

ESPAÑA Y EL EUROPEAN PHASED ADAPTIVE APPROACH

Yago FERNÁNDEZ NOVO



José Enrique POOLE BENAVENTE



Óscar PEÑA RODRÍGUEZ



Introducción



A tecnología BMD, o *Ballistic Missile Defense* por sus siglas en inglés, es un asunto de gran actualidad. Durante la última década ha sido un punto de fricción en las relaciones exteriores de países como Rusia, Estados Unidos y la Unión Europea. Se trata de un sistema de defensa integral que permite la neutralización de misiles de trayectoria balística, los cuales suelen llevar armamento nuclear en su interior.

El nacimiento de estos sistemas de defensa surge a finales de la Segunda Guerra Mundial, tras la aparición del primer misil balístico de la historia, el V-2 alemán (National Air and Space Museum, Winter & Neufeld, 2000). A partir de ese instante, y auspiciado por el desarrollo de la Guerra Fría entre el bloque soviético y el norteamericano, los sistemas de defensa contra misiles balísticos adquieren una precisión cada vez más exacta. Sin embargo, en el año 1972 algo cambia. Debido a la ratificación del Tratado SALT (Strategic Arms Limitation Talks), el desarrollo de los sistemas BMD queda frenado de seco ante la prohibición de desarrollar estos sistemas y limitar la instalación de no más de cien estaciones de seguimiento e interceptación para proteger las capitales de ambos bloques. La capacidad BMD naval, aérea y espacial también fue restringida y se prohibió la instalación de sistemas de alerta temprana fuera de la URSS y de los Estados Unidos .

Como consecuencia de los ataques del 11 de septiembre del año 2001, el presidente de los Estados Unidos George W. Bush puso fin a la pertenencia

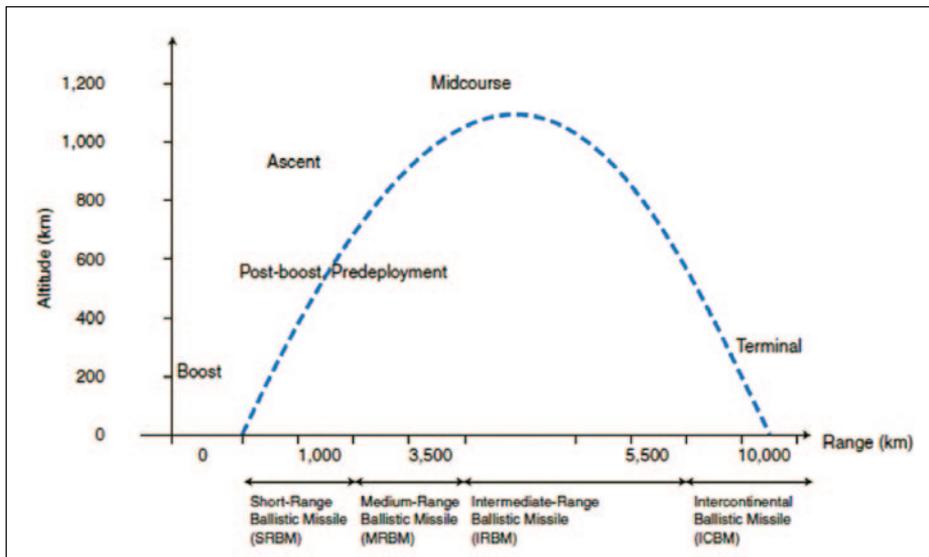
norteamericana en el Tratado en el año 2002. Las causas de esta salida eran que limitaba, entre otras cosas, el desarrollo de un sistema BMD contra misiles operados por entes no-nacionales, como pudiesen ser organizaciones terroristas. Además, no permitía desarrollar defensas antimisiles contra países como Corea del Norte (Goure, 2012).

A partir de ese instante, surgen una gran cantidad de proyectos para el desarrollo de nuevos interceptores. Sin embargo, ninguno de ellos se finaliza con éxito debido a los altos costes de desarrollo de las nuevas tecnologías necesarias para su puesta en marcha.

Ya con la administración del presidente Barack Obama en el poder, se decide comenzar a desarrollar un nuevo proyecto de BMD pero, en este caso, con tecnología ya probada. Este sistema se basaría en interceptores situados en tierra y mar que empleasen el sistema de combate Aegis para el seguimiento y guía de los interceptores SM-3. Esta iniciativa recibiría el nombre de EPAA o European Phased Adaptive Approach y buscaría la defensa de territorio europeo de amenazas provenientes de Oriente Próximo.

Funcionamiento del sistema BMD del EPAA

La trayectoria de un misil balístico se puede dividir en tres etapas. La primera se denomina *boost* o fase de impulso. En ella el misil emplea su motor cohete



Trayectoria de un misil balístico /Mak. Sense Ballist. Missile Defense, 2012



Interceptores BMD (Missile Defense Official Helps Pentagon Celebrate Engineers Week
US Department of Defense. Defense Department News, n. d.)

para comenzar su trayectoria. La segunda etapa se le conoce como *midcourse* o fase intermedia. El misil o su cabeza de guerra se encuentra en el vacío del espacio llevando a cabo una trayectoria balística. Por último, se tiene la fase terminal, en la que la cabeza de guerra vuelve a entrar en la atmósfera y cae en su objetivo.

