

# Análisis de la Industria Aeroespacial y de Defensa



México  
Aeroespacial.

México, Noviembre 2018

Realización y producción: José Antonio Quevedo

Fotografía

José Antonio Quevedo

Ihuitl Maldonado

Fuerza Aérea Mexicana

Secretaría de la Defensa nacional

Secretaría de Marina

ISBN:

Registro Público del Derecho de Autor:

Depósito legal en trámite

Hecho en México 2018

Autor y editor: José Antonio Quevedo Carmona

Correo Electrónico:

admin@mexicoaeroespacial.com.mx

Corrección de estilo:

Diseño Gráfico: Itzel García Mendoza

Primera Edición México 2018

***Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida, total o parcialmente, ni registrada o transmitida por cualquier sistema de recuperación de información, ni por ningún medio o método, sin la autorización por escrito del editor. La información aquí señalada no representa en ningún momento el punto de vista de la Secretaría de la Defensa Nacional, Fuerza Aérea Mexicana o la Secretaría de Marina***

# **INDICE**

## **Presentación**

### **1.- Introducción**

### **2.- Situación y Prospectiva de la Industria Aeroespacial en México.**

### **3.- La Industria de Defensa en México**

### **4.- Estado de Fuerza. México**

## Presentación

La industria aeroespacial y de defensa ha demostrado que es posible incrementar el nivel de productividad de cualquier país, convirtiéndose en una de las industrias más productivas. Si a esto sumamos que el sector requiere un alto nivel de contenido tecnológico, estamos entonces ante una industria que exige contar con cuadros capacitados para enfrentar los retos de la misma.

Es así que parte del reto es dirigir correctamente al capital humano para generar una proveeduría nacional alrededor de las empresas aeroespaciales y de defensa creando una cadena de alto valor agregado que permitirá un desarrollo sostenible a través de la generación de empleos bien remunerados.

Esta publicación quiere ser un factor de convergencia de los esfuerzos de la industria y un catálogo de los principales actores, factores y circunstancias que se dan alrededor de la industria. La fecha de esta investigación abarca al 31 de diciembre de 2018. Este estudio tiene el carácter de preliminar, pues debe profundizarse en el análisis detallado de las capacidades industriales y tecnológicas estratégicas, de cada uno de los Clusters ubicados en México.

El núcleo de este estudio se basa en fuentes de información procedentes del Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial Pro-Aéreo 2.0 elaborado por la Secretaría de Economía, complementando el estudio con fuentes documentales públicas de las Secretarías de la Defensa Nacional, la Secretaría de Marina, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y Promexico. Además se consultaron memorias, boletines, monografías y reportajes que se han publicado respecto al sector.

La información relativa a la industria de defensa ha tomado como fuente de información principal el informe elaborado por el Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI), relativo a las principales empresas mundiales de la industria de defensa.

# 1.- Introducción

El estudio sobre el sector de la industria aeroespacial y de defensa en México, ha sido realizado, para facilitar un mejor conocimiento de un sector que aporta un volumen de negocio y empleo al conjunto de la industria mexicana, gracias al valor añadido de su alto contenido tecnológico, siendo su objetivo fundamental proporcionar información de uso público acerca de la situación y evolución de la industria aeroespacial mexicana y el subsector de la defensa.

Es de destacar que de acuerdo con diversos análisis existe una correlación positiva, entre el nivel de desarrollo general de un país y el grado de importancia de su industria de defensa y la tecnología militar, que tiene un efecto multiplicador en la economía y en otros sectores manufactureros.

En el mundo actual una de las industrias más dinámicas y con mayor crecimiento es la aeroespacial. De acuerdo con la Asociación Internacional de Transporte Aéreo, en el 2016, hubo 3 mil 600 millones de viajes en avión, creciendo la industria del transporte aéreo un 5.3% por año, en promedio. En ese sentido el servicio de carga internacional creció 3% por año hasta alcanzar las 34.5 millones de toneladas en 2016.

Para 2032 se espera que la flota de aviones, tanto de pasajeros como de carga con capacidad de diez toneladas, será de 36 mil 556 aeronaves, lo que implica un aumento significativo si se considera que actualmente existen cerca de 18 mil naves en servicio comercial.

Las aeronaves de pasajeros con un solo pasillo, comúnmente utilizadas por las aerolíneas, representan el segmento más grande de las nuevas órdenes y en los próximos 20 años se esperan 20 mil 240 entregas de este tipo de aeronaves. Para el mismo periodo, se proyecta que la demanda de aviones de doble pasillo ascenderá a 6 mil 780 nuevas órdenes, mientras que las de carga incrementarán a 500.

En suma, el mercado aeroespacial y de defensa en todo el mundo estará creciendo a una tasa anual de 5% en los últimos tres años. Estos datos suponen para la industria aeroespacial un mercado creciente y rentable, que incluye tanto a los fabricantes de aeronaves, materiales y componentes, así como para los desarrolladores de tecnología y centros de investigación. No obstante, las industrias

del sector enfrentan importantes retos en varios frentes: en su competitividad, en su cadena de proveeduría, en la necesidad de extender sus operaciones y en la búsqueda de certidumbre macroeconómica. Al mismo tiempo, los clientes de estas compañías buscan mejoras constantes en desarrollo tecnológico, en tiempos de entrega y en precio.

En el período de enero de 2009 a marzo de 2015, México se ubicó en el tercer lugar a nivel mundial en recibir proyectos de Inversión Extranjera Directa (IED) de la industria aeroespacial, sólo detrás de Estados Unidos y Reino Unido.

México se encuentra en el séptimo lugar a nivel mundial en la captación de proyectos de IED con 449, después de los Estados Unidos con 1,627, Reino Unido con 939, Alemania con 766, según datos de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (CNUCYD o UNCTAD, por sus siglas en inglés) sobre los flujos oficiales de IED en el 2017.

En México, el sector aeroespacial ha mostrado un avance de más de 15% por año según datos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), crecimiento impulsado por la presencia de importantes grupos aeronáuticos internacionales, que están ubicados en al menos 18 estados del país.

Cabe señalar que México se posiciona como el séptimo proveedor de la industria aeroespacial en los Estados Unidos, por lo que el panorama parece positivo a pesar de los fenómenos macroeconómicos que podrían generar incertidumbre en los mercados.

En el 2017, el número de proyectos de IED en el mundo disminuyó en un 1.1% a 13,200. India fue reemplazada por Estados Unidos como el país mejor clasificado para recibir IED por inversión de capital, además tuvo la clasificación más alta para IED por cantidad de proyectos.

En tanto, Europa occidental fue la principal región de destino de IED en 2017 por número de proyectos, con 4,208 y Asia-Pacífico recibió la mayor cantidad de inversión de capital en 2017, con 196,600 millones de dólares. En cuanto a proyectos de Inversión Extranjera Directa (IED) en el sector aeroespacial, de 2009 a 2015 Estados Unidos su mantuvo a la cabeza del ranking mundial por países, captando 121 proyectos, seguido de Reino Unido (75), México (60), China (59), India (59), Emiratos Árabes Unidos (43), Singapur (42), Canadá (35), Francia (27) y Brasil (25).

## 2.- Situación y Prospectiva de la Industria Aeroespacial en México

### La industria aeroespacial mundial

La industria aeroespacial es una de las más complejas e importantes en el mundo. La naturaleza de su contenido exige innovación tecnológica, así como capacitación permanente de recursos humanos; también requiere de una gran sensibilidad en los procesos productivos que involucran a una industria de la cual dependen vidas humanas.

Según el Plan Nacional Estratégico de la Industria Aeroespacial, la cadena de valor mundial de esta industria se divide en varios segmentos: aeronaves y sus partes; motores de aeronaves y sus partes; sistemas eléctricos-electrónicos y aviónica; mantenimiento, reparación y revisión (MRO); simuladores y entrenamiento; y espacial, misiles, armamento y otros.

Para su manufactura, los segmentos antes mencionados son enviados a diversas localidades del mundo, donde se han creado condiciones para emprender y desarrollar su producción cuyo grado de sofisticación tecnológica, se advierte en el bien final, más no necesariamente en la elaboración de pequeñas piezas aparentemente de manufactura sencilla.<sup>1</sup>

El desarrollo de la industria aeroespacial forma parte de una nueva práctica laboral, donde los países tienden a especializarse según su nivel de capital, desarrollo tecnológico, capacidad de innovación, extensión de redes productivas por el mundo y la segmentación de sus cadenas productivas de valor.

Los conglomerados más importantes de la industria aeroespacial están en los Estados Unidos, Canadá, Francia-Alemania y Brasil, con sus respectivas empresas globales Boeing que acapara 7.4% del mercado mundial; seguida de Airbus Industries, en Europa, con una participación de 6.5%; Lockheed Martin, también de Estados Unidos, con 4.9% y BAE Systems del Reino Unido con 3.8% del mercado mundial. Atrás se encuentra la brasileña Embraer y la Canadiense Bombardier.

En 2015, el valor de la producción mundial del sector aeroespacial ascendió a 582.6 mil millones de dólares. Norteamérica (incluyendo México) sigue siendo

<sup>1</sup> La industria aeroespacial en México: características y retos en Sonora; Miguel Ángel Vázquez y Carmen Bocanegra Universidad de Sonora, México.



la región con más participación con el 51.1 % de total, seguido de Europa con el 31.02 % y Asia-Pacífico con 13.93 %. Estas 3 regiones concentran el 96.05 % de la producción mundial. México se ubica como el 14° productor de la industria aeroespacial a nivel mundial, con fuerte competencia de países emergentes como Brasil, Singapur, Corea del Sur y Rusia que están por delante.<sup>2</sup>



## **Flota actual y pronósticos.**

### **Aviación comercial**

De acuerdo con un estudio elaborado por Boeing y presentado en la feria aeroespacial de Farnborough, Reino Unido en julio de 2018, se requerirán 42,730 jets comerciales nuevos, valorados en US\$6.3 billones, durante los próximos 20 años en virtud de que el creciente tráfico de pasajeros y el próximo retiro de aviones que actualmente están en servicio. La flota mundial de aviones también seguirá alimentando el crecimiento en la demanda de servicios de aviación comercial, lo que generará una oportunidad de mercado total de US\$15 billones.

