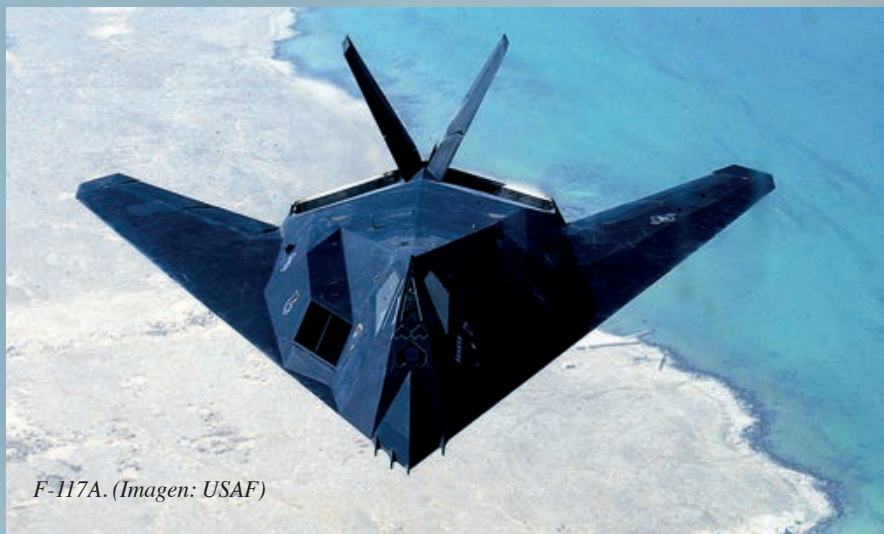


La generación *Stealth* (parte 1)

JAVIER SANCHEZ-HORNEROS PÉREZ
Ingeniero de análisis de ensayos en vuelo

Tímidamente en sus orígenes y contundentemente en la actualidad, la aviación ha demostrado ser un arma decisiva en el desarrollo de los conflictos armados que se han venido sucediendo hasta el momento actual. Desde los inicios, las capacidades de la aviación de combate se habían basado tradicionalmente en un desarrollo tecnológico enfocado al incremento de factores puramente físicos, tanto tradicionales (velocidad, techo de servicio, maniobrabilidad entre muchos otros) como ligados a capacidades ofensivas/defensivas (cada vez más ligados a los diversos equipos de aviónica y al

state of the art del momento), hasta que, a finales del Siglo XX, las miradas se centraron en una tecnología



F-35 durante una demostración realizando una maniobra de máximo rendimiento (Imagen: USAF)

F-117A. (Imagen: USAF)

revolucionaria como respuesta a la amenaza emergente representada por los SAMs (*surface air missiles*), cada vez más presente y letal, que imposibilitaba adentrarse lo suficiente en el espacio aéreo enemigo para desarrollar cualquier tipo de misión: la tecnología *stealth* (también llamada furtiva), decisiva en la Guerra del Golfo de 1990, consiguiendo los aviones F-117, los primeros diseñados expresamente con esta capacidad, penetrar en el espacio aéreo iraquí, caracterizado por poseer una más que densa red de defensas antiaérea, realizando misiones de bombardeo estratégico desde el primer día de operaciones con total éxito.

La entrada en servicio tanto del bombardero B-2 Spirit como del F-22 Raptor prevista a comienzos del siglo XXI, junto con el inicio del programa *Joint Strike Fighter* (JSF) así como la fuerte inversión realizada por Estados Unidos en el desarrollo de UAVs (*Unmanned Air Vehicle*) en los años 1990 y que originó tanto el RQ-1 Predator (entrada en servicio en julio de 1995 y retirado en 2018) como



RQ-3 DarkStar. (Imagen: USAF).

la sensación de que, ese futuro que se nos había presentado a través de libros y películas de ciencia ficción, estaba más cerca que nunca. Tal es así que, en el año 2001, la USAF declaró públicamente que en adelante, su estrategia en cuanto a la doctrina de poder aéreo se basaría tanto en la adquisición de aviones de combate de quinta generación como de UAVs destinados a misiones de reconocimiento y de ataque profundo, con la intención de que hacia 2010, un ter-

LA SITUACIÓN ACTUAL

Sin embargo, el transcurso de estos casi 20 años desde el final del siglo anterior, demostró que las cosas no podían haber transcurrido de forma más diferente de la que organismos, fuerzas aéreas y contratistas de defensa de la época pudieron estimar, citando entre otros factores el nuevo escenario mundial surgido tras los atentados del 11 de septiembre de 2001 y las consecuencias de la fuerte crisis económica mundial sufrida en el año 2008.