Para cada una de las fases del vuelo del misil balístico, hay una solución técnica que permite su interceptación. Comenzando por la fase inicial o de impulso, el objetivo es destruir el misil en los momentos posteriores al lanzamiento. Para ello es necesario emplear interceptores cinéticos o de armas láser. El misil durante esta fase es muy frágil y una pequeña cantidad de energía será suficiente para desviarlo o destruirlo (Lewis, 2017). Se trata de defensas muy efectivas que permiten la destrucción de todas las cabezas de combate que pueda llevar instalado el misil. Sin embargo, son técnicamente muy complejos de diseñar y su efectividad está en entredicho. Además, deben estar situados cerca de los lugares de lanzamiento debido a su corto alcance.

En cuanto a la fase terminal, en la actualidad existen numerosos tipos de interceptores que pueden trabajar en el ambiente atmosférico. Entre ellos, destacan el sistema Patriot, en su versión PAC-2 y PAC-3; el sistema naval Aegis con

los misiles SM-6; los interceptores israelíes Iron Dome y Arrow System, etc. Estos emplean un radar para la búsqueda de la cabeza de combate y para la guía del misil interceptor hasta el blanco. En la mayoría de los casos, el interceptor está equipado con una cabeza explosiva (a excepción del Patriot PAC-3 que emplea una cabeza cinética) (Lewis, 2017). Su empleo es a nivel táctico y permiten cubrir pequeñas áreas de operaciones con una cobertura regional. Pueden constituir una línea de defensa secundaria tras la interceptación en fase intermedia o como medio GBAD (*Ground Based Air Defense*). Uno de los hándicaps en su uso es el empleo de señuelos en las cabezas de los misiles balísticos, por los cuales pueden modificar su trayectoria de forma sencilla y que esta sea casi aleatoria, imposible de predecir (*Making Sense of Ballistic Missile Defense*, 2012).

Finalmente, los sistemas de defensa de la fase intermedia operan en las capas altas de la atmósfera. Emplean interceptores cinéticos con guía infrarroja para destruir al objetivo. Pueden cubrir grandes áreas geográficas, pero son vulnerables al empleo de contramedidas o señuelos. Los principales sistemas actualmente en funcionamiento son el Ground-Based Midcourse Defense o GMD y el de la US Navy SM-3 Aegis BMD.

Escenarios de actuación del EPAA

El objetivo estratégico del EPAA es el establecimiento de una disuasión regional contra naciones que hayan adquirido (recientemente o la vayan a adquirir en el futuro) la capacidad nuclear. Entre estas naciones se encuentran Corea del Norte o Irán. Sin embargo, desde la salida de Estados Unidos del tratado ABM, los gobiernos ruso y chino se han mostrado en contra del desarrollo y despliegue de un nuevo sistema BMD.

En el ámbito europeo, es Rusia el país que más ha mostrado su rechazo a la implementación del sistema de defensa de misiles balísticos (Roberts, 2014). Entre sus argumentos, destaca el hecho de que este sistema puede eliminar *de facto* la disuasión de un segundo ataque (*second strike*), en caso de una guerra nuclear.

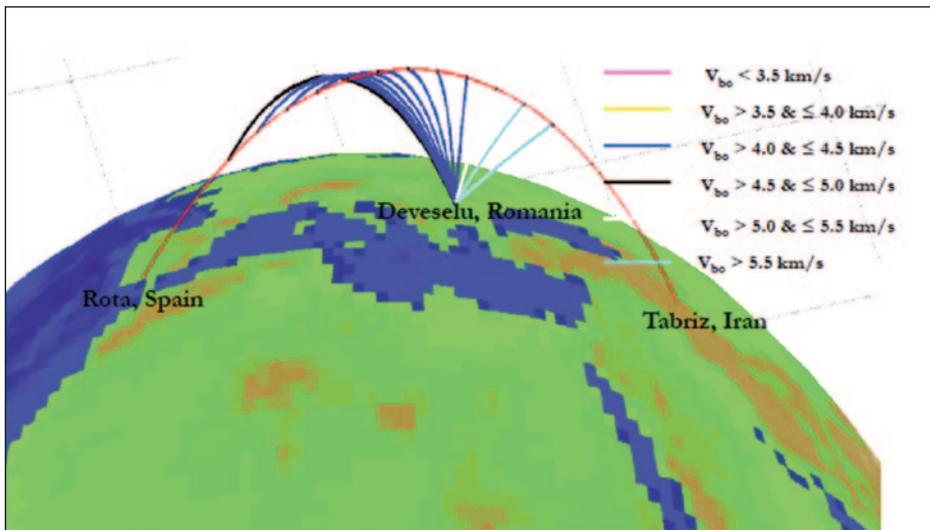
La OTAN argumenta que el sistema BMD desplegado no es capaz de contrarrestar el sistema de contramedidas de los misiles rusos, como son su capacidad de un ataque de saturación, la maniobrabilidad del sistema durante la reentrada en la atmósfera o su resiliencia (Roberts, 2014). En definitiva, el EPAA no es capaz de contrarrestar la disuasión de un ataque nuclear en represalia.

Tras la invasión de Crimea, Rusia está reforzando sus fuerzas armadas con el fin de poder hacer frente a las capacidades de la OTAN que ve más peligrosas. Por ello, entre otras cosas, ha desarrollado la nueva familia de misiles balísticos Iskander, así como un innumerable número de diseños de misiles de crucero hipersónicos. Actualmente, las defensas de la OTAN no están preparadas para

poder reaccionar ante tales amenazas. No se espera que el sistema BMD las pueda hacer frente en el futuro.