<sup>2</sup> Secretaría de Economía (2017), Pro-Aéreo 2.0 Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial



El pronóstico anual de la compañía, rebautizado como Commercial Market Outlook (CMO) a fin de incluir un análisis detallado del dinámico mercado de servicios para la aviación, proyecta que el número total de aviones aumentará un 4.1 % respecto al pronóstico anterior.

Según los datos disponibles sobre la flota, en la actualidad hay más de 900 aviones de más de 25 años. A mediados de la década de 2020, más de 500 aviones al año alcanzarán los 25 años de edad (el doble de la tasa actual), lo que dará más ímpetu a retirarlos del servicio comercial. Las proyecciones indican que, incluyendo los equipos que permanecerán en servicio, la flota global esencialmente se duplicará a 48,540 aviones para el año 2037.

El segmento de un solo pasillo registrará el mayor crecimiento durante el período de pronóstico, con una demanda de 31,360 aviones nuevos, lo que representa un aumento del 6.1 % respecto al año pasado. Este mercado de US\$3.5 billones se ve impulsado en gran medida por el crecimiento sostenido de los operadores de bajo costo, la vigorosa demanda en los mercados emergentes, y la creciente demanda de reemplazo en mercados como China y el sureste asiático.

El informe señala que el segmento de aviones de cabina ancha requerirá 8,070 aviones nuevos valorados en casi US\$2.5 billones en los próximos veinte años. La demanda de aviones de cabina ancha está determinada, en parte, por una gran oleada de reemplazos que comenzará a principios de la próxima década, y la puesta en servicio, por parte de las aerolíneas, de aviones avanzados para expandir sus redes globales.

Además, Boeing proyecta que se necesitarán 980 nuevos aviones de carga de cabina ancha durante el período que abarca el pronóstico. Asimismo, se prevé que los operadores adquirirán 1,670 aviones de carga convertidos.

El enorme tamaño de la flota genera una demanda considerable y creciente de servicios de aviación, que van desde apoyo a la cadena de suministro (partes y logística de piezas), hasta servicios de mantenimiento e ingeniería, modificaciones de aeronaves, y operaciones de aerolínea. Durante los próximos 20 años, Boeing pronostica un mercado de US\$8.8 billones para los servicios de aviación comercial, con un crecimiento anual de 4.4 %.

Las principales categorías en el pronóstico de servicios incluyen el mercado de mantenimiento e ingeniería, de US\$2 mil 300 millones, que abarca las actividades



necesarias para mantener o restablecer la aeronavegabilidad de una aeronave y sus sistemas, componentes y estructuras. Otra categoría importante es el mercado correspondiente a operaciones de vuelo, de US\$1,100 millones, que abarca los servicios asociados con la cabina de pilotos, los servicios de cabina, el adiestramiento y la gestión de tripulaciones, y las operaciones de aeronaves.

En términos de la división geográfica del nuevo pronóstico, la demanda de aviones y servicios está orientada de manera similar hacia los principales mercados en crecimiento. La región de Asia Pacífico, que incluye a China, continuará en primer plano, pues representa el 42 % del total de entregas de aviones y el 38 % del valor total de los servicios. América del Norte y Europa redondean los tres primeros puestos.

Por su parte Airbus señala en su última Previsión Global del Mercado, que la flota mundial que se duplicará con creces en los próximos 20 años requerirá 49,130 pilotos más y 53,800 ingenieros nuevos de mantenimiento, lo que brinda una oportunidad para la industria aeroespacial. El crecimiento del tráfico aéreo a un ritmo del 4,4% anual en los próximos dos decenios significará que la flota de aviones se

duplicará con para llegar a 48,000 unidades, y eso supondrá la venta de 37,390 aparatos nuevos, según Airbus.

El fabricante aeronáutico europeo indica que el valor de esos aviones nuevos que tendrán que entrar en servicio entre 2018 y 2037 es de 5,8 billones de dólares.

El principal vector de crecimiento de la demanda de aviones serán los países emergentes, de donde vendrá más del 60% del crecimiento económico, que se traducirá en un aumento del 2.4% del consumo privado, ingresos disponibles más altos y por ende un aumento del 2.5% del número de vuelos por persona.

Del total de 37,390 aviones nuevos que Airbus estima que se venderán en los próximos 20 años, 10,850 vendrán a sustituir a otros que dejarán de operar y los 26,540 restantes para responder al crecimiento de la actividad.

Respecto a Latinoamérica en el 2036, la cantidad de megaciudades de la aviación a nivel mundial aumentará de 58 a 95, y las megaciudades regionales actuales -Bogotá, Buenos Aires, Lima, Ciudad de México, Santiago y São Paulo- se unirán a Cancún, Ciudad de Panamá y Río de Janeiro. Estas nueve megaciudades representarán 150,000 pasajeros de larga distancia diariamente.



### **La industria de la aviación militar en el mundo**

La aeronáutica militar ha crecido en los últimos años, si bien con cierta tendencia a la baja: un 5,8 % en 2012, un 3,2 % en 2013, un 1,9 % en 2014, un 3,8 % en 2015 y un 2,4 % en 2016. Sin embargo, en el 2017 el crecimiento de la industria aeronáutica militar mundial fue del 3 %. La tendencia decreciente se ha debido a la reducción de los gastos de defensa a nivel mundial, principalmente de Estados Unidos; se debe tener en cuenta, además, que se trata de productos de un

valor unitario muy alto. Las cancelaciones y retrasos de los principales programas de armas afectaron en los ingresos de los principales contratistas de defensa. Además, el dólar estadounidense más fuerte afectó adversamente los ingresos de las compañías con sede fuera de los Estados Unidos.

En septiembre de 2018, se conoció que el gigante aeroespacial Boeing y su socio Saab suministrarán el nuevo sistema avanzado de entrenamiento de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos (USAF) al haber ganado la evaluación entre los diferentes modelos presentados en los últimos años. La USAF tiene prevista la adquisición de hasta 475 aviones T-X y 120 simuladores para la formación de sus pilotos de caza y bombardeo, aunque por el momento está prevista la compra de 351 aviones y 46 simuladores por un importe de 9,200 millones de dólares, incluidos equipos de apoyo en tierra.

Por el momento la USAF y Boeing han firmado ya un primer pedido, valorado en 813 millones de dólares para el desarrollo de ingeniería y fabricación de cinco aviones y siete simuladores. El sistema de entrenamiento debería ser declarado operativo en 2024 y completamente operativo en 2034. En algún momento el sistema recibirá una designación como en su momento lo hicieron el T-33 y el T-38.





Las compañías aeronáuticas Boeing y Saab presentaron el nuevo diseño de la aeronave para competir en el programa para sustituir al avión entrenador T-38 el pasado 13 de septiembre de 2016, el Roll Out se llevó a cabo en Saint Louis, Missouri. El diseño es el de un monomotor con doble deriva y "asientos en tandem". Además puede ser equipado con un sistema de reabastecimiento en vuelo y dos puntos de anclaje bajo cada ala.

Desde el punto de vista de la inversión en defensa, los nuevos programas como el T-X y el resurgimiento de amenazas a la seguridad global prevé un incremento de los presupuestos de Estados Unidos en materia de defensa, así como un mayor gasto de otras potencias como Japón e India, que impulsarán probablemente el crecimiento del subsector aeronáutico de defensa a corto plazo. Los Estados Unidos continúan siendo la nación que más invierte en defensa, con un 34 % del gasto militar total del mundo.

Según Airbus, en el periodo 2016-2025, el 25 % de los programas de adquisición serán aeronaves, mientras que el 21 % se dedicará a sistemas espaciales C4I, misiles y UAV.

En los próximos diez años, las oportunidades militares incluyen aproximadamente 150 aviones de transporte pesado, 85 aviones cisterna, 750 aviones de combate y 350 aviones de misión.

### **Industria aeroespacial en México**

México se ha consolidado como un líder global en el sector aeroespacial. Ha registrado un crecimiento en las exportaciones de 17.2% anual en los últimos nueve años. Actualmente, existen 287 empresas y entidades de apoyo en el país, la mayoría de las cuales cuentan con certificaciones NADCAP (National Aerospace and Defense Contractors Accreditation Program) y AS9100. Las cuales están localizadas principalmente en cinco estados y emplean a más de 32,600 profesionales de alto valor.

Las exportaciones del sector aeroespacial mexicano alcanzaron los 5.463 mil millones de dólares en 2013. Según estimaciones del "Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial 2010-2020" coordinado por la SE, se espera que la industria tenga exportaciones de 12 mil 267 millones de dólares para 2021, con un crecimiento medio anual de 14%.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> "Programa Estratégico para la Industria Aeroespacial 2010.2020", SE; Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial (FEMIA)

México se ha consolidado como un líder global en el sector aeroespacial. El nivel de exportaciones ha registrado un crecimiento de 14.0% en promedio anual durante el período 2010-2016 y, en el último año, alcanzó un monto de 7,164 millones de dólares. Por su parte, las importaciones alcanzaron un monto de 5,898 millones de dólares, manteniendo un superávit de 1,266 millones de dólares en su balanza comercial durante 2016. La inversión extranjera directa en el sector aeroespacial acumulada en los últimos 10 años es de 2,859.9 millones de dólares.<sup>4</sup>

En una valoración general acerca de cuál es el estado que guarda la industria aeroespacial en México destacan elementos como los siguientes: es una industria nueva que en términos generales empezó a operar a principios de la década de los noventa del siglo XX, altamente compleja por la espiral tecnológica que la sustenta, la diversidad de cadenas productivas que incorpora y la demanda de técnicos y profesionistas de alta calidad en la materia, así como por la colaboración que requiere entre el sector público y el privado; estos niveles de exigencia, subyacen aun siendo una industria con bajos y diferenciados niveles de integración en los estados donde se localiza (Casalet, 2013, 2014).