A grandes rasgos y de forma algo vaga, estas dos décadas han supuesto una potenciación e implementación de continuas mejoras en los actuales activos de diversas fuerzas aéreas en todo el mundo, considerando como tales tanto las puntuales (en forma de incorporación de nuevos sistemas y equipos), como las actualizaciones de media vida (MLU, *Mid Life Update*), e incluso paquetes de mejoras completos que les doten de forma paulatina tanto de capacidades inicialmente proyectadas, que no pudieron implementarse en su momento por diversas cuestiones, como avanzadas, siendo claros exponentes de este caso, por citar un

el RQ-3 DarkStar (de diseño furtivo y de costes sensiblemente superiores al primero, suponiendo por ello su cancelación) no hacía sino aumentar

el tamaño de la flota destinada a estas misiones estuviera compuesta por estos últimos

F-22 a plena postcombustión. (Imagen: USAF)



ejemplo, los *Phase Enhancements* que están planificados para el programa Eurofighter, algunos de los cuales ya se han implementado, con pleno éxito.

El momento histórico actual está dibujando un nuevo escenario político, en el que la hegemonía de Estados Unidos como superpotencia está viéndose amenazada tanto por la cada vez más prominente China como por el aparente resurgir de Rusia, equipando sus distintas armas con activos de diseño y fabricación propios de última generación, más concretamente, y en lo que respecta al arma de aviación, desarrollando e incorporando al servicio

según su capacidad y nivel de madurez tecnológico, aviones de la llamada quinta generación, término acuñado en la década de 1990 inicialmente con fines propagandísticos/comerciales y que definía a un avión furtivo (*stealth*) y capaz de desarrollar tanto capacidad supercrucero como poseer supermaniobrabilidad. La entrada en servicio del J-20 chino y la reciente reanudación de la producción del Su-57 ruso, así como el enorme avance en términos de sistemas de búsqueda y seguimiento de objetivos y de guerra electrónica, está demostrando la obsolescencia a nivel mundial

de ciertos activos que forman parte del arsenal de diversas fuerzas aéreas, la mayoría diseñados en la década de 1970. Por ello, en la actualidad, el objetivo es, o bien la adquisición de un avión de quinta generación ya existente o bien encauzar los esfuerzos en el desarrollo a medio plazo de uno propio, todo ello mientras la sexta generación da sus primeros pasos en el momento de escribir estas líneas, alternativa a la que cada vez más países están optando, con el obvio objetivo de la adquisición de una tecnología, en términos completos, *State of the Art*.



supercrucero, con una capacidad de detección y agilidad sin parangón en la época, y dotado de unas características de baja observabilidad que a día de hoy siguen sin precedente, estas fueron las cualidades que, en el momento histórico de su concepción, le convirtieron en el avión de supremacía aérea por excelencia. La situación, trece años después de su entrada en servicio, no ha podido ser más distinta. Las causas son no solo el cierre de la línea de producción del F-22 y la adquisición de un número de aviones ciertamente inferior a las estimaciones más favorables, sino también la fuerte especialización de este avión, algo que no tiene cabida en los actuales escenarios bélico en los que está inmerso Estados Unidos y que favorecen la operación de aviones de combate «convencionales», con capacidad multimisión y dotados de los más modernos sistemas de búsqueda y seguimiento de objetivos, con costes operaciones muy inferiores. Sin embargo, la creciente escalada de tensiones con otros países, en los que destaca China y su cada vez más consolidada posición como superpotencia, así como la reanudación por parte de Rusia de prácticas propias de la Guerra Fría (vuelos de aviones Tu-95H y Tu-142 sobre el espacio aéreo de Hawái y Alaska), han servido para reconsiderar el papel del F-22 en el futuro.