El núcleo del EPAA lo constituyen cuatro destructores Aegis interceptadores basados en Rota, (en el futuro ampliado por dos destructores más). Además, se disponen de sistemas de seguimiento en tierra en Matlya (Turquía), Deveselu (Rumanía) y Redzikowo (Polonia). Estas estaciones de seguimiento se basan en la versión terrestre del radar Aegis SPY-1. A esto se le suma una estación de interceptación en Deveselu y la futura implementación de otra en Redzikowo (Sankaran, 2015).

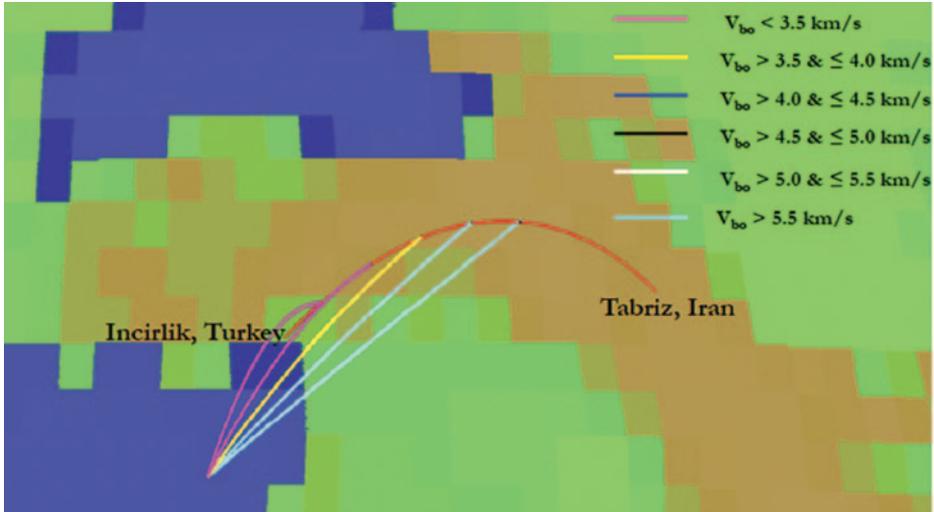
En cuanto a su capacidad, a continuación, se van a presentar modelos de empleo del sistema EPAA ante un ataque de misiles balísticos procedentes de Irán.



Escenario de ataque a Rota, España. (Sankaran, 2015)

En este caso, el seguimiento se realiza desde el radar terrestre instalado en Deveselu (Rumanía). Para interceptar el misil se emplea el SM-3 Block IB empleando los interceptores situados en la misma base que el radar de seguimiento. En este caso, se aprecia que con el rango de $V_{bo} = 3,5 \text{ Km/s}$ que poseen los misiles del bloque IB no sería posible llevar a cabo la interceptación. Por ello, es necesario emplear los SM-3 Block IIA con una $V_{bo} = 4,5 \text{ Km/s}$.

Otro escenario, empleando medios navales para su neutralización, sería el siguiente ataque contra la base de la OTAN de Incirlik (Turquía). El ataque se producirá desde Tabriz (Irán). Se dispone de un interceptor Aegis con



Trayectoria balística del misil iraní. (Sankaran, 2015)

Approved for Public Release: 11-MDA-4487 (1 Dec 11)

Aegis BMD SM-3 Evolution

Spiral Development with Incremental Capability Improvements

Aegis BMD

	SM-3 Bik I/A	SM-3 Bik IB	SM-3 Bik IIA	SM-3 Bik IIB
	<ul style="list-style-type: none"> • Kinetic Warhead (KW) <ul style="list-style-type: none"> - 1-Color Seeker - Pulsed Solid Divert / Attitude Control System (SDACS) 	<ul style="list-style-type: none"> • KW <ul style="list-style-type: none"> - 2-Color Seeker - Throttleable Divert / Attitude Control System (TDACS) 	<ul style="list-style-type: none"> • Large Diameter KW <ul style="list-style-type: none"> - 21" Clamshell Nosecone - 2 Color Seeker - High Divert DACS - Increased Operating Time 	<ul style="list-style-type: none"> • Lightweight KV (Notional) 
2 nd and 3 rd Stage	<ul style="list-style-type: none"> • 13.5" Propulsion 	<ul style="list-style-type: none"> • 13.5" Propulsion 	<ul style="list-style-type: none"> • 21" Propulsion <ul style="list-style-type: none"> - Increased Missile Vbo 	<ul style="list-style-type: none"> • New U.S. Developed 27" Propulsion • High Performance Liquid Upper Stage 
1 st Stage	<ul style="list-style-type: none"> • MK 41 Vertical Launch System (VLS) • MK 72 Booster 	<ul style="list-style-type: none"> • MK 41 VLS • MK 72 Booster (Potential Range Safety Mods for Aegis Ashore) 	<ul style="list-style-type: none"> • MK 41 VLS • MK 72 Booster 	<ul style="list-style-type: none"> • Modified MK 41 VLS • Large Diameter Booster 
	<p>Deployed Since 2004 PAA Phase I</p>	<p>First Flight 2011 PAA Phase II</p>	<p>First Flight 2015 PAA Phase III</p>	<p>2020 Deploy Land-Based PAA Phase IV</p>

Approved for Public Release: 11-MDA-4487 (1 Dec 11)

AB20110CC002
Aegis BMD The Way Ahead, IWS Conf., 6 Dec 2011 Slide 4

Evolución de la implementación del EPAA a lo largo de sus fases. (Hicks *et al.*, n. d.)

capacidad BMD en el estrecho de Siria. Los misiles interceptores son el SM-3 Block IA.