La industria aeroespacial caracterizada por sustentarse en procesos productivos de muy alto valor agregado, que se pueden traducir en derramas de conoci-



<sup>4</sup> mim.promexico.gob.mx



miento (spillovers) a través de conectarse con las economías locales, en general en México se concentra, como ya se mencionó, en los niveles de manufacturas, mantenimiento y reparación.<sup>5</sup>

En 2016 se identificaron 330 unidades económicas y centros de apoyo con operaciones del sector aeroespacial, mismas que se distribuyen en 18 estados de la República Mexicana, y se estima que generan 50 mil empleos aproximadamente.<sup>6</sup>

En los últimos 10 años el número de plantas y centros de ingeniería, así como de entidades de apoyo que se han establecido en el país se ha triplicado, pasando de 109 en 2006 a 330 identificadas en 2016. Se han establecido en el país compañías de clase mundial, lo que ha permitido la formación de importantes conglomerados industriales en diversas regiones del país, principalmente en la parte norte y centro.

En términos del tipo de las operaciones aeroespaciales, la mayor parte se concentra en actividades de manufactura de partes y componentes que representa el 72.3%, seguido de ingeniería y diseño con el 13.2%, mantenimiento y reparación (MRO) 11.1% y 3.4% son entidades de apoyo como centros de desarrollo y académico vinculados al sector.<sup>7</sup>

<sup>5</sup> La industria aeroespacial en México: características y retos en Sonora; Miguel Ángel Vázquez y Carmen Bocanegra Universidad de Sonora, México.

<sup>6</sup> Secretaría de Economía (2017), Pro-Aéreo 2.0 Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial

<sup>7</sup> Secretaría de Economía (2017), Pro-Aéreo 2.0 Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial

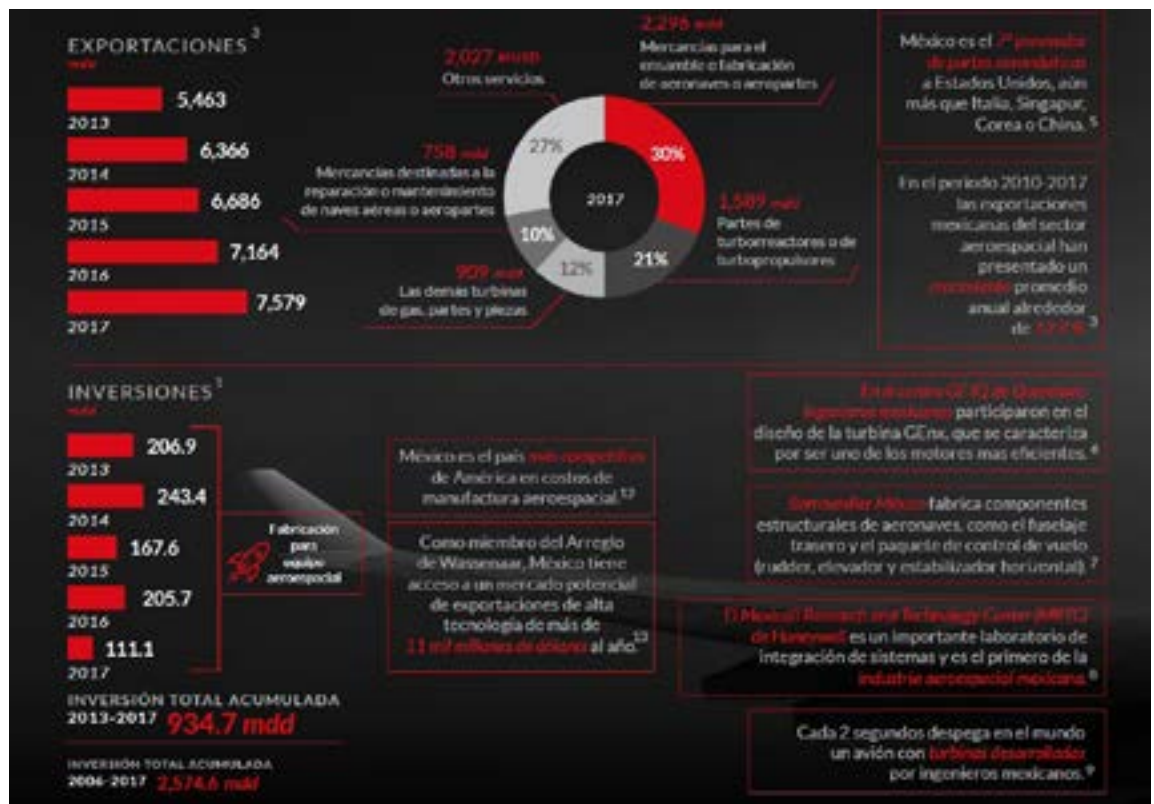


## Fortalezas del Sector Aeroespacial en México

**Costos Competitivos.** Según un estudio de KPMG, México es 15.8% más competitivo en costos, en comparación a Estados Unidos.

**Eje logístico.** Por su localización geográfica, México es el lugar en el que confluyen los dos corredores de manufactura aeroespacial más importantes de mundo, que corresponden a Norteamérica. Su acceso a los mercados asiático y europeo posiciona a México como el centro logístico y de manufactura aeroespacial de las Américas

**Experiencia.** La experiencia y éxito de México en el desarrollo de sectores como el automotriz y el eléctrico electrónico aportan una plataforma de manufactura avanzada e infraestructura, favoreciendo el desarrollo de la industria aeroespacial en el país y permitiendo la optimización de las cadenas de suministro, programas de apoyo comunes y ventajas sinérgicas.



<sup>6</sup> Secretaría de Economía (2017), Pro-Aéreo 2.0 Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial

<sup>7</sup> Secretaría de Economía (2017), Pro-Aéreo 2.0 Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial

**Confiabilidad.** El sistema de control de exportaciones mexicano fue puesto bajo evaluación por parte de los países pertenecientes al Acuerdo Wassenaar: México fue un caso sobresaliente debido a su admisión en tiempo record, aun cuando no se habían otorgado aprobaciones a nuevos miembros en los cinco años anteriores. La admisión de México dentro de este arreglo muestra el interés por parte de la comunidad internacional en el país como un destino confiable para la integración de tecnologías sensibles. Recíprocamente, la aceptación dentro de este prestigioso grupo marca el compromiso de México de permanecer siempre como un destino seguro para la producción de bienes y servicios que incluyan tanto tecnologías restringidas como bienes y servicios de uso dual.

**Innovación.** La gran cantidad de universidades y centros de investigación en el tema de manufactura avanzada y materiales favorecen el desarrollo de proyectos de innovación en el sector.

**Talento.** De acuerdo a la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), anualmente se gradúan 125 mil estudiantes de ingeniería, manufactura y construcción.

**Calidad Certificada.** México es uno de los pocos países que cuenta con un acuerdo bilateral de reconocimiento mutuo de los sistemas de certificación aeronáutica-BASA (Bilateral Aviation Safety Agreement) con la Administración Federal de Aviación de los Estados Unidos (FAA). Por su parte, las empresas han certificado sus procesos conforme a los estándares de la industria, ISO 9001, AS 9100, y NADCAP.<sup>8</sup>

México es el séptimo proveedor de productos aeronáuticos a Estados Unidos, por arriba de naciones como Italia, Israel, Singapur y Corea. Desde 2006 México se encuentra entre los 10 principales proveedores de productos aeronáuticos a Estados Unidos.

En 2015, la balanza comercial del sector aeroespacial mexicano registró un superávit de 1,033 millones de dólares.



<sup>8</sup> MIM.promexico.gob.mx

Durante los primeros cinco meses de 2015, el saldo en balanza comercial fue favorable para México, al registrar 343 millones de dólares. En los últimos ocho años, la balanza comercial de la industria aeroespacial en México ha mantenido un superávit promedio de 642 millones de dólares.

Una importante ventana de oportunidad para México proviene de la actual situación económica de los países desarrollados. Hoy en día, EE.UU. carece del capital suficiente de recursos humanos, lo cual significa que México puede ser un socio estratégico para la industria de A+D. Aún más, los recortes presupuestarios importantes ocurridos en los EE.UU., han presionado a varias empresas de este sector (en especial aquellas que obtienen contratos del Gobierno de los EE.UU.) a buscar opciones más competitivas como las ofrecidas por México.

La infraestructura global de calidad también ha desempeñado un papel muy destacado entre las condiciones favorables a la industria debido a la disponibilidad de laboratorios, unidades de certificación y presencia de las autoridades civiles aeronáuticas mexicanas. Esto facilitó la firma del acuerdo BASA (Bilateral Aviation Safety Agreement) con la Federal Aviation Administration de los EE.UU.; este acuerdo implica el reconocimiento por parte del Gobierno de los Estados Unidos de los sistemas de certificación aeronáutica y de los productos hechos en México, lo que permite el diseño y manufactura de componentes en el país, y favorece el desarrollo y fortalecimiento de la proveeduría nacional para la fabricación de piezas de esta industria.

### **Mexicali y Querétaro en el top 10 mundial de las ciudades con mejor desempeño en atracción de inversión aeroespacial**

En el ranking de "Ciudades Aeroespaciales del Futuro 2018-2019", elaborado por la unidad de inteligencia del diario británico Financial Times, Mexicali y Querétaro se ubican en el top 10 de las ciudades con mejor desempeño en atracción de inversión aeroespacial. Por su parte, Chihuahua, capital del estado del mismo nombre se sitúa dentro de las 10 primeras ciudades a nivel global en cuanto a estrategia de atracción de inversiones y competitividad de costos en esta industria.

Lo anterior se conoció dentro de las actividades que realizó la entidad mexicana Promexico en Farnborough International Airshow (FIA) 2018 en el Reino Unido, el evento aeronáutico más importante del mundo. Promexico es la agencia del gobierno mexicano para la promoción económica internacional de México, y que muestra las capacidades en manufactura avanzada mexicana a través de

la participación directa de empresas en ferias aeronáuticas de reconocido prestigio internacional.