Excepto ejercicios nacionales e internacionales, en los que por motivos obvios el F-22 no ha operado al 100% de sus capacidades (esto es, con todos sus sistemas y características plenamente operativas), el Raptor (oficialmente) ha sido desplegado en Siria, en donde operando en el marco de la campaña Inherent Resolve, ha proporcionado una conciencia situacional completa los aviones y fuerzas de la coalición, gracias a su capacidad de penetración profunda en el espacio aéreo enemigo, recolección de datos a través de sus múltiples sensores, y envío a estaciones especializadas en forma de datos encriptados (en el F-22 no está integrado en la actualidad, el standard Link 16, únicamente un receptor). Pese a que Inherent Resolve ha demostrado las capacidades furtivas del F-22 en un territorio hostil, esta misión no es, sin duda, su principal ni para la que realmente fue

diseñado, muy al contrario: estos últimos años han visto una reducción de la disponibilidad del Raptor, llegando a disminuir a hasta el 49% en el año 2017, por lo que, dada la importancia del F-22 en el marco de la defensa y superioridad aérea estadounidense, el secretario de Defensa James Mattis en septiembre 2018 puso como objetivo lograr una disponibilidad del 80% para el año 2019, objetivo nada fácil de alcanzar, dada la reducción de personal de mantenimiento cualificado para el F-22 y la indisponibilidad de piezas de repuesto, piezas que en la actualidad los fabricantes originales no son capaces de proporcionar, lo que obliga, si la pieza afectada se encuentra en la superficie aerodinámica, a ser retirada de la misma para duplicarla, acción que implica actuar sobre las cubiertas de materiales RAM (Radar Absorbent Materials) y ensamblajes/ajustes de distintas secciones vitales para proporcionar las características de baja observabilidad del avión, impactando a su vez en los costes de mantenimiento y disponibilidad. Con el objetivo de disminuir este balance operacional negativo, la Oficina del Programa F-22 ha puesto en marcha una serie de mejoras, entre las que se incluyen la adopción de prácticas comerciales en el desarrollo y adquisición de software tanto operacional como logístico. A finales de 2019, se estima que se incorporen nuevas capacidades, entre las que destacan la integración en la red Link 16, IFF Modo 5 y mejoras en las capacidades de guerra electrónica sin especificar, a los que se suman un incremento de las capacidades tanto aire-aire (AIM-120D y AIM-9X) como aire-suelo de la mano de la integración de bombas de pequeño diámetro (SDB, Small Diameter Bomb) en el marco del paquete de mejora Increment 3.2B, a los que se sumarán, según algunas informaciones, la integración en el radar de capacidades SAR (Synthetic Aperture Radar).

Por su parte, el desarrollo del F-35 no ha estado exento de problemas y sobrecostes que han trascendido públicamente, lo que ha retrasado algunos años el alcanzar la capacidad inicial operativa (IOC) de algunas de sus variantes, así como la

En este conjunto de tres reseñas, repasaremos tanto la situación actual de los programas de aviones de combate de quinta generación existentes, como los de sexta generación emergentes en la actualidad.

LA TECNOLOGÍA ESTADOUNIDENSE. LOS F-22 Y F-35

El F-22 Raptor ha sido el avión que marcó desde un principio el camino a seguir en el diseño y características de los aviones de combate del futuro. Rápido gracias su capacidad

F-35A. (Imagen: USAF)



F-35B. (Imagen: USMC).