En la primera figura de la página anterior la trayectoria del misil Shahab-3 aparece en color rojo. El resto de las líneas muestran las velocidades necesarias para interceptar el misil con un tiempo de retraso de cien segundos. Citar que en la simulación de este escenario se asume que se dispone de información perfecta en el seguimiento del misil; que la trayectoria que describe este y los interceptores es la de mínima energía y que el Shahab-3 no dispone de contramedidas (Sankaran, 2015). En este caso sí sería posible la interceptación con los misiles disponibles actualmente.

El plan inicial del EPAA era implementar el sistema de defensa en cuatro fases. En la actualidad, se encuentra inmerso en la capacitación operativa de la fase III con la instalación y prueba de los misiles SM-3 Bloque IIA, que presentan un mayor alcance y unas mejores capacidades de interceptación contra misiles balísticos más rápidos y más maniobrables. Inicialmente, estaba previsto que en el año 2020 entrase el bloque IV en servicio. Sin embargo, debido a los retrasos del programa, está previsto aún el comienzo de sus pruebas operativas a lo largo de la próxima década. Este misil solo podrá ser instalado inicialmente en los *Aegis Shore Base* debido a que aumenta su diámetro, no siendo apto para instalarse a bordo de los buques Aegis existentes en la actualidad.

España y el EPAA

En la actualidad, España es un socio indispensable dentro del funcionamiento operativo del European Phased Adaptive Approach. Entre sus cometidos, se encuentra el albergar cuatro destructores de la clase *Arleigh Burke* en la Base Naval de Rota como elementos desplegados dentro del sistema.

España posee la capacidad de seguimiento de misiles balísticos en fase intermedia y terminal gracias al sistema de combate Aegis instalado en las plataformas de la clase *Álvaro de Bazán*. Además, en el futuro, los radares SPY-7(V)2 serán instalados en los cinco buques de la clase *Bonifaz*. Dicho radar es similar al que emplearán países como Japón para la defensa contra misiles balísticos.

Asimismo, gracias al funcionamiento del sistema Patriot PAC-2 del Ejército de Tierra, se dispone de una limitada capacidad de defensa contra misiles balísticos en fase terminal. Esta defensa podrá ser incrementada con la actualización del citado sistema de armas a la versión PAC-3.

La *F-100* y sus capacidades BMD

Las fragatas de la clase *Álvaro de Bazán* forman parte de la 31.^a Escuadrilla de Superficie. Con un total de cinco unidades, las fragatas *F-100* son buques

con capacidad multimisión entre las que destacan la defensa aérea como escoltas de unidades valiosas y la defensa del espacio aéreo nacional en su conjunto, a través de otras unidades navales y de los medios de los Ejércitos del Aire y del Espacio, así como el de Tierra. Estas capacidades se llevan a cabo gracias a los sistemas de comunicaciones, y a su sistema de combate Aegis de origen norteamericano.

Este sistema está diseñado para proporcionar una respuesta rápida y con gran potencia de fuego ante múltiples amenazas. Tiene un diseño capaz de reducir las interacciones de los operadores gracias a su alto grado de automatización (incluso sin necesidad de intervención humana). Con ello se consigue reducir enormemente los tiempos de respuesta ante las amenazas aéreas, detectando y neutralizando aviones, así como misiles lanzados desde el aire, superficie o plataformas terrestres.

Está formado por diferentes subsistemas, entre los que destacan el radar SPY-1D, el sistema de mando y control y el sistema de armas (Lockheed Martin, 2010). El radar SPY-1D (primera serie) y SPY-1D(V) (segunda serie) es un radar multifunción con antenas de arrays complementarios que proporcionan una cobertura de 360°. Busca, detecta y realiza seguimiento de blancos con gran precisión en una distancia de hasta doscientas cincuenta y seis (256) millas náuticas de alcance siendo, por tanto, el principal sensor para la defensa antimisil. Esto lo consigue gracias a una gran potencia de transmisión y una gran capacidad de proceso y seguimiento de multitud de blancos, pudiendo