### **Centro Nacional de Tecnologías Aeronáuticas**

El Centro Nacional de Tecnologías Aeronáuticas (Centa), invirtió 180 millones de pesos en la ampliación del edificio principal del Centa, ubicado en las inmediaciones del Aeropuerto Intercontinental de Querétaro, durante el 2018.

El proyecto general prevé tres etapas, la primera que fue inaugurada el 12 de enero, contó con una inversión estimada de 250 millones de pesos e incluía el edificio administrativo y el de laboratorios. En las dos etapas por desarrollar se edificarán dos áreas más de laboratorios y un área de posgrado. Cada etapa contemplará una inversión de entre 80 y 100 millones de pesos. Este centro es un proyecto del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), cuya finalidad es fungir como un espacio de desarrollo de tecnología e investigación para la industria aeronáutica del país.

De acuerdo con el Conacyt, la primera etapa, integra capacidades para realizar pruebas mecánicas convencionales, de fatiga y altas temperaturas, así como manufactura en materiales compuestos y taller de maquinado de herramientas. En noviembre del 2017, el Centa logró la certificación AS9100 versión D, que garantiza el cumplimiento de elementos de seguridad, trazabilidad y confianza que demanda la industria aeronáutica en sus procesos de manufactura. Algunos de los proyectos son el desarrollo de materiales para aplicaciones aeronáuticas, materiales compuestos y superaleaciones para componentes sujetos a ambientes corrosivos en conjunto con la empresa General Electric.

Uno de los proyectos más importantes es con la Fuerza Aérea Mexicana para el desarrollo de distintos proyectos ya este centro ofrece servicios a través de 70 laboratorios, en áreas como materiales avanzados, nanotecnología, óptica y electrónica, química, tratamientos especiales y superficies.

### **El Halcón 2**

Con la firma Horizontec, el Centa trabajó en transformar el fuselaje del "Halcón 1" de madera a material compuesto a base de fibra de carbono. A partir de este se está desarrollando el "Halcón 2" que a diferencia de primero que es de madera, será diseñado en materiales compuestos, que además de ser más ligero, brinde



la posibilidad de reproducirlo con las mismas condiciones con un proceso de producción de manufactura integral.

La principal innovación de la aeronave radica en la utilización de materiales compuestos para su estructura, una ingeniería mucho más avanzada y la reducción de tiempos de fabricación. El proceso de incubación de Horizontec en el Centa surgió tras observar las necesidades de tecnológicas de la empresa, así como la complementariedad que existe entre las dos partes respecto al desarrollo de procesos avanzados de fabricación.

El apoyo del Centa a la empresa Horizontec se basa en la análisis estructural, apoyo a los procesos de manufactura, modelación y simulación así como análisis de materiales para el proyecto de la aeronave Halcón 2, adicionalmente, la ubicación del Centa brindó la ventaja del acceso a pista del aeropuerto de Querétaro, para la realización de los vuelos de prueba que se realizaron en septiembre pasado convirtiéndose en el primer avión diseñado en Querétaro con mano de obra mexicana de muy alta calidad. El pasado 16 de octubre se cumplió con los 50 ciclos que exigen las autoridades para pasar de ser un prototipo experimental a una aeronave certificada.

### 3.- La Industria de Defensa en México

El impacto tanto de la Industria aeroespacial mexicana y la industria naval y militar se ha notado en el seno de las fuerzas armadas mexicanas, por ejemplo en la renovación de las flotas aéreas, que han podido acceder a mejores aeronaves, en mejores condiciones de precio y de entrega. La Secretaría de la Defensa Nacional (Sedena) y la Secretaría de Marina (Semar) en los últimos seis años destinaron un presupuesto promedio anual de 1,490 millones de pesos a sus compras de aeronaves. Al respecto, los planes sectoriales y de trabajo de la Fuerza Aérea Mexicana (FAM), se enfocaron en ese sentido, definiendo metas a corto y largo plazo respecto a doctrina aérea, adiestramiento y adquisición de aeronaves.

#### Presupuesto

El gasto de defensa de México es uno de los más bajos a nivel mundial, fluctuando en 0.5% del PIB, muy por debajo de la mayoría de países de América Latina, que oscila alrededor del 1.31%.<sup>9</sup>

El presupuesto asignado a la Defensa en los últimos años, ha sido destinado principalmente a gasto corriente y en un porcentaje menor a gasto de inversión, destacándose que su cuantía ha sido la mínima indispensable para mantener la operatividad del Ejército y Fuerza Aérea.

Las Fuerzas Armadas requieren infraestructura y pertrechos adecuados y modernos para desempeñar con eficacia las múltiples tareas que realizan. Es inaplazable considerar las necesidades más apremiantes, como son: renovar los automotores, aeronaves, equipo de comunicaciones y de inteligencia, sistemas tecnológicos, entre otros pertrechos castrenses.

La renovación y modernización de los recursos materiales tiene una justificación fundada y coherente, con el desgaste de los medios, y con las amenazas y riesgos que enfrenta el Estado.

En consecuencia, la previsión del presupuesto de la SEDENA, para que sea congruente a las necesidades de modernización de la institución, requiere tener un crecimiento sostenido y gradual, para que al término de la administración se

<sup>9</sup> Red de Seguridad y Defensa de América Latina. Atlas Comparativo de la Defensa en América Latina y Caribe, Argentina, RESDAL, 2012, pp. 132-271.

<sup>10</sup> PROGRAMA Sectorial de Defensa Nacional 2013-2018



logre alcanzar una relación del 1% con respecto al PIB; calendarizando los recursos conforme a las necesidades institucionales para el mejor cumplimiento de los objetivos de los programas presupuestarios.<sup>10</sup>

Para el año 2018, se programó un aumento con respecto al presupuesto de 2017, de 18.8% para la SEMAR y de un 16.7% para la SEDENA.

El paquete presupuestal para defensa en México fue de alrededor de \$7,020,479.94 mil millones de dólares, con un desglose por institución para 2018 de:

- SEMAR: \$1, 956, 610.95 mil millones de dólares. 18.8%
- SEDENA: \$5, 063, 868.99 mil millones de dólares. 16.7%

Lo anterior, representó el 7.91% del total asignado a los Ramos Administrativos de la Administración Pública Federal, así como el 1.53% del gasto neto total del Presupuesto de Egresos de la Federación 2018.

### **Transformación y Modernización de la Industria Militar**

El 12 de septiembre de 2017, el Secretario de la Defensa Nacional y el Gobernador del Estado de Puebla, colocaron la primera piedra en el predio La Célula, municipio de Oriental, Puebla, lo que representó el inicio de la construcción del nuevo complejo logístico destinado para la reubicación de la Industria Militar, en donde se construirán instalaciones modernas para las factorías y unidades administrativas, así como unidades habitacionales militares en beneficio del personal operativo y administrativo y sus derechohabientes.



Como parte del proyecto “Modernización y Transformación de la Industria Militar”, se han construido los siguientes inmuebles:

- Almacenes Centrales de: Materias Primas y Varios; Herramientas y Refacciones; Eléctrico de Construcción y Productos Químicos y Proveeduría, los cuales se requieren para satisfacer la demanda de instalaciones de almacenamiento.



- Instalaciones para una compañía y tres secciones de policía militar que proporcionarán la seguridad física al nuevo complejo de la Industria Militar.

La Ensambladora Militar contará con una nave de fabricación y mantenimiento, una pista de pruebas para vehículos blindados, alojamiento del parque vehicular y estacionamiento, así como los talleres necesarios para modernizar los procesos actuales.

Con la construcción de las nuevas instalaciones de la Fábrica de Pinturas, se modernizarán las líneas de producción e incrementará la calidad del ambiente y espacios de trabajo, redundando en la seguridad del operador. De igual forma, se contará con nuevas instalaciones para la Fábrica de Plásticos, las cuales dispondrán de espacios suficientemente amplios, para la correcta operación de las líneas de producción y un adecuado funcionamiento de las áreas administrativas.<sup>11</sup>

### **Fusil FX-05 Xiuhcóatl**

El fusil FX-05 de calibre 5.56 fue planteado como el reemplazo del fusil G-3 de calibre 7.62, por un arma más moderna y sobre todo más apta para las cualidades antropomórficas del soldado mexicano, que por su estatura, no siempre podía manipular el G-3 del modo más efectivo.

La ingeniería empleada para el desarrollo del fusil es completamente mexicana, su diseño en 3D está abierto a mejoras de acuerdo a la retroalimentación recibida de las unidades en el campo, revisándose su validez y exponiendo las mejoras a pruebas de campo con lotes pilotos. Esto ha generado un fusil mejor adaptado al soldado mexicano, agregando rieles para adaptar aditamentos, rugosidades al moldeado para mejorar el agarre. La construcción de su cañón tiene especial importancia para la fábrica y se ha logrado aumentar su durabilidad a través de mejores métodos de forjado.

En este momento el FX-05 ya se considera una plataforma lo suficientemente estable para proponer nuevos diseños con el objetivo de minimizar los cambios de ingeniería que se requieran en las máquinas de la fábrica, ya que estas, en su pico de operación, trabajan calibradas para producir piezas específicas y con tolerancias ya establecidas en sus programas. Algunas máquinas se incorporaron con la finalidad específica de producir piezas para el proyecto Xiuhcóatl, lo

<sup>11</sup> 6to Informe de Labores 2017-2018 Sedena

que explica la importancia del proyecto y establece una base tecnológica para futuros diseños.