F-35C. (Imagen: US Navy)



evaluación y comprobación operacional inicial (IOT&E), necesaria para completar la transición de producción inicial de baja cadencia a producción completa, en la que se está viendo inmersa en la actualidad la USAF para su F-35A desde diciembre de 2018. Pese que el programa está alcanzando hitos como los mencionados correctamente, lo cierto es que el avión está demostrando tener asociados unos costes operacionales y de sostenibilidad elevados, a los que se junta la dificultad de disponer de piezas de repuesto (factor ligado a la necesidad de disponer de ellas para la fabricación de nuevos aviones, dado no solo el cliente nacional sino también, el internacional), lo que impacta en la tasa de disponibilidad operacional. Sin embargo, estos problemas están en vías de ser solucionados, fruto principalmente de la experiencia operativa obtenida con la variante B, operada por el Cuerpo de Marines (USMC) desde su obtención de la IOC en el año 2016, lo que está ayudando a desarrollar tácticas que enfatizan las capacidades proporcionadas por los diferentes sistemas de los que consta el avión, así como sus características de interoperabilidad con otras ramas de sus Fuerzas Armadas. Precisamente, esta experiencia está ayudando a pulir algunos defectos con el ALIS (*Autonomic Logistic Information System*), cuyas versiones mejoradas se esperan que reduzcan el número de falsas anomalías registradas y mejore el nivel de mantenimiento predictivo, se lanzarán a finales del año 2019. En cuanto a la variante «C», diseñada para el empleo en portaviones y dotada de alas de mayor envergadura que las otras variantes con capacidad de plegado, únicamente dos clientes serán sus usuarios, el USMC y la propia US Navy. El F-35C alcanzó la fase IOC el 28 de febrero de 2019 con el *software* Block 3F, siendo el primer escuadrón operacional el VFA-147 Argonauts.

El F-35, a diferencia del F-22 no dispone de capacidad supercruceiro ni supermaniobrabilidad, no estando como el anterior optimizado para un rol aire/aire puro, aunque las últimas informaciones disponibles al respecto sugieren una alta capacidad en este

campo, con tasas de derribos en ejercicios y combates simulados del orden 20:1 según información pública tras el último Red Flag. En cambio, gracias al conjunto, complejidad y nivel de integración bajo el concepto *Sensor Fusion* de los sensores con los que cuenta, es capaz de presentar al piloto un mapa completo del campo de batalla, proporcionándole una conciencia situacional sin parangón, siendo capaz de enviar toda la información necesaria a las unidades aliadas mediante datalink, actuando por lo tanto como plataforma ISR (*Intelligence, Surveillance, Reconnaissance*) de forma pasiva sin comprometer sus capacidades en la misión que esté llevando a cabo.

El F-35 es el programa de mayor envergadura actualmente en marcha, con una cartera de pedidos estimada en más de 3200 aviones, números que representan más del 45 % del mercado.

El final de su vida en servicio se estima, ocurrirá hacia 2070.

RUSIA. EL SU-57

Rusia, tras unos años inciertos tras el colapso de la Unión Soviética y protagonizados por una fuerte recesión económica, desde la década del 2000 ha estado rearmando paulatinamente a sus fuerzas armadas, potenciando concretamente su arma de aviación:

- Maximizando las capacidades de sus actuales activos, en forma de actualizaciones.

- Desarrollando nuevas variantes avanzadas, tal y como sucede con la familia Flanker y en concreto más recientemente, con el Su-35, del que globalmente hablando, se puede decir que únicamente comparte y salvando ciertos puntos, similitudes físicas con el Su-27 original.

- Desarrollando nuevo armamento, tal y como fue presentado el jueves 1 de marzo de 2018 durante el mensaje anual ante el Parlamento ruso por el presidente de la Federación Rusa, Vladimir Putin, enfocadas a superar,

según sus declaraciones, el escudo antimisiles estadounidense.

Pero sin duda, el punto más interesante es el que respecta a sus nuevos diseños, dotados de capacidades avanzadas, siendo el máximo protagonista en la actualidad el Su-57, fruto del desarrollo del prototipo T-50 de la misma forma que lo fue el Su-27 del T-10. El Su-57 dispone de capacidad supercruzera y supermaniobrabilidad; concretamente en este último punto va un paso más allá de la demostrada por el F-22, estando dotado tanto de toberas con empuje vectoriales como de extensiones en el borde de ataque de control de vórtices (*LEVCONs, Leading Edge Vortex Controllers*) lo que le permite, junto a su diseño aerodinámico y sistema de control de vuelo, realizar maniobras espectaculares, manteniéndose siempre pese su vistuosidad dentro de los límites de su envoltorio de vuelo.