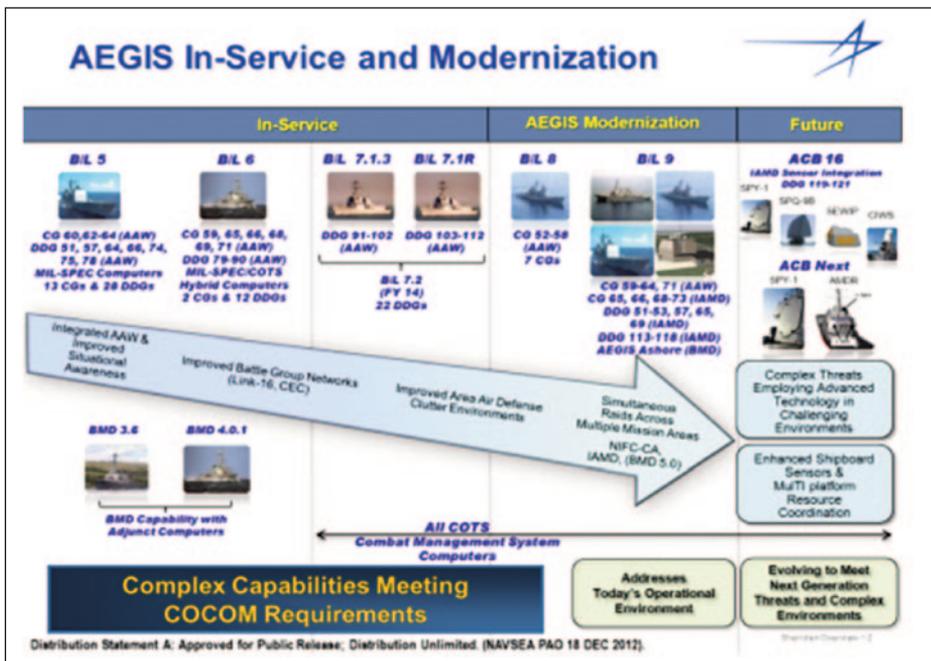


Lanzamiento de un misil desde una fragata *F-100*. (Foto: Armada)

incluso operar en ambientes electromagnéticos densos (*Naval Sea Systems Command*, 2008).

Actualmente las fragatas *F-100* tienen capacidad para llevar a cabo ciertas operaciones BMD. Sin embargo, el sistema se encuentra limitado para el seguimiento de los blancos. Tampoco se dispone del armamento para poder neutralizar este tipo de amenaza. La mayoría de los componentes físicos del sistema de combate (*hardware*) están capacitados para ejecutar las capacidades BMD. Sin embargo, la actual Baseline (BL) del sistema de combate (*software*), así como los misiles actuales (SM-2, ESSM) no son aptos para explotar las capacidades BMD.

En cuanto a la búsqueda y seguimiento de blancos aéreos por parte del SPY-1D, de la primera serie de fragatas y SPY-1D (V) de la *F-105*, la versión actual de las BL, aunque no tiene restricciones en cuanto a seguimiento de blancos aéreos, sí que se encuentra limitada por la velocidad de los blancos. El sistema es capaz de detectar un blanco y realizar el seguimiento de su trayectoria siempre que la velocidad sea inferior a decena de Mach. Si por encima de una determinada altitud, el blanco supera esa velocidad, automáticamente es considerado como un blanco falso y es eliminado del sistema.



Evolución del sistema de combate Aegis. (Lockheed Martin, 2010)

La versión actual de la Baseline es la S2 para las fragatas de la primera serie y la S3 para la *F-105*. Estas versiones se corresponden con las baseline 6.4 y 8.0 norteamericanas respectivamente. Para poder llevar a cabo misiones BMD, es necesario realizar una actualización a los programas de los principales subsistemas del sistema de combate: C&D, ADS, SPY, WCS. Además, para poder afrontar con garantías las operaciones BMD es necesaria la adquisición de misiles SM-6 o SM-3 Bloque I/IA, Bloque IB o SM-3 Bloque IIA, los cuales son compatibles con el sistema de lanzamiento vertical de misiles instalados en las fragatas *F-100*.

El corazón del sistema de interceptación del EPAA es el misil interceptador Standard SM-3. Se trata de un misil cuya cabeza de combate es cinética y que permite la destrucción del objetivo debido al impacto contra este a gran velocidad. Esta técnica se denomina *hit-to-kill* y se puede asemejar con destruir una bala con otra bala (Raytheon Missiles & Defense, 2021).

Se trata de un misil que puede presentar hasta tres etapas para alcanzar altas velocidades. Tiene un alcance operacional superior a las 200 millas náuticas y un techo operacional de más de 528.000 pies.

Para poder disponer de las máximas capacidades en las operaciones BMD habría que realizar una actualización al programa del radar SPY, añadiéndole el SPY-Patch (actualización necesaria para eliminar las restricciones de búsqueda del radar). En cuanto al sistema de armas, sería necesaria la adquisición de los misiles anteriormente reseñados.

Con todas estas capacidades, las fragatas *F-100* podrían afrontar operaciones BMD realizando detección, seguimiento y enfrentamiento de misiles balísticos. Para ello, ante un posible ataque, en primer lugar, se desplegaría a una de las fragatas en la zona de operaciones que se determine. Un ejemplo sería situar a una fragata en el mar Mediterráneo para defensa ante un posible ataque a España. En este caso, se recibiría la información de la posición del misil amenaza en tiempo real mediante un sistema de intercambio de información táctica (LINK-16) provista por el sistema radárico que esté efectuando seguimiento del misil en su trayectoria hacia su objetivo. Si durante las fases de impulso y *midcourse* no se pudiera derribar el misil, y conociendo la trayectoria del mismo, la fragata estaría posicionada para detectar el misil en su fase final o terminal y derribarlo al recibir, a través de los sistemas de mando y control con los que cuenta el buque, la orden para ejecutar esta acción y efectuar el lanzamiento de los misiles que interceptarían la amenaza.

El futuro. La *F-110*

La Armada se encuentra en el proceso de diseño y construcción de cinco fragatas de nueva generación con el objetivo de sustituir a los seis buques de escolta de la clase *Santa María*. En el documento de *Objetivo de Capacidades*

Militares del 2013-2016 se recoge la necesidad de esta sustitución dentro de la capacidad de Acción Naval (Defensa, 2021). Estas fragatas se denominarán de la clase *Bonifaz* y llevarán sus numerales desde la *F-III* hasta la *F-115*.