A través de un proyecto de modernización que sufrió la planta entre los años 2015 y 2017 al introducirse 129 máquinas nuevas, se elevó la capacidad de producción de 12.000 a 15.000 armas por año. Una vez que los 112 componentes están listos, se concentran en el taller de montaje para su revisión y ensamblaje. Aquí interviene la Dirección de Aseguramiento de la Calidad de la Industria Militar para que se revise su funcionamiento ya como un arma. De ahí el siguiente filtro es la inspección final que depende de la Inspección del Ejército y Fuerza Aérea y de la Dirección General de Materiales de Guerra, de quién recibe la aprobación final para su concentración y abastecimiento a las unidades.

Los componentes son ensamblados a mano por técnicos mexicanos que revisan y registran cualquier defecto y una vez que se ensambla el fusil, se apila en racks, a donde otros técnicos los toman para ponerlos en su caja junto con 5 cargadores, una correa, su manual de usuario y una diana a donde se certifica la prueba de puntería y que le dice al futuro soldado que lo reciba, que su fusil cumple con la norma.

La construcción del Xiuhcōatl se concentró en dos modelos básicos, carabina y fusil, siendo la diferencia básica la longitud del cañón y el peso; la carabina está pensada para quien tenga que operar a bordo de vehículos o aeronaves, mientras que el fusil es para las unidades de infantería.



### **Desarrollo de vehículos tácticos mexicanos**

En el 2012 la Secretaría de la Defensa Nacional definió dejar de comprar vehículos tácticos blindados en el extranjero para el Ejército mexicano y optar por el desarrollo de los propios, lo que representaba un ahorro de aproximadamente el 35% en la inversión total.

La Sedena invirtió 60 millones de pesos para la fabricación de un primer lote de vehículos blindados DN-XI diseñado por los ingenieros militares sobre la base del

chasis de la camioneta Ford-350. El vehículo también es operado por la Armada de México. A la fecha se están desarrollando nuevos modelos uno de ellos es el Kitam y aunque el diseño y construcción del prototipo alcanzó los diez millones de pesos, su eventual manufactura en serie rondaría los cinco millones de pesos por unidad, según los datos disponibles. Otro desarrollo es el Cimarron, un vehículo prototipo de la Dirección General de Industria Militar ensamblado sobre el chasis y cabina de un vehículo 4x4 multipropósito de fabricación alemana, Mercedes Benz Unimog al que localmente se le adaptó una caja blindada para transporte de alrededor de ocho a diez tropas, más conductor y pasajero, el desarrollo y construcción de estos dos vehículos desarrollados en México han quedado en pausa.

### **Sedena ensambla vehículos tácticos, con capacidades avanzadas**

En base a documentación del gobierno mexicano para promover la legalidad de las compras de gobierno, se conoció que se suministraron Kits para su ensamblaje provistos por la empresa IBN Industrias Militares y de Alta Tecnología Balística, teniendo un costo por kit de 280.000. Lamentablemente tanto la Sedena como IBN, no se han pronunciado sobre el tema, la documentación y ficha técnica del proyecto señala que se trata de un "Diseño industrial único desarrollado según las especificaciones de la SEDENA para el uso exclusivo de la misma", pues la colaboración entre IBN y Sedena no está basada en la compra de un carro "marca" específico, sino que se considera en ella la transmisión de conocimiento y los kits para ser ensamblados en México; lo que permitiría a Sedena



añadir mejoras locales como torretas u otro tipo de protecciones balísticas, volviendo efectivamente al nuevo vehículo una versión avanzada de los tácticos blindados ya existentes en México, lo cual es positivo para continuar con el desarrollo de los blindados hechos en México.

Evidentemente siendo una línea natural que inició en el Sandcat, para pasar a un diseño local en la forma del DN-XI y que ahora recibe capacidades avanzadas. Estos nuevos vehículos son 4 x 4, con un motor V8, turbo diésel con una caja blindada para 9 pasajeros. Tendrán como características técnicas: Un chasis Ford F550, una longitud de 6 por 2 metros, un peso máximo sin carga de 7.6 toneladas, una distancia entre eje de 3.5 metros y podrá llevar una carga útil de 1.2 toneladas.

La protección balística es perfectamente capaz de resistir impactos a 90° de calibres .50, 7.62mm y el piso es resistente a la explosión de granadas de mano, los paneles de blindaje están unidos sin soldadura por lo que su mantenimiento y reemplazo será más fácil. Sus llantas cuentan con sistemas run flat, aparte de proveer a los operadores con aditamentos de vigilancia como cámaras, pantalla y sistemas de monitoreo del exterior del vehículo. La garantía para el chasis es de 5 años, 10 para el blindaje opaco y 5 para el transparente.

Esta compra y transferencia de conocimiento es muy positiva para la industria mexicana, pues los vehículos no sólo vienen a reforzar los 246 Oshkosh Sandcat comprados entre 2010-2012 y que posteriormente fueron superados a partir de 2011 por los 50 DGIM DN-XI construidos y diseñados en México por la DGIM.

Esta nueva versión avanzada de los DN-XI no sólo proporcionará mayor seguridad y movilidad a sus ocupantes, sino que la Sedena podrá incorporar mejoras que los ingenieros mexicanos han desarrollado en base a la experiencia del soldado y los mecánicos mexicanos como pueden ser mejores torretas, materiales balísticos cerámicos o blindaje espaciado, de este modo las oportunidades entre la industria militar y la civil en México comienzan a andar por buen camino.

### **Impulso de la Industria Naval y Desarrollo Marítimo Nacional**

México con sus 3 millones 177 mil 593 km<sup>2</sup> de superficie marítima, ocupa el 14vo. lugar mundial en extensión, lo que representa una fuente de recursos naturales y una vía de transporte marítimo muy importante en el continente Americano, el cual requiere de una atención dirigida a la construcción de una flota con la can-

tividad suficiente de buques y con las características adecuadas para su eficaz explotación, y así enfrentar el rezago de más de 25 años en los que la Secretaría de Marina ha sido el único ente a nivel nacional que ha mantenido la Construcción Naval en México.

Para lograr el impulso de la Construcción Naval, se está incursionando en la integración del Sector Marítimo a través de una Política de Estado que globalice los intereses comunes y resuelva la problemática que en su conjunto permitirá avanzar en el contexto internacional. El fortalecimiento de la Construcción Naval como parte de la Industria Nacional, dará el efecto multiplicador para la generación de empleos y lograr el crecimiento en el producto interno bruto del país.

En este contexto, la Secretaría de Marina consciente de la magnitud de este impacto, tiene como objetivo el impulso de la Industria Naval, a través del apoyo en materia de Construcción Naval a los Sectores Público y Privado, teniendo como proyectos, el Programa de Construcción para la Sustitución de la Flota Menor de PEMEX Refinación, el programa de Renovación de la Flota Pesquera y el Programa de Sustitución de Buques de la Armada de México 2013-2018.<sup>12</sup>

De septiembre de 2017 a agosto de 2018 sobresalen las siguientes actividades de construcción:

- En el Astillero de Marina No. 1 en Tampico, Tamaulipas; finalizó la construcción de la Patrulla Costera ARM "CHICHEN ITZÁ" (PC-340).
- En el Astillero de Marina No. 20 en Salina Cruz, Oaxaca; se realizó la entrega recepción de los Buques de Vigilancia Oceánica Clase Oaxaca ARM "CHIAPAS" (PO-165) y ARM "HIDALGO" (PO-166) y continúa la construcción de otros dos buques del mismo tipo el ARM "JALISCO" (PO-167) y en el Astillero de Marina No. 1 en Tampico, Tamaulipas; el ARM "ESTADO DE MÉXICO" (PO-168), con un avance de 60.7% y 40.2%, respectivamente.



<sup>12</sup> PROGRAMA Sectorial de Marina 2013-2018.

- Concluyó la construcción de la segunda etapa del Dique Autocarenante casco 97, en el cual se da mantenimiento y reparación en carena a las unidades de superficie de la SEMAR.
- En citado Astillero se continúa la construcción de la primera Patrulla Oceánica de Largo Alcance con un porcentaje de avance de 67%, la cual es capaz de ejercer mayor presencia y desplegarse de manera rápida y por largo tiempo, más allá de nuestra Zona Económica Exclusiva.
- Con Pemex Logística, a través del contrato específico abierto, se llevó a cabo lo siguiente:
  - En Astilleros del sector marítimo mexicano concluyó la construcción del remolcador azimutal de puerto de 60 toneladas MJ2.2 "TOTONACA".
  - Continúa la construcción de tres buques abastecedores multipropósito de 450 toneladas, dos en el Astillero de Marina No. 6 en Guaymas, Sonora; y otro en el Astillero de Marina No. 1 en Tampico, Tamaulipas; con un avance de 99.7%, 39% y 99.6%, respectivamente.
  - En el Astillero de Marina No. 20 en Salina Cruz, Oaxaca; concluyó la construcción de un remolcador cicloidal de Puerto de 50 toneladas. Asimismo continúa la construcción de siete remolcadores cicloidales de puerto de 50 toneladas con un avance de construcción de 98.9%, 97.7%, 52.2%, 53.3%.

### **Construcción de la Patrullera Oceánica de Largo Alcance ARM Reformador 101**

La construcción de la Patrulla Oceánica de Largo Alcance (POLA) se encuentra integrada al Programa Sectorial de Marina 2013-2018 que fortalece e impulsa el desarrollo marítimo del país e industria naval; con esta unidad se incrementará la capacidad operativa para así fortalecer el Estado de Derecho Marítimo en los mares mexicanos.

El nombre de Reformador no es un capricho o una casualidad en una lista de nombres, la POLA viene a reformar las concepciones ya desfasadas en la defensa mexicana. Con esta clase de buques se le dice al mundo que México está listo para navegar en aguas azules y cuidar sus recursos con la mejor tecnología posible y de paso, con buques hechos en México por mexicanos. El gran logro



industrial de la armada con Damen ha sido el materializar un proyecto inédito, así como la transferencia de tecnología y el nacimiento de una nueva generación de marinos.<sup>13</sup>

De los seis módulos que integran esta Patrulla Oceánica de Largo Alcance, cuatro se construyeron en el Astillero de Marina número 20, así como el ensamblaje total de los módulos, y los dos restantes en Holanda en astillero de la empresa Damen.