Todos los sistemas y sensores del Su-57 están comunicados entre sí, logrando un cierto nivel *sensor fusión*





Vista trasera-lateral del Su-57. (Imagen: VVS)

cuyo alcance solo puede ser estimado. Es este punto, sus sistemas de búsqueda y seguimiento de objetivos se dividen principalmente en dos grupos: un sistema electro-óptico 101KS-V, y la *suite* radio-electrónica Sh121, que engloba la *suite* radar N036 y el sistema de guerra electrónica L402. La suite N036 Byelka está formada por un total de 5 radares AESA (Active Electronically Scanned Array), operando tres de ellos en la banda X y otros dos en la banda L (lo que le proporciona una ventaja significativa en la detección de blancos aéreos con cierta/total capacidad *stealth*, en cuanto el diseño aerodinámico de

estos están optimizados precisamente para evitar la detección por radares funcionales en banda X, es decir, prácticamente la totalidad de los actuales), proporcionando una cobertura total de ± 135 grados respecto del eje del avión. A su vez la ventaja del sistema Sh121 es que, aun disponiendo de su propio conjunto de antenas, cuando opera en las mismas bandas de funcionamiento que la del N036, usa los *arrays* de éste. Por su parte, el sistema 101KS-V está formado por la torreta electro-óptica propiamente dicha, cuatro sensores ultravioleta adicionales (que operando como sensores MAW (*Missile*

Approach Warning), proporcionan una cobertura esférica alrededor del avión frente a cualquier misil disparado contra el avión) y dos sensores 101KS-O, que se estima, otorgan funciones DIRCM (*Directional Infra Red Counter Measures*). Pods adicionales, que incrementen las capacidades del Su-57, están ya en desarrollo, como el pod de navegación y puntería 101KS-N, que vendrá a complementar al ya presente e integrado en el propio avión 101KS-P destinado a funciones *Low Level Flight* y de ayudas a la toma final. La panoplia de armamento parece cubrir prácticamente la totalidad del armamento ruso actual,



desde las últimas versiones del misil aire-aire de guiado activo K-77M hasta municiones aire-suelo tanto de caída libre como de diversos tipos de guiado, siendo llevado tanto en bahías internas de armamento como en pilones externos, estos últimos, cuando no se requiere un componente furtivo elevado en el desarrollo de una misión.

Las capacidades actuales del Su-57 fueron probadas en el transcurso de 10 misiones de combate real llevadas a cabo en Siria en febrero de 2018, eso sí, sin equipar los deflectores laterales característicos del avión, lo que permitió a cualquier sistema de *surveillance* estimar la sección transversal de radar

del avión en ese momento y condiciones, sección que ha de esperarse por tanto, no sea representativa de la real.

Sin embargo, y pese a todas estas capacidades «sobre el papel», su producción en masa, en los números que inicialmente se manejaban (60 aviones para el año 2020 y 150-160 para 2025) se vio fuertemente mermada en el verano de 2018 (únicamente se firmó la adquisición de dos Su-57 por parte del viceministro de Defensa de la Federación Rusa, Aleksey Krivoruchko), tras la retirada del único socio hasta el momento, India (cuyo objetivo era adquirir una versión biplaza derivada del T-50), del programa,