Entre las principales capacidades de esta plataforma naval se encuentra el sistema de combate SCOMBA al cual se le han añadido los componentes Aegis para el segmento de misiles AAW. Esto incluye la integración de un radar AESA en Banda S, denominado por la nomenclatura estadounidense como SPY-7(V)2, y de los misiles Standard SM-2 para defensa de área, así como los Evolved Sea Sparrow (ESSM) para defensa de punto (Defensa, 2021).

El radar SPY-7(V)2 nace como resultado de un desarrollo conjunto entre la empresa española Indra y la norteamericana Lockheed Martin. Se trata de un radar de estado sólido construido en nitruro de galio (GaN). Es un radar digital y construido de forma modular. Tendrá capacidad multifunción y multitarea (Indra, 2021). Entre sus capacidades de diseño inicial de este radar están la defensa antimisiles y BMD (Lockheed Martin, 2020).

La versión 1 de este radar o SPY-7(V)1, fue designada oficialmente por el Gobierno de los Estados Unidos en noviembre de 2019 (Newswire, 2019). Actualmente se encuentra instalada en pruebas como sistema de seguimiento de misiles balísticos en Alaska. La versión (V) 2, designada oficialmente en el año 2020 será la que sea instalada a bordo de las fragatas de la clase *Bonifaz*.

El radar SPY-7 es un radar modular cuyas características pueden ser modificadas en función de los requisitos del cliente. En el caso de los Estados Unidos y Japón, su finalidad será la de la defensa BMD, ya sea en instalaciones en tierra como marítimas. En el caso de España, las funciones principales a desarrollar por el SPY-7 (V)2 son:

- Defensa propia AAW, a través de la detección y enfrentamiento de múltiples misiles antibuque.
- Defensa de área AAW limitada, con la capacidad de detección y seguimiento de blancos aéreos rápidos y a bajo vuelo.
- Exploración de superficie para la detección e identificación de blancos de pequeño tamaño.
- Capacidad de fuego de apoyo para la detección y seguimiento de proyectiles enemigos.
- Exploración aérea en un área superior a las 250 millas.

En cuanto al armamento de estas fragatas, su defensa AAW estará basada en el SM-2 y en el ESSM. No está prevista la adquisición del SM-3 para enfrentamiento *midcourse* BMD ni el SM-6 para el enfrentamiento terminal. Sin embargo, dispondrá del lanzador vertical de misiles Mk-41 con dieciséis celdas, capaz de albergar los misiles de la familia SM-3 hasta el Bloque IIA.

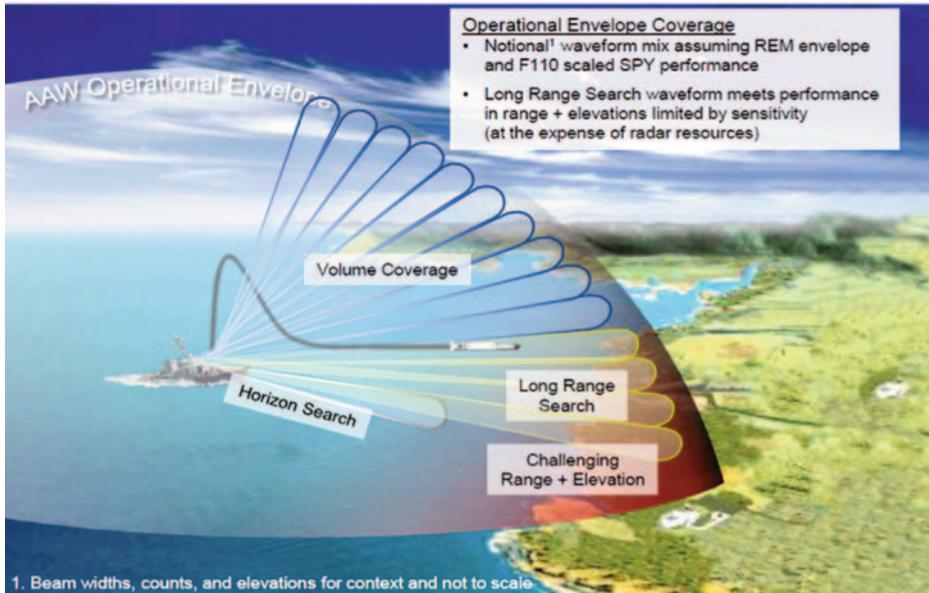


Diagrama de las capacidades del SPY-7 (V)2. (Tagliavia, 2020)