Cabe mencionar que una de las misiones de esta unidad será la de efectuar operaciones de patrullaje y vigilancia en la Zona Económica Exclusiva para mantener el Estado de Derecho en la mar; para esto la Patrulla Oceánica de Largo Alcance cuenta con una eslora (largo) de 107.14 metros, manga (ancho) de 14.02 metros, desplazamiento (peso) de 2 mil 570 toneladas, velocidad máxima de 27 nudos (50 km/hr); su propulsión es una combinación diesel-mecánica/diesel-eléctrica y tiene una autonomía de 20 días en la mar. Estas características servirán en las operaciones de búsqueda y rescate de largo alcance para salvaguardar la vida humana en la mar, así como acciones de ayuda humanitaria, operaciones multinacionales y de mantenimiento de la paz.

Por otra parte la Patrulla Oceánica de Largo Alcance será equipada con sistemas de detección con tecnología de punta, de las marcas THALES e INDRA, además de un sistema integral de control de comunicaciones HERMESYS; de igual manera, contará con un sistema de misiles superficie - aire RAM 2 de la marca Raytheon que contempla una sección de control avanzado y radiofrecuencia para la autodefensa de la unidad. Lo anterior con el fin de fortalecer la presencia marítima de la Institución y llevar a cabo operaciones de búsqueda y rescate de largo alcance, de mantenimiento del estado de derecho y seguridad nacional.

Con los sistemas de THALES e INDRA, el buque tendrá capacidad de detectar y analizar la presencia de buques y aeronaves, a través de señales de radar dentro de las proximidades durante sus operaciones para determinar el tipo de

<sup>13</sup> 6to Informe de Labores 2017-2018 Semar





plataforma y su nivel de amenaza; de igual forma con la tecnología de THALES podrá detectar la presencia de vehículos submarinos o semisumergibles. Así mismo, proveerá la información necesaria para apoyar en la toma de decisiones de la tripulación, alertando sobre riesgos y amenazas durante el desarrollo de las diferentes operaciones.

Cabe señalar que el sistema HERMESYS es el sistema integral de control de comunicaciones basado en el Protocolo de Internet, lo cual se obtendrán comunicaciones expeditas, seguras y eficientes.

Además, la POLA contará con el armamento de autodefensa más moderno del mundo de la compañía Raytheon, que consta de misiles superficie-aire RAM block II, y torpedos antisubmarinos MK54, con versiones de control avanzado y receptor de radiofrecuencia mejorado.

Es importante señalar que la principal razón de esta Institución es salvaguardar la soberanía y seguridad nacional, por tal motivo es que se impulsa, dentro de sus

atribuciones, la innovación de sus unidades de superficie con tecnologías que le permitan fortalecerse para dar cumplimiento de manera eficiente a su misión y atribuciones.

Durante el 2019 la POLA estará en fase de alistamiento donde se dotará y se instalarán los sistemas y equipos, además se desarrollarán las pruebas correspondientes para que al término quede completamente operativo. Asimismo, se efectuará el adiestramiento para el personal que integre su tripulación. El requerimiento táctico operativo de la Armada de México contempla cuatro buques de este tipo en el pacífico y cuatro en el Golfo.

## Investigación Científica y Tecnológica

### Proyectos de Investigación del Programa Presupuestario “Investigación y Desarrollo Militar”

Del 1 de septiembre de 2017 al 31 de agosto de 2018, en el Centro de Investigación y Desarrollo del Ejército y Fuerza Aérea Mexicanos, concluyeron 10 proyectos de investigación, con el objeto de fortalecer los sistemas de mira integrada al armamento aéreo, sistemas de adiestramiento virtual, de análisis de señales, robótica, aeronáutica y construcción de muros de concreto y fibra para aumento de ductilidad en construcciones sismo resistentes.<sup>14</sup>

### La Fuerza Aérea Mexicana desarrolla un dron para adiestramiento

Desde el año 2009, la Fuerza Aérea Mexicana ha operado diversos vehículos aéreos no tripulados de nueva tecnología, con altos costos en mantenimiento y adiestramiento del personal además de dependencia tecnológica.

Es por eso que el Grupo de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Fuerza Aérea Mexicana, lleva a cabo el diseño y construcción de un sistema aéreo no tripulado



<sup>14</sup> 6to Informe de Labores 2017-2018 Sedena

(SANT) para adiestramiento bajo el programa A022, en colaboración con la Universidad Aeronáutica en Querétaro y el Centro de Investigaciones en Óptica A.C. del Conacyt, que se encarga del desarrollo de servicios tecnológicos en visión y procesamiento digital de imágenes además de tecnología laser.

También cuentan con el apoyo de instituciones educativas de nivel superior públicas aledañas a la Base Aérea de Santa Lucía, con el objeto de generar la base de conocimiento que permita contar de manera inicial con un sistema para adiestramiento y a mediano plazo con la implementación de una línea-base tecnológica en materia de aeronaves no tripuladas, que impulse desarrollos futuros en materia aeronáutica y fomente la formación de recursos humanos altamente calificados, reduciendo la dependencia tecnológica con el extranjero, así como los costos de operación y mantenimiento.

La fabricación y diseño es realizado por un equipo multidisciplinario de ingenieros y técnicos pertenecientes a la fuerza aérea, así como el personal de investigadores y estudiantes de las diferentes instituciones educativas, constituido por: una aeronave fabricada en materiales compuestos, un sistema de piloto automático y su estación terrestre.

El diseño aerodinámico de la aeronave se realizó conforme a la orografía mexicana, para su fabricación se utilizan materiales compuestos obteniendo ventajas como menor peso y resistencia además del fácil reemplazo de los componentes estructurales. El sistema de piloto automático, vigila el estado de la aeronave y revisa las superficies de control a través de servomecanismos, además de comunicarse con una estación terrena de forma bidireccional, con el objeto de enviar la información de vuelo y recibir las instrucciones desde tierra, a fin de establecer una trayectoria mediante la observación de la actitud de vuelo, altitud y velocidad.

La estación terrena está compuesta de una computadora portátil y un software, para llevar a cabo el control de forma manual o de forma automática. El sistema de comunicaciones cuenta con un sistema secundario de enlace de radio frecuencia hacia las superficies de control y la estación.

El desarrollo de este sistema aéreo no tripulado ha significado innovación a bajo costo, con la participación de diversas instituciones mediante la integración de tecnología nacional e internacional.

La **Armada de México** desarrolló 52 proyectos tecnológicos en seis años

El desarrollo tecnológico optimiza las operaciones de las unidades y establecimientos navales

La Armada de México desarrollo 52 proyectos tecnológicos en los últimos seis años, a través de su infraestructura que comprende varias unidades de investigación oceanográfica, hidrográfica, un centro de alerta de Tsunamis y otro de análisis y pronóstico meteorológico marítimo, un área que se encarga de la elaboración de la cartografía náutica y el **Instituto de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Armada de México**, que administra el **fondo sectorial Semar-Conacyt**, donde se han desarrollado los proyectos, todos ellos relacionados con las áreas de; mando y control, enlace de datos, vehículos aéreos no Tripulados y control-monitoreo de propulsión de máquinas de buques, con la finalidad de desarrollar tecnologías propias, que disminuyan la dependencia y altos costos de sistemas y equipos extranjeros, así como la implementación de nuevas tecnologías, que contribuyan a la mitigación y adaptación de los efectos causados por el cambio climático.

La **Dirección General de Investigación y Desarrollo (DIGINDES)** coordina la Investigación y desarrollo en los ámbitos oceanográfico, hidrográfico, meteorológico, cartográfico y tecnológico, así como también proporciona el apoyo logístico, para coadyuvar en el crecimiento del Sector Marítimo y preservar el medio ambiente marino.

Entre los proyectos terminados podemos encontrar los siguientes:

- Sistema de gestión de conocimiento y análisis de escenarios estocásticos dinámicos.
- Sistema autosustentable de control de gases nocivos al ambiente para las patrullas oceánicas de la Armada de México.
- Sistema optoelectrónico de tiro para montajes Bofors Mk-3 (Garfio-3)



Los proyectos en proceso deberán concluirse en su mayoría en noviembre de este año, siendo los más importantes los siguientes:

- Simulador de vuelo para aviones C-295.
- Sistema de vigilancia marítima por sonar para patrullas oceánicas (SIVISO)
- Radar de vigilancia aérea (Tzinacan).
- Desarrollo de simuladores para la capacitación y entrenamiento en operación y mantenimiento de los sistemas de enlace de datos y sistemas SR de la Armada de México (Cesedam).
- Desarrollo de un cuerpo aerodinámicamente estable, de vuelo libre, propulsado por combustible sólido (BV-01).
- Sistema de inteligencia de la Armada de México
- Sistema de enlace de datos de la Armada de México (Sedam)
- Sistema de mando y control de la Armada de México versión 2.0 (Siccam V2.0)
- Sistema de patrullaje autónomo de reconocimiento táctico aéreo para la Armada de México (Spartaam)
- Digitalización del sistema de control y monitoreo de la planta propulsora de los buques para patrullas oceánicas clase Oaxaca (Disicom BPO)

## 4.- Estado de Fuerza. México

### Estado Mayor Presidencial

A partir del 1 de diciembre del 2018, el Estado Mayor Presidencial (EMP) dejó de existir a petición del presidente de México, Andrés Manuel López Obrador. El Estado Mayor Presidencial era un órgano técnico militar que tiene como misión fundamental proteger al Presidente. También otorga protección a la familia del Presidente, al presidente electo, a los ex presidentes, a los secretarios de Estado e incluso a candidatos a la presidencia.



Estaba integrado por mil 869 personas, de las cuales mil 298 son del Ejército y de la Fuerza Aérea Mexicana; 153 de la Armada; 32 de la Policía Federal; 26 de la Secretaría de Seguridad Pública de la Ciudad de México y 360 civiles.