eliminando con ello de la ecuación una importante fuente de ingresos. Entre las razones que pudieron llevar a esta situación, es posible que, además de la complejidad y costes inherentes a la fabricación de un avión con todas las características enunciadas anteriormente, Rusia determinase que sus capacidades actuales, incluyendo las *stealth*) son insuficientes de las que cabrían esperar de un avión de estas características. A tales efectos, si bien la sección frontal del avión presenta un cierto grado de furtividad, la sección posterior claramente deja mucho que desear, predominando a simple vista sendas toberas de los reactores Saturn AL-41F-, siendo fácilmente detectables para cualquier radar actual a distancias considerables. Por ello, si el conjunto de hipótesis anteriores son acertadas en su mayoría, es fácilmente entendible porqué parece que la política actual rusa sea en líneas generales seguir apostando mayoritariamente por sus actuales activos, entre los que destaca el magnífico Su-35, antes que adquirir una deuda por un avión que pese a haberse demostrado soberbio, no cumple al 100 % con sus expectativas. Pese a ello, en el mismo momento en el que se anunció la adquisición de esos únicamente dos aviones, el ministro manifestó sus expectativas de que una versión mejorada, o Block 2, viera la luz hacia el año 2023. Una de las principales mejoras esperadas es la adopción de los nuevos Saturn Izdeliye 30 que se estiman, sean un 18 % más eficaces que los actuales, lo que transmitidos a efectos y valores de empuje, se incrementaría de los 32000 libras actuales a las 37 500, gracias a su compresor de ocho etapas y sección única de turbina y al menor peso (1450 kg frente a los 1600 del motor actual). Pese a todos estos cambios, en el verano de 2019, se reanudó oficialmente la producción del avión por 76 aviones, sin concretar si estarían basados en el anteriormente mencionado Block 2.

El avión ha sido nuevamente ofrecido tanto a India como a Turquía durante el MAKS 2019, en este último caso siendo mostrado directamente por Vladimir Putin al presidente turco Recep Erdogan.



*Prototipo del AMCA hacia 2014.
(Imagen: Aeronautical Development Agency).*

INDIA. ADVANCED MEDIUM COMBAT AIRCRAFT (AMCA)

La Fuerza Aérea india es una de las pocas en el mundo en la que equipamiento occidental y oriental comparten espacio, disponiendo desde los avanzados Sukhoi Su-30MKI, sus puntas de lanza, hasta Mirage 2000, pasando por Mikoyan Gurevich MiG-27 y SEPECAT Jaguar, así como diseños indígenas como el HAL (Hindustan Aeronautics Limited) Tejas.

Hasta abril del año 2018, India formó parte del desarrollo del T-50 a través del binomio Sukhoi/HAL, con el objetivo de adquirir un total de 214 aparatos –según información de 2012– biplaza derivados del prototipo T-50 denominado FGFA, *fifth generation fighter aircraft* (avión caza de quinta generación), cuya principales diferencias conocidas hasta el momento con respecto al Su-57 ruso

era tanto poseer una configuración biplaza (requerimiento que posiblemente, se debiera a la gran y exitosa experiencia acumulada en el empleo de los Su-30MKI en ejercicios tanto nacionales como internacionales) como equipar el misil BVR Astra autóctono, con un alcance operacional estimado entre 50-70 millas en actitud *head-on*.

No obstante, el desarrollo y resultados obtenidos según evolucionaba el programa, fue dejando entrever que India manifestaba, de manera pública, las mismas dudas que Rusia: altos costes de desarrollo y operacionales previstos y lo realmente preocupante: una capacidad furtiva cada más limitada. A estos factores se les sumó una posibilidad más: en la actualidad, HAL, conjuntamente con la ADA (*Aeronautical Development Agency*) se encuentran embarcados paralelamente en el desarrollo de un caza indígena de quinta generación, conocido

como HAL AMCA (*Advanced Medium Combat Aircraft*), en donde ADA, organización ligada al Ministerio de Defensa Indio e involucrada actualmente en diversos diseños y desarrollos aeroespaciales, está encargada del diseño, siendo HAL el contratista principal encargado del montaje final. Teóricamente, el avión incorporaría todo aquello esperable actualmente en un avión de estas características: capacidad de supermanobrabilidad y supercrucero, furtiva (con todo lo que ello implica, algo a primera vista implícito dado, una vez, su fuerte parecido con los F-22 y F-35 norteamericanos) y sistemas de búsqueda y seguimiento de objetivos de última generación, la mayoría de ellos de origen nacional.