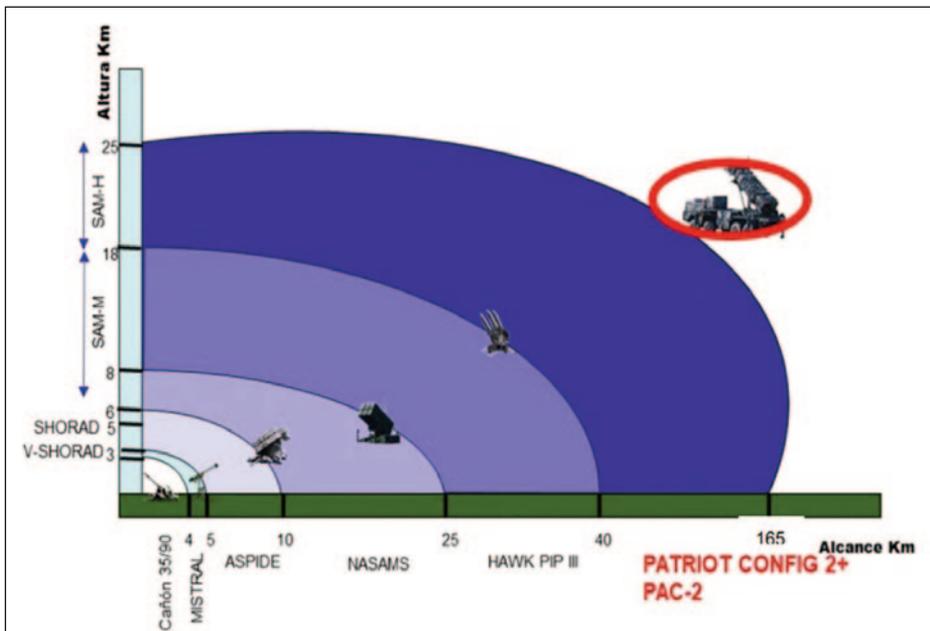
Sistema Patriot

El sistema Patriot consiste en un sistema móvil de Defensa Aérea de diseño y fabricación estadounidense (Raytheon y Lockheed Martin), con posibilidad de actuar tanto a corto como largo alcance; desde muy baja hasta alta altitud y con capacidad todo tiempo. Utiliza misiles guiados capaces de enfrentar y destruir múltiples objetivos tales como misiles balísticos tácticos (TBM), objetivos de pequeña sección equivalente radar (LRCS), misiles de crucero (CM) y objetivos convencionales (aviones de última generación y helicópteros, ABT), en un ambiente de contramedidas electrónicas. Debido a sus características, este sistema ha demostrado ser uno de los sistemas de defensa aérea más capaces del mundo.

En España, el Ejército de Tierra dispone del sistema Patriot PAC-2 cuya misión principal es la de ser un sistema GBAD de largo alcance para hacer frente a amenazas de misiles balísticos y de crucero. Entre las principales características del sistema Patriot PAC-2 destacan:

- La automatización del combate: consta de un modo de combate completamente automático en el que la tripulación únicamente supervisa y realiza las correcciones pertinentes.

- EPM: en acciones contra SOJ, utiliza el procedimiento *Virtual Targets*, con el que proporciona al misil un punto de interceptación en el espacio en un ambiente ECM.
- Enfrentamiento múltiple: el sistema es capaz de realizar el seguimiento más de un centenar de trazas y de guiar varios misiles a la vez.
- Comprobación del estado de operatividad: mediante la continua monitorización del sistema, indica al operador los fallos detectados de forma que este los pueda solventar.
- Multifuncionalidad del radar: el radar 3D del que dispone el sistema puede configurarse en dos modos de búsqueda: modo ABT, con alcance radar teórico de 175 km (se han llegado a detectar trazas a más de 300), y modo ABT/TBM, en el que se reduce el alcance en distancia horizontal para aumentar el alcance en altitud, ganando efectividad en el enfrentamiento contra misiles balísticos. En cualquiera de los dos el radar realiza las funciones de vigilancia, seguimiento, identificación (IFF) y guiado de hasta nueve misiles, todo esto conservando capacidad EPM en todo momento.
- Alcance: en la configuración PAC-2 el misil tiene un alcance de 165 km y un techo máximo de 24.



Alcance de los sistemas antiaéreos españoles. (Regimiento de Artillería Antiaérea N.º 73, 2010)

En cuanto a su capacidad de operar en el ámbito conjunto, hasta tres baterías pueden ser integradas en el Sistema de Defensa Aéreo en un grupo Patriot, a través de una ICC. La ICC posee la capacidad de enlace de datos en Link-11B y Link-16, que se necesitan para esta integración. Por tanto, un grupo Patriot estaría formado por una ICC con su EPU, un AMG y un CG; hasta tres baterías con sus equipos de comunicaciones, y grupos de redireccionamiento de los enlaces de comunicaciones formados por un AMG y un CRG cada uno.

La versión de la que dispone actualmente el Ejército de Tierra no cubre totalmente con los requerimientos necesarios de un sistema de interceptación de misiles balísticos modernos en fase final. Para ello sería necesario su actualización a la configuración PAC-3. Esta actualización supone un gran cambio del sistema tanto en software como en el *hardware*, y se divide en tres configuraciones. En la Configuración 1 se aumentan las capacidades de detección y seguimiento del radar, al que se le añadió otra TWT aumentando en gran medida su potencia de transmisión; se mejora la espoleta y se incorpora en el misil un *seeker* activo en banda K. En la Configuración 2 se instala el *software* PDB 4, mejorando el radar en funciones de detección de blancos LRCS y en cuanto a capacidad contra ARM y aeronaves portadoras de ARM. En la Configuración 3 se realiza la actualización al *software* PDB 5, que añade la capacidad de enlace con el sistema antiaéreo THAAD (*Terminal High Altitude Area Defense*); se incluye un nuevo sistema de guiado denominado GEM+ (*Guided Enhanced Missile Plus*), que mejora las capacidades de enfrentamiento contra aeronaves, misiles de crucero y misiles balísticos. Además, se aumenta la distancia de despliegue de los lanzadores a 30 km. Cabe destacar la utilización del misil PAC-3, el MIM-104F, más pequeño que los anteriores (cuatro en cada canasta en lugar de uno), más maniobrable y basado en la técnica *Hit-To-Kill*, es decir, en el impacto directo con el blanco (como se explicó anteriormente), que aumenta notablemente la efectividad en el combate contra misiles balísticos.

