

---

## La Industria Aeroespacial: Sector estratégico con fuerte potencial de crecimiento dentro del sector industrial en México

---



### REPORTE DE INVESTIGACIÓN

Avances del proyecto de investigación

### ¿Existe la Responsabilidad Social en las MiPymes de la industria aeroespacial en el estado de Querétaro, México?

Registro No. 990 ante el Consejo Divisional de Ciencias Sociales y Humanidades de la UAM A

Línea de Generación y Aplicación de Conocimiento:

**Administración del Cambio y Desarrollo Humano.**

**M.F. Silvia Ofelia Pérez Rueda<sup>1</sup>**

**M.A. Maricela López Galindo<sup>2</sup>**

**2019**

---

<sup>1</sup> Profesora–investigadora del Departamento de Administración de la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco. Maestría en Finanzas, nacionalidad mexicana, correo: sopr\_57@hotmail.com

<sup>2</sup> Profesora–investigadora del Departamento de Administración de la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco. Maestría en Administración, nacionalidad mexicana, correo: lgmaricela@hotmail.com

## Resumen

La industria espacial es un sector en constante evolución y transformación, actualmente existen alrededor de 400 empresas, de las cuales alrededor del 60% produce partes y componentes. También hay un porcentaje relevante que hace investigación y desarrollo, y desde luego prestadoras de servicios, entre las que destacan las de mantenimiento a aeronaves.

De acuerdo con la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial (FEMIA), dentro de los próximos tres a cinco años México se convertirá en una de las 10 naciones más importantes de la industria aeroespacial global, la industria aeroespacial mexicana se ha desarrollado con un dinamismo sin precedentes con un crecimiento sostenido del 14% en los últimos 15 años, contando con 400 empresas y generando alrededor de 60 000 empleos directos e indirectos y se espera que de aquí al 2025 prácticamente se duplique esta fuerza laboral o por lo menos se superen los 100 mil puestos de trabajo, por otro lado, la expectativa a final de 2019 es que se exporten nueve mil 700 millones de dólares, en comparación con los ocho mil 600 millones de dólares del año anterior, en cuanto a innovación en el sector, en el Plan Nacional de Tecnología e Innovación se han identificado ocho clústeres de innovación que constituirán la punta de lanza de la estrategia de innovación: aeroespacial; movilidad futura; materiales avanzados; energía eficiente, limpia y renovable; biomedicina, biotecnología y genética; agroindustria inteligente; Industria 4.0 e inteligencia artificial, y microelectrónica de nueva generación.

## **La Industria Aeroespacial: Sector estratégico con fuerte potencial de crecimiento dentro del sector industrial en México**

Silvia Ofelia Pérez Rueda<sup>1</sup>

Maricela López Galindo<sup>2</sup>

### **Introducción**

La Industria Aeroespacial en México desde sus inicios, ha sido considerado como un sector estratégico que hoy está en auge y es un sector en constante evolución, ha mostrado un importante dinamismo durante los últimos años, tanto en las exportaciones, como en otras variables relevantes: empleo, inversión, producto interno bruto, transferencia de tecnología, promoción y capacitación de recursos humanos y tasas de crecimiento por arriba del promedio al resto de la industria manufacturera y es un sector estrechamente ligado al desarrollo e innovación tecnológica, y se busca en un futuro que México logre la independencia tecnológica en la industria aeroespacial, colocándose de manera exitosa en la manufactura de partes y componentes de aeronaves, con un capital humano de técnicos y profesionistas a nivel nacional que pueden competir, sin duda, en cualquier país (A21, 2019).