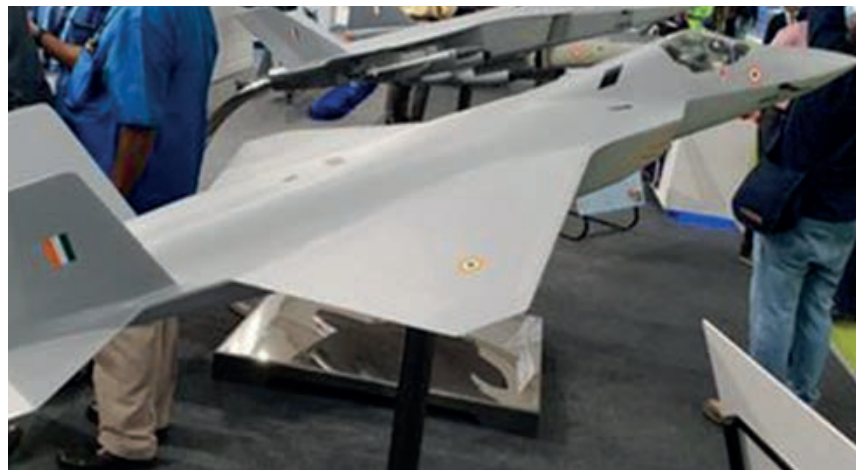
En líneas generales, actualmente el avión no deja de ser un concepto cuyos primeros modelos a escala llevan exhibiéndose desde hace aproximadamente



unos cuatro años, principalmente en ferias aeronáuticas; son estos modelos los que revelaron soluciones similares a las de los Raptor y Lightning II estadounidenses, con un diseño basado en el concepto planform alignment y sendas derivas verticales dispuestas de canto. Llama la atención que, a diferencia de las soluciones adoptadas por modelos más recientes de otros fabricantes, prescindiría inicialmente de difusores de admisión basados en el concepto DSI, asemejándose según las mejores estimaciones más a las del F-22. Inicialmente, la planta de empuje iba a estar compuesta, o bien por sendos General Electric F404 o bien por el Eurojet EJ200, aunque conforme evolucionaba el programa, fueron cobrando fuerza los rumores iniciales de que la motorización final estaría constituida por sendos motores nacionales, denominados Kaveri, encargados de

proporcionar los 110 kN de empuje y la velocidad máxima de Mach 2.5 que la ADA ha considerado para su avión (aunque desde un punto de vista más realista, estaría en torno al Mach 2.0).

Prototipos del AMCA presentados en la Expo de Defensa de 2018. (Imagen: Vishal Karpe)



El AMCA estaría dotado de un radar AESA basado en la tecnología GaN (nitruro de galio) un sensorIRST (Infra Red Search and Tracking) de funcionalidad similar al EOTS (Electro Optical Tracking System) del F-35 y un sistema de guerra electrónica plenamente integrado dotado de MAW (Missile Approach Warning) y DIRCM (Direct InfraRed Counter Measure).

En abril de 2018, durante la Expo de Defensa llevada a cabo en Chennai, TamilNadu, se presentaron sendos modelos a diferente escala del AMCA, uno en configuración *stealth*, y otro con misiles en sus pilones de armamento. En ambos casos, los modelos presentaban algunas diferencias con respecto a conceptos anteriores, estando basados en la llamada configuración 3B-09, siendo esta el último refinamiento con respecto a la inicial 3B-01. Lo más llamativo, a simple vista y dada la perspectiva de la imagen, es un cambio en la sección alar, de estilo trapezoidal, así como una forma del *cockpit* similar a la del F-35. Si esta se confirma como la última y definitiva versión del AMCA, será en la que se basen sendos demostradores tecnológicos en los que se probaran las diferentes soluciones para el AMCA, llamados NGTD (*Next Generation Technology Demonstrator*).

Respecto a la fecha del primer vuelo, no hay un consenso definitivo: en general, se realice entre 2025-2035, una franja de tiempo bastante extensa que podría estar relacionada con la resolución de los factores descritos anteriormente. ■