Sus integrantes salen del Cuerpo de Guardias Presidenciales, que se formaba por dos generales, 32 jefes, 337 oficiales y 4 mil 445 integrantes de la tropa.

El único sustento legal de la existencia del Estado Mayor Presidencial está en el artículo 15 de la Ley Orgánica del Ejército y Fuerza Aérea, el cual establece que el Presidente “dispondrá en un Estado Mayor Presidencial, órgano técnico militar que lo auxiliará en la obtención de información general; planificará sus actividades personales propias del cargo y las prevenciones para su seguridad y participará en la ejecución de actividades procedentes, así como en las de los servicios conexos, verificando su cumplimiento”.



El reglamento del Estado Mayor Presidencial establece que entre sus misiones generales está desplegar actividades de inteligencia y contrainteligencia para garantizar la seguridad del Presidente, su familia, los mandatarios y altos funcionarios extranjeros que visiten el territorio nacional, así como de los ex presidentes o incluso “de otras personas que “expresamente ordene el titular del Ejecutivo Federal”.

### **Vehículos Terrestres**

En la actualidad el ejército mexicano cuenta con 17 regimientos blindados compuestos por diferentes tipos de vehículos ya sean de origen extranjero o ensamblados en México; para esto el 9° Regimiento Blindado de Reconocimiento en Puebla es la unidad que se encarga del adiestramiento para estos vehículos a través de cursos que por tres meses enseñan a 100 estudiantes el uso de los

blindados y su mantenimiento, el curso es para subtenientes recién egresados del Heroico Colegio Militar, oficiales en cursos avanzados o sargentos del arma blindada.

El Ejército mexicano cuenta con Panhard Defence ERC, vehículos de reconocimiento y combate, vehículos de exploración 4x4 VBL y transportes de personal blindados 6x6 VCR como parte del 1er. y 2do. Regimientos de Reconocimiento Blindado en Temamantla, Estado de México; el 3er. Regimiento en Cuernavaca, Morelos y el 4to. Regimiento en Querétaro.

### **Vehículos tácticos**

En los últimos años el ejército mexicano ha tenido la necesidad de incrementar la seguridad del personal militar que realiza actividades de patrullaje y vigilancia en caminos de segundo orden, terracería y campo traviesa, las unidades tipo y aquellas de las fuerzas especiales que no cuentan con vehículos tácticos blindados realizaban sus actividades de vigilancia, patrullaje y combate a la delincuencia organizada en vehículos pick up o similares que carecen de protección balística, lo que representaba un riesgo para el personal militar.





Por su parte los blindados ligeros, dada su naturaleza de vehículos de combate, no podían realizar adecuadamente esta misión, por lo que se requería de vehículos de transporte de fácil operación con capacidad todo terreno, con blindaje ligero y capacidad de respuesta rápida.

Así que como un primer paso, fue logísticamente idóneo optar por un vehículo protegido que compartiera la misma capacidad de un vehículo 4x4, siendo el Oshkosh SandCat la opción seleccionada. Los utilizados por el Ejército Mexicano cuentan con una torreta sencilla equipada con una ametralladora ligera o un fusil Barret 12,7mm y han sido exhibidos en camuflaje pixelado.

Del 1 de diciembre de 2012 al 30 de junio de 2018, las fuerzas armadas mexicanas han incorporado diversos vehículos. El Ejército Mexicano ha incorporado 6,040 automotores, destacando 2,200 vehículos Humvee en su versión militar V.T.P. (Vehículo de Transporte de Personal) recibidos en el transcurso del año 2016 y diciembre del 2017 y 1,815 camionetas doble cabina 4x4, entre otros.

Informes de la Secretaría de la Defensa Nacional señalan que actualmente el ejército mexicano cuenta con 4,773 vehículos Humvee en sus diferentes versiones. Las principales versiones operadas por el Ejército mexicano son la M1038 Cargo/Troop Carrier, designada localmente como V.T.P. (Vehículo de Transporte de Personal) y la M1026 con la denominación local V.E.R.E. (Vehículo de Reconocimiento y Enlace).

Por su parte la Armada de México, en el mismo periodo, ha incorporado 50 vehículos militares tipo Humvee blindados, modelo M1151A1B1, un vehículo Mack modelo Sherpa Scout y dos vehículos tácticos avanzados marca Polaris todo terreno.



### **Operaciones de patrullaje y vigilancia**

Del 1 de septiembre de 2017 al 31 de agosto de 2018, diferentes unidades del Ejército Mexicano y la Fuerza Aérea Mexicana llevaron a cabo actividades de patrullamiento para la protección y vigilancia del territorio y espacio aéreo mexi-

cano realizándose 197,099 patrullajes (194,121 terrestres y 2,978 aéreos), empuñando un promedio mensual de 111,626 efectivos.

Para este efecto se recorrieron vía terrestre 46,952,460 km y se sobrevolaron 1,440,912 km. Durante el mismo periodo, se logró mantener el 32% de cobertura del espacio aéreo nacional, con el empleo de sistemas de detección emplazados en el sureste del país, siendo cuatro los radares de largo alcance, que garantizan la seguridad de las instalaciones y áreas estratégicas donde se tiene esta cobertura.

Por su parte el Sistema Integral de Vigilancia Aérea en coordinación con la Secretaría de Marina, organismos nacionales e internacionales, realizó misiones de vigilancia y reconocimiento aéreo principalmente en contra de aeronaves ilícitas y de apoyo a las tropas, a través de 215 misiones con aeronaves Embraer 145 y King Air BE-350ER de la Fuerza Aérea Mexicana, con un total de 891:38 horas de vuelo y cuatro misiones con vehículos aéreos no tripulados como los Hermes 450, S-4 Ehécatl y G-1 Guerrero, en áreas y lugares identificados con alta incidencia delictiva con un total de 4:55 horas de vuelo.

El Sistema Integral de Vigilancia Aérea, está constituido por un centro de mando y control, centros de control regional, radares terrestres y aerotransportados, plataformas de vigilancia aérea, aviones interceptores, aviones no tripulados e instalaciones de apoyo logístico, cuyo propósito es la vigilancia aérea y defensa del espacio aéreo mexicano.

### **Fuerza Aérea Mexicana**

La Fuerza Aérea es el principal medio con el que una fuerza militar moderna proyecta poder. En México, el desarrollo del poder aéreo ha estado limitado severamente y enfocado, al igual que el del Ejército, hacia el interior. Los números de la FAM, tanto de aparatos como de bases y personal, hacen que sea relativamente raro el contacto con los ciudadanos.

Desde hace más de 10 años ha existido un impulso significativo para modernizar los aviones y helicópteros de la Fuerza Aérea Mexicana. Sin embargo, el esfuerzo se ha traducido en reemplazar equipo que por lo general ya había rebasado su vida útil o se encontraba en un estado operativo lamentable. Siendo así que se han modernizado los escuadrones de transporte que ahora cuentan con aeronaves Airbus D5C-295M y W en el Escuadrón Aéreo 301, Leonardo C-27J en el

Escuadrón Aéreo 302 y los Boeing 737-800 en el Escuadrón Aéreo 502.

Los escuadrones de ala rotativa también fueron renovados con la incorporación de nuevos equipos como los Airbus DS AHM-225M Cougar, los Sikorsky UH-60M Black Hawk y los Bell 407GX, una mención aparte merece la flota de aviones de de inteligencia, vigilancia y reconocimiento que fue reforzada por aviones Beechcraft King Air 350, además se modernizaron los sensores y sistemas de vigilancia de las tres plataformas Embraer EMB-145.

Además la flota de aviones tácticos y de apoyo aéreo cercano turbohélice Pilatus PC-7, con casi 40 años de servicio, está siendo sustituida con la llegada de nuevos Hawker T-6C+



Los equipos nuevos, fueron los Vehículos Aéreos no Tripulados, como los Hermes 450 adquiridos en Israel, y aún más importante, los modelos desarrollados y producidos en México por la compañía Hydra Technologies.

Al mismo tiempo la FAM ha llevado a cabo una modernización de sus medios de entrenamiento, con nuevas y modernas instalaciones en el Colegio del Aire, así como aviones de entrenamiento Grob 120TP y simuladores de vuelo.

Rubros	Operaciones	Horas de vuelo
Vigilancia aérea	153	640:55
Operaciones contra el narcotráfico	16,104	18,569:34
Transporte aéreo	9,399	12,778:08
<b>Total</b>	<b>25,656</b>	<b>31,988:37</b>

Es de recalcar que en lo que va de esta década, la política de compras se ha basado únicamente en adquirir equipo nuevo, de fábrica, lo que le permite a la FAM planear y desarrollar sus operaciones a largo plazo. Aunque los aviones son los adecuados, los números no son suficientes.

Al término del sexenio pasado la Sedena se ha enfocado en mantener en condición de vuelo los aviones F-5E que forman al Escuadrón 401 en Santa Lucia, la única unidad de defensa aérea que posee México. Los aviones entrenadores jet T-33 que formaban el escuadrón 402, fueron dados de baja desde el 2007 sin que a la fecha se contemple contar con un reemplazo, por lo que las capacidades de defensa aérea se encuentran en el menor nivel desde la Segunda Guerra Mundial.

Reemplazar estos medios avanzados no es políticamente atractivo para las administraciones que deben justificar la inversión ante un auditorio de críticos intelectuales y líderes de opinión que no tienen ni la menor idea de las necesidades básicas de defensa de un país en vías de desarrollo y que ven a las Fuerzas Armadas como una tabla de salvación para reemplazar el fracaso del sistema de seguridad pública y justicia.



## Operaciones Aéreas

Del 1 de septiembre de 2017 al 31 de agosto de 2018, la Fuerza Aérea Mexicana realizó 36,687 operaciones aéreas en 53,168:44 horas de vuelo, con un promedio mensual de 06:49 horas de vuelo por piloto aviador, siendo el adiestramiento de las tripulaciones el factor fundamental para el desarrollo de las operaciones aéreas de forma segura, es, tanto en tierra como en vuelo;

Dentro de ese total se detallan las siguientes operaciones aéreas:

Para este realizar ese número de operaciones aéreas se materializaron diversas inspecciones de mantenimiento y de trabajos de recuperación en las aeronaves de la fuerza aérea, logrando mantener más del 80% de la operatividad de la flota de aeronaves.