El esfuerzo para expandir la I&D está teniendo como eje central la introducción del concepto de fabricación avanzada, también conocido como Industria 4.0, cuyo objetivo es optimizar los procesos e incrementar la eficiencia, mientras se reducen los costos de fabricación generando modelos digitales integrales, que pueden ser utilizados para hacer pruebas e identificar debilidades bajo condiciones de presión, sin la necesidad de fabricar prototipos para las pruebas, Industria 4.0 es un cambio de paradigma global, el cual brinda grandes oportunidades económicas para la industria del sector aeroespacial y las empresas que se adhieran a este gran movimiento tendrán mayores posibilidades de sumarse a las cadenas globales de

---

<sup>1</sup> Profesora–investigadora del Departamento de Administración de la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco. Maestría en Finanzas, nacionalidad mexicana, correo: sopr\_57@hotmail.com

<sup>2</sup> Profesora–investigadora del Departamento de Administración de la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco. Maestría en Administración, nacionalidad mexicana, correo: lgmaricela@hotmail.com

valor, que hoy por hoy demandan innovación y tecnología en los procesos productivos de las empresas que los integran (De Anda M, 2018).

El concepto de Industria 4.0 pasó a ser muy relevante en el sector aeroespacial mexicano, ya que cada uno de los eslabones de la cadena de valor está en vías de formar parte de un entramado altamente interconectado entre las partes, sistemas y procesos de la industria (Oxford Business Group, 2018). abriendo nuevas oportunidades de negocio y alianzas antes no imaginadas para las empresas manufactureras del sector aeroespacial para avanzar en la adopción de las operaciones digitales y marca un nuevo hito en la carrera tecnológica, sustentándose en seis principios básicos: interoperabilidad, virtualización, descentralización, capacidad en tiempo real, orientación al servicio y modularidad, y cuatro componentes: sistemas ciber-físicos, el Internet de las cosas y los servicios y la fábrica inteligente (Vázquez & Bocanegra, 2018).

Este reporte de investigación es un avance del proyecto de investigación **¿Existe la Responsabilidad Social en las MiPymes de la industria aeroespacial en el estado de Querétaro, México?**, registrado ante el Consejo Divisional de Ciencias Sociales y Humanidades de la UAM A. con el No 990, correspondiente a la Línea de Generación y Aplicación de Conocimiento: Administración del Cambio y Desarrollo Humano.

### **Situación Actual de la Industria Aeroespacial en México**

La industria espacial es un sector en constante evolución y transformación. Los tiempos en los que las actividades de investigación y desarrollo se concentraban en dos grandes potencias económicas y en los confines de los ámbitos gubernamental y militar han quedado atrás, para dar paso a una industria cada vez más globalizada, diversa, dinámica y con un impacto tangible en la vida cotidiana de las personas (Secretaría de Economía, 2017). Actualmente existen alrededor de 400 empresas, de las cuales alrededor del 60% produce partes y componentes. También hay un porcentaje relevante que hace investigación y desarrollo, y desde luego prestadoras

de servicios, entre las que destacan las de mantenimiento a aeronaves (Máynez Gil, 2019).

De acuerdo con la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial (FEMIA), dentro de los próximos tres a cinco años México se convertirá en una de las 10 naciones más importantes de la industria aeroespacial global, la industria aeroespacial mexicana se ha desarrollado con un dinamismo sin precedentes con un crecimiento sostenido del 14% en los últimos 15 años, contando con 400 empresas y generando alrededor de 60 000 empleos directos e indirectos y se espera que de aquí al 2025 prácticamente se duplique esta fuerza laboral o por lo menos se superen los 100 mil puestos de trabajo, por otro lado, la expectativa a final de 2019 es que se exporten nueve mil 700 millones de dólares, en comparación con los ocho mil 600 millones de dólares del año anterior, además de que es uno de los sectores más resistentes a los cambios económicos mundiales, lo que se reflejará en una demanda agresiva para los siguientes años. (Capilla Vilchis, 2019), siendo Querétaro el estado donde el sector aeroespacial crece por encima del 10 por ciento anual y su presencia cada vez es mayor a nivel mundial (Becerril, 2019), en cuanto a la inversión extranjera directa, (IED) México está catalogado entre los principales cinco destinos de IED en la industria a nivel global, la industria aeroespacial ha recibido un total de 3 285 millones de dólares por este concepto durante el periodo 2007-2016, siendo Estados Unidos de América con un 46.8 %, Canadá 36.0 %, Francia 12.1%, España 4.4% y otros países 0.7% que han invertido en México (Pineda, 2017), (INEGI, 2018), según información de la Dirección General de Inversión Extranjera de la Secretaría de Economía, Querétaro concentra el 29 por ciento del total de la Inversión Extranjera Directa (IED) hecha para el sector aeroespacial, el cual representa 3 mil 318.4 millones de dólares, de 1999 al primer trimestre de 2019. Detrás se encuentran Baja California (el 21 por ciento), Chihuahua (el 19 por ciento) y Nuevo León (el 12 por ciento) (Becerril, 2019), por lo que México, cuenta con un potencial estratégico importante que deberá ser aprovechado como punta de lanza para el crecimiento y competitividad de un nuevo sector de la economía nacional (Romero Jiménez, Marmolejo Henderson, & Chávez Ramos, 2012), y se espera que siga siendo destino de atracción de proyectos de

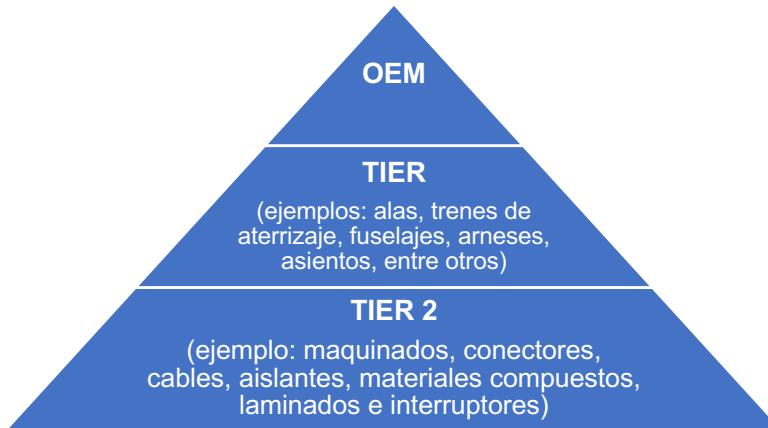
IED aeroespacial en el mundo, y el séptimo proveedor de partes aeronáuticas a Estados Unidos, por encima de grandes potencias como Italia, Singapur y China, pues también es el más competitivo de América, y el reto es posicionarse entre los 10 principales países productores a nivel mundial en el 2020, (ProMéxico, 2018), (González, 2019).

El auge de la industria aeroespacial se debe a su alto nivel de desarrollo tecnológico en el diseño y manufactura de la industria aeronáutica, manifiesto en la complejidad de fabricación y en la multiplicidad de disciplinas que inciden en la producción y en las certificaciones internacionales que acompañan el proceso de producción, tanto nacionales como internacionales. caracterizándose por fuertes inversiones y ciclos de producción excepcionalmente largos, por la ampliación de la producción a mercados emergentes (Particularmente el chino y brasileño), tanto para productos como para servicios aeronáuticos, representando un gran potencial para el crecimiento del sector, además estar con una alineación de los modelos educativos donde se esté privilegiando el desarrollo del talento estableciendo como prioridad los programas académicos donde se fortalezca la innovación en el desarrollo de partes o componentes y la digitalización de los procesos de manufactura que sea capaz de ayudar a la transformación de la industria en México. Recientemente se inauguró en Tijuana, Baja California, el Centro de Innovación de Diseño para la Industria Aeroespacial de Baja California (CINDA), el cual está compuesto por cuatro laboratorios con tecnologías 4.0 y cuenta con la capacidad para llevar a cabo programas de capacitación inmersivos que simulan entornos de trabajo industrial, para su construcción se realizó una inversión de 16.5 millones de pesos, mientras que el equipamiento tuvo una inversión de 25.9 millones de pesos (Magdaleno, 2019). México se ha establecido firmemente como líder global en la industria aeroespacial, registrando un crecimiento anual del 17,2% durante los últimos nueve años y no sólo impulsa la innovación, sino que permite a la industria del país integrarse a cadenas productivas con una perspectiva de crecimiento y con importantes espacios de desarrollo para las pequeñas y medianas empresas (Barocio, 2019).

