente digitalizados - livianos y de menor emisión calórica (procurando reducir la firma IR). Siendo lo más avanzado tecnológicamente en este momento, es probable que sea el futuro radar de todas las unidades de combate. En su condición de multi-misión, este radar será además empleado para control del cañón y las funciones que ello implica.

## El mando y control

Ante un escenario de reemplazo de un sistema AA en un buque de combate, surge con fuerza un tema importante: ¿qué hacer con el Sistema de Mando y Control (SMC)? Obviamente, las respuestas estarán sujetas a varios factores, entre otros, el estado operacional, la antigüedad, los costos y la vida útil remanente de la plataforma.

Una experiencia interesante es la que vivió la Armada hace unos 30 años cuando se incorporó el sistema AA de corto alcance y antimisil Barak-1 a los destructores clase *County*. Considerando la obsolescencia técnica y logística del ADAWS-1, la solución fue reemplazarlo por el SMC Imagen, de fabricación nacional, realizando una integración parcial del nuevo sistema AA. El esfuerzo no fue menor; se corrió el riesgo y se aceptó un prudente periodo de maduración. El resultado fue exitoso y la elaboración de precisos procedimientos operacionales, permitió un eficaz empleo del Barak-1. En este caso, la vida útil del sistema de armas superó a la de la plataforma y pudo ser trasladado a otra unidad con un SMC diferente (FF *Williams*).

Como es natural, el tema de un posible reemplazo del sistema de mando y control en un buque de combate se presta para múltiples opiniones. Para algunos, la integración debe ser total, con la mayor centralización posible de las decisiones; otros, prefieren soluciones simples y efectivas, sin descartar niveles de integración parciales con nuevos sistemas de armas, pero que permiten compartir información entre éstos y el resto de la CIC, sin alterar las funcionalidades de mando y control respecto de las capacidades y roles del buque.

Reemplazar un SMC en un buque de cierta edad no es tarea fácil ya que una serie de antiguos sistemas (los llamados *Legacy Systems*) deben ser integrados; y eso significa no tan sólo las armas de superficie y antisubmarinas, sino que también sensores, contramedidas, *Data-Link*, equipos de comunicaciones y navegación, etc. También, es muy posible que ya existan sistemas o equipos con niveles de integración menor o *Stand-Alone*.

Es interesante tener presente que uno de los principios de la guerra AA es categórico respecto del mando y control:

...es requisito esencial que el control debe ser centralizado, pero la ejecución descentralizada, lograda a través de una dinámica delegación de funciones tácticas hasta el nivel más bajo posible... el control por veto es un aspecto cardinal de este principio... el control centralizado está limitado a la planificación y la supervisión de su

ejecución. (*Ministry of Defense, 2003*)  
(traducción del autor).

La historia nos indica que nuestra Armada se desarrollará incorporando buques usados y, en muchas oportunidades, reemplazando sistemas obsoletos. Hay empresas extranjeras que pueden ser integradoras, aún de sistemas de armas que no les sean propios, pero siempre existirán riesgos generados por la propiedad de la solución, su mantenimiento, modernizaciones y los futuros procesos de integración que puedan requerirse.

Si se considera que el SMC existente en un buque elegido para recibir un nuevo sistema de armas tiene una vida útil restante similar a la de la plataforma, aparece como la solución más fácil mantener el SMC, integrando el nuevo sistema en forma parcial, tal como se mencionara anteriormente. En un caso así, resulta altamente conveniente que el sistema AA que se incorpore tenga un alto nivel de autonomía, de tal manera que requiera el mínimo de información desde el buque.

## El futuro

La defensa AA a largas distancias sigue siendo motivo de preocupación permanente en todas las marinas desarrolladas, aunque para ellos, parte importante de la solución es la aviación de combate embarcada. Sin embargo, dados los rápidos avances de la tecnología, muy probablemente no esté lejana la fecha en que veamos a los aviones y a los misiles inteligentes reemplazados por UAV de combate dirigidos con el apoyo de aeronaves capaces de controlar el espacio aéreo hasta cientos de millas de la fuerza.

## Conclusión

Es indispensable contar con capacidad de defensa aérea de área en una fuerza de tarea y, dado el estado del arte de la tecnología en sistemas AA, debería contemplar la capacidad de actuar cooperativamente al menos entre las unidades que lo posean. No en vano, uno de mis comandantes escribió en algún momento: "la defensa AA de área no debe ser vista como un lujo, sino como una necesidad de supervivencia..."

\* \* \*

## BIBLIOGRAFÍA

1. [https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_de\\_combate\\_Aegis](https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_combate_Aegis)
2. <https://www.ixarm.com/article48802> Ficha técnica
3. [https://www.iai.co.il/.../SystemMissileandSpace\\_MBTMissiles](https://www.iai.co.il/.../SystemMissileandSpace_MBTMissiles)
4. Ministry of Defense, UK (2003), Joint Warfare Publications, Joint Air Defence.
5. Ministry of Defense, United Kingdom (2014), Future Character of Conflict.
6. Joint Chiefs of Staff (CJCS), Joint Publication 3-01, USA (Abril 2017), Countering Air and Missile Threats.
7. Ministry of Defense, UK (2010), Joint Warfare Publications, Joint Force Protection.