La Fuerza Aérea Mexicana, en el cumplimiento de sus misiones generales realizó diferentes operaciones aéreas, en coordinación con el Ejército Mexicano, la Secretaría de Marina Armada de México y otras dependencias de los tres órdenes de gobierno, destacando entre otras: operaciones de transporte, reconocimiento, vigilancia, contra el narcotráfico y adiestramiento, acciones que contribuyeron a garantizar la seguridad interior del país y a conservar la soberanía del espacio aéreo nacional.

Dentro de estas operaciones aéreas, se encuentran incluidos los apoyos proporcionados durante los desastres ocasionados por los sismos ocurridos en septiembre de 2017, en los estados de Oaxaca, Chiapas, Morelos, Puebla, Guerrero y la Ciudad de México; asimismo, las que se efectuaron en apoyo de los gobiernos de los estados de Chihuahua, Coahuila y Sonora, así como Ayuda Humanitaria a la República de Nicaragua durante las actividades de extinción de incendios forestales en los meses de abril, mayo y junio de 2018.





### Unidades operativas

Aeronaves de combate de ala fija

33 turbohélices Pilatus PC-7

03 Interceptores Northrop F-5E monoplaça

Multipropósito de ala Fija

55 Hawker Beechcraft T-6C+ Texan II

01 avión Pilatus PC-9M



### Vigilancia Aérea

02 Cessna Citation Eagle II,

01 Embraer EMB-145 AE&W,

02 Embraer EMB-145 RS/MP

04 Beechcraft King Air 350



### Transporte

03 aviones Boeing 737-800

01 Boeing 737-500

01 Boeing 737-200

04 Alenia -27J Spartan

03 Lockheed Martin C-130, dos del tipo Mk-3 y un L-100 Hércules

06 Airbus Military C-295M

02 Airbus Military C-295W

02 Beechcraft King Air 350







## Vehículos Aéreos no Tripulados

Hermes 450 total no disponible

S-4 Ehécatl (hecho en México) total no disponible

G-1 Guerrero (hecho en México) total no disponible

## Helicópteros

01 Agusta Westland AW-109

20 Bell 206

15 aparatos Bell 407XP

11 aparatos Bell 412

12 H-225M de Airbus Military

14 MD 530F

19 Mil Mi-17

17 Sikorsky UH-60M

06 Sikorsky UH-60L

## Aeronaves de Entrenamiento

02 Northrop F-5F, que cuentan con capacidades de combate similares a los monoplazas

15 Cessna 182

25 aviones Grob G-120TP,

31 aviones PC-7

09 helicópteros Bell 206.

## Aviación de la Armada de México

La principal actividad de la aviación naval mexicana, es brindar apoyo aéreo a las operaciones de la Armada de México y representa un componente esencial en la proyección de los intereses marítimos mexicanos, convirtiéndose en un recurso de alto valor agregado en materia de defensa nacional.

El programa aeronaval mexicano tiene un avance del 100% ya que durante el 2018, la fuerza aeronaval de la Armada de México completó la totalidad de sus metas propuestas con un avance del 100% con la adquisición de 59 aeronaves programadas para el sexenio pasado; en el caso de las unidades de ala fija, se adquirieron 40 aeronaves proyectadas para cumplir con las tareas de vigilancia marítima, entrenamiento, reconocimiento, apoyo aéreo cercano y transporte; mismas que ya se encuentran operando a lo largo y ancho del país. Entre las aeronaves de reciente incorporación se encuentran los T-6C+, los King Air 350ER y los Zlin 242 y 143 LSi, además del Cessna Grand Caravan, próximo a incorporarse.

Entre las aeronaves de ala rotativa se pueden señalar las últimas entregas en la figura de los siete helicópteros UH-60M y los diez helicópteros Panther AS565MBe. Las aeronaves son operadas por la Coordinadora General de Aeronáutica Naval, reforzando en todos los sentidos a la fuerza aeronaval de la Armada de México, estas unidades facilitan a los pilotos navales la navegación, incluso en condiciones más extremas.

### Programa de Modernización de la Flota Aeronaval

Entre agosto y diciembre de 2016, recibió siete aviones Texan II T-6C+, con la capacidad para realizar operaciones tácticas, lo que permitió sustituir los aviones Rédigo L-90TP que habían alcanzado su vida útil.

Entre octubre y noviembre de 2016, recibió dos helicópteros EC-225, que desarrollarán operaciones de transporte de personal.

En diciembre de 2016, se recibieron dos helicópteros UH-60M y de enero a marzo de 2017, otros cinco fueron incorporados con el fin de efectuar operaciones de interceptación, apoyo aéreo cercano, escolta, ataque, búsqueda, rescate y patrullaje de reconocimiento.

Se recibieron seis helicópteros Panther AS565MBe, uno en noviembre de 2016 y cinco más de enero a diciembre de 2017, después que en 2014, la Armada de

México se convirtiera en cliente de lanzamiento de esta nueva versión con un pedido de diez unidades. Los cuatro primeros helicópteros se entregaron en 2016 y los seis restantes a lo largo del 2017.

En julio de 2017, se recibió un avión King Air 350ER con capacidad para patrulla marítima, en tanto que a un avión CN-235, se le incrementó su capacidad operativa, integrando un Sistema de Inteligencia, Búsqueda y Reconocimiento (ISR), lo que permitió ampliar considerablemente la cobertura de vigilancia en mar territorial.

La Procuraduría General de la República (PGR), realizó la transferencia de seis helicópteros Schweizer 333, a la Escuela de Aviación Naval elevar el nivel de adiestramiento de vuelo como piloto aviador.



## Unidades operativas

### Misiones Especiales

06 Airbus Military CN-235 MPA

04 King Air 350ER para operaciones de patrulla marítima

Imagen 32

### Apoyo aéreo cercano

13 Hawker Beechcraft T-6C+ Texan II

Imagen 33



### Transporte

04 Airbus Military C-295M

02 Airbus Military C-295W

01 Bombardier Dash 8

01 King Air 350ER para la ejecución de operaciones de ambulancia aérea

01 King Air 350ER para transporte de personal

01 Learjet 31A configurado como ambulancia aérea

01 avión bimotor Challenger 605

01 avión Cessna Grand Caravan EX





### Helicópteros

10 Airbus Military AS565MBe Panther para operaciones embarcadas

05 Airbus Military H-225M

10 Sikorsky UH-60M para apoyo aéreo cercano

05 MD 902,

24 Mil Mi-17



### Aeronaves de Entrenamiento

25 aviones Zlin 242 para entrenamiento

02 aviones Zlin 143 LSi para operaciones de Inteligencia, búsqueda y reconocimiento

02 Lancair Super ES

03 helicópteros MD 500

10 helicópteros Schweizer





## AEROPANORAMAS S.A. DE C.V.

Empresa con más de 30 años de experiencia en la técnica del vuelo a control remoto de aviones, helicópteros y ahora con drones multirrotor que en combinación con una alta calidad de producción brinda excelentes resultados para todo tipo de tomas aéreas en fotografía y video.

Especializados en la industria de la construcción monitoreando terracerías, inicio de cimentaciones y excavaciones e instalación de techumbres, así como la ubicación de terrenos e industria agrónoma.

Potrero del Llano 10, Lomas del Chamizal, Cuajimalpa CDMX.

At'n. Arq. Jorge Galván Duque C.  
jgskysol@gmail.com  
55.4540.66.46



La Sociedad Mexicana de Estudios Aeronáuticos Latinoamericanos A.C. (SMEAL), es una asociación civil sin fines de lucro, constituida con el objetivo de rescatar, preservar y difundir la historia de la aviación en México y Latinoamérica, fomentando con ello una cultura por la aviación.

Las actividades regulares de la asociación van desde la asesoría y montaje de muestras museográficas y fotográficas para distintas organizaciones tanto públicas como privadas, la publicación de artículos especializados para diversos medios de comunicación, el rescate de piezas y documentos de valor histórico para la aviación mexicana, hasta la edición de libros que contribuyen a promover esta actividad.

Dentro de las acciones llevadas a cabo por la SMEAL podemos mencionar el desarrollo del proyecto original de conmemoración del Centenario de la Aviación en México, presentado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) en el año 2010, el montaje de "México en el Aire, una Exhibición de Altura" y "La Era del Jet en México", ambas en Torre Mayor, el montaje para American Airlines de una exhibición en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, conmemorando el 70 Aniversario de esta aerolínea en nuestro país, la colaboración en el montaje del "Museo Militar de Aviación" llevado a cabo por la Fuerza Aérea Mexicana en la Base Aérea Militar de Santa Lucía, el montaje del módulo de aviación de la exhibición "Revisiones: 3 versiones de México" o el XV Congreso de Historia Aeronáutica y Espacial en el 2015.

De los logros más significativos podemos contar el rescate de dos piezas de aviación: el caza bombardero Republic F-105B "Thunderchief" y la cabina de un avión comercial Boeing 707, así como de un North American B-25 "Mitchell" un Douglas DC-3, un Commander 500, un helicóptero Bell 47-G y uno más EC-135 "Puma" que pertenecieron al Museo Tecnológico de la Comisión Federal de Electricidad.



Contacto:

www.smeal.com.mx  
contacto@smeal.com.mx



sociedad mexicana de estudios aeronáuticos latinoamericanos



@smeal\_oficial





[www.mexicoaeroespacial.com.mx](http://www.mexicoaeroespacial.com.mx)

[admin@mexicoaeroespacial.com.mx](mailto:admin@mexicoaeroespacial.com.mx)

Lorenzo Boturini 260, Piso 1  
Col. Esperanza, C.P. 06840  
Alcaldía Cuauhtemoc. Cd. de México