Un común denominador de los países altamente integrados en la industria aeroespacial, que ha detonado su crecimiento y desarrollo son las exportaciones globales por más de 838 mil millones de dólares (concentrando el 33% en Estados Unidos, seguido por Francia 19% y Alemania 14%), y la capacidad de generar el talento humano, (Barajas, 2019).

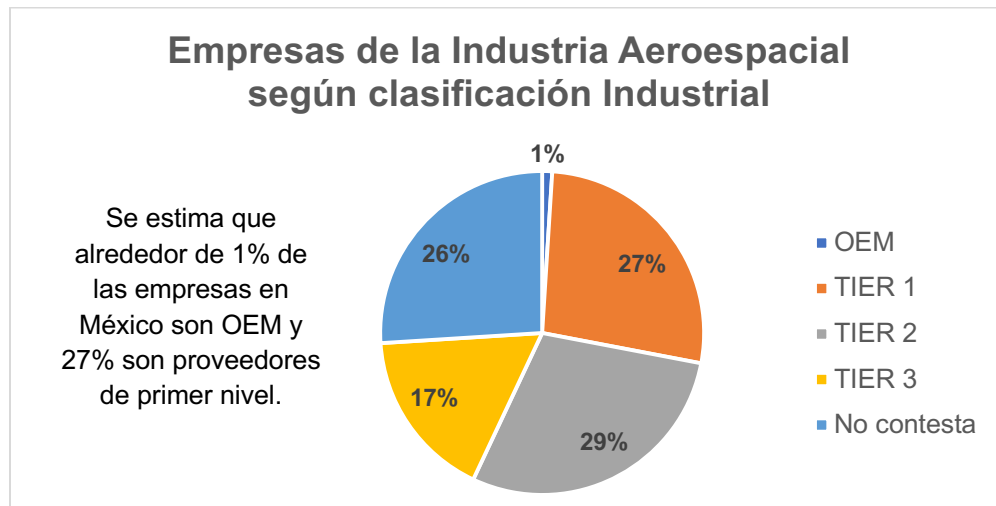
El carácter estratégico de la mayoría de los subsectores que constituyen el sector Aeroespacial son igualmente importantes: Industria aeronáutica, espacial, de defensa, aeroportuaria y del transporte aéreo, donde la industria aeroespacial se caracteriza por una estructura piramidal dominada por algunas empresas líderes, manufactureras de equipo original (OEM) y por una gran dependencia en relación con la innovación tecnológica, la investigación y el desarrollo (I+D) (Niosi & Zhegu, 2005). La cadena global de valor de la industria aeronáutica está conformada por grandes fabricantes (OEM), que fabrican y venden productos finales, por ejemplo: motores, aviones, satélites y helicópteros. Seguido del segmento Tier1, que son fabricantes de productos y componentes que van directamente a la línea de ensamble final como: alas, trenes de aterrizaje, fuselajes, arneses, asientos, entre otros. El siguiente nivel es denominado Tier 2, que son las empresas proveedoras de partes que se integrarán a un componente del Tier1, por ejemplo: maquinados, conectores, cables, aislantes, materiales compuestos, laminados e interruptores, la globalización ha permitido que la producción de estas mercancías se pueda instalar en distintas partes del mundo, mostrando el potencial de diversos países y particularmente México, tras su crecimiento en los últimos años en la gráfica 1 se muestra esta cadena esquemáticamente (Secretaría de Economía, 2017):

Gráfica 1



Fuente: (Secretaría de Economía, 2017).

Esta distribución de actividades coincide con los datos que reflejan lo atractivo que se ha convertido el país para la realización de proyectos de manufactura, pero también hay ejemplos exitosos de proyectos ligados a actividades de