Conclusiones

El sistema antimisiles balísticos EPAA se encuentra en su fase operativa inicial. Sus instalaciones en tierra y mar se encuentran alistadas desde hace más de un lustro. Numerosas patrullas BMD han sido llevadas a cabo por los destructores norteamericanos basados en Rota. Sin embargo, se ha comprobado a través de los diferentes escenarios contemplados, que es necesario continuar con el desarrollo de nuevos misiles interceptores, como el SM-3 Block IIB, con el fin de obtener una defensa en profundidad a través de numerosas capas. Esto permitirá al EPAA operar de forma modular a través de superposición de los sectores operacionales de cada uno de los sistemas.

La contribución española a la defensa BMD durante todo este tiempo ha sido la ayuda al mantenimiento de los destructores interceptadores a través de

contratos a empresas españolas como Navantia. Además, se han colaborado en algunas patrullas BMD con las fragatas de la clase *F-100*, actuando estas como unidades de defensa aérea de los destructores. Actualmente, esta escolta ya no es necesaria gracias a la evolución de las *baselines* del sistema de combate de los buques norteamericanos, permitiendo operar al radar SPY-1D tanto en modo BMD como AAW.

En cuanto a las capacidades actuales de las Fuerzas Armadas españolas, queda demostrado que se disponen de unas plataformas con capacidades BMD muy limitadas.

En el caso de las fragatas *F-100*, sería necesaria la instalación de una nueva versión del sistema de combate. Además, es necesario la instalación de un parche en el *software* del radar aéreo para así poder eliminar su techo de búsqueda. Conjuntamente, sería necesario adquirir el misil SM-3 para una interceptación *midcourse* o intermedia, así como el misil SM-6 y el SM-2 Block IV para una interceptación en fase final.

Las fragatas *F-110* no presentarán capacidades BMD. Su radar SPY-7(V)2 es una evolución del sistema que emplean los norteamericanos y japoneses para el seguimiento de misiles balísticos. Sin embargo, las características del radar a implantar en los buques españoles no permitirían el seguimiento de estos proyectiles. En el caso de los misiles interceptores, al emplear el mismo tipo de lanzador de misiles que las fragatas de la clase *F-100*, presentarían las mismas necesidades de adquisición.

Los sistemas de defensa antimisil Patriot PAC-2 Plus del Ejército de Tierra son los únicos sistemas actualmente dentro de las FF. AA. que presentan capacidades BMD (contra misiles balísticos tácticos). Permiten la interceptación de misiles balísticos en fase terminal. Se trata de un sistema probado durante la Guerra del Golfo y la Guerra de Irak. Su evolución al estándar PAC-3 parece una solución adecuada para mejorar sus capacidades de defensa contra sistemas de ataque modernos.

Agradecimientos

Por último, los autores de este trabajo debemos dar las gracias al capitán de corbeta José Luis Porto Romalde. Con su labor docente, sus conocimientos y su experiencia, ha permitido la realización de este artículo. Gracias a su guía, hemos podido realizar este estudio con rigor, aportando conocimientos técnicos y extrayendo conclusiones de forma objetiva.

BIBLIOGRAFÍA

- GONZÁLEZ, M., & CUÉ, E., C. (2022, 28 junio): «Biden y Sánchez pactan ampliar en un 50 por 100 los destructores en la base de Rota». *El País*, <https://elpais.com/internacional/2022-06-28/biden-pedira-a-sanchez-ampliar-en-un-50-los- destructores-en-la-base-de-rota.html#?rel=mas>
- HICKS, B., GALDORISI, G., & TRUVER, S. C. (n. d.): *The Aegis BMD Global Enterprise: A «High End» Maritime Partnership*, <https://doi.org/10.2307/26397308>
- KORDA, M., & KRISTENSEN, H. M. (2019): «US ballistic missile defenses», 2019. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 75(6), pp. 295–306, <https://doi.org/10.1080/00963402.2019.1680055>
- LEWIS, G. N. (2017): «Ballistic missile defense effectiveness». *AIP Conference Proceedings*, 1898, <https://doi.org/10.1063/1.5009222>
- Lockheed Martin (2010): *Aegis Combat System Capabilities and Limitations Spanish F-100 Frigates*. «Making Sense of Ballistic Missile Defense» (2012). National Academies Press, <https://doi.org/10.17226/13189>
- McMAHAN, C. C., & Tsyppin, M. (2009): *Russia and NATO missile defense: the European phased adaptive approach experience, 2009-2017. Missile Defense Official Helps Pentagon Celebrate Engineers Week*. *US Defense Department News*, (n. d.). Consultado 29 noviembre 2021, <https://www.defense.gov/News/News-Stories/Article/Article/1091907/missile-defense-official-helps-pentagon-celebrate-engineers-week/>
- Regimiento de Artillería Antiaérea N.º 73 (2010). *Unidad Didáctica Sistema Patriot*. Ed. Ministerio de Defensa.
- SANKARAN, J. (2015): «The United States' European Phased Adaptive Approach Missile Defense System Defending Against Iranian Threats Without Diluting the Russian Deterrent». www.rand.org/t/RR957
- TAGLIAVIA, V. (2020): *SPY-7 Radar System Technical Baseline*.
- WINTER, F. H.; NEUFELD, M. J. (2000): *V-2 Missile*. National Air and Space Museum (n. d.). Consultado 11 noviembre 2021, https://airandspace.si.edu/collection-objects/v-2-missile/nasm_A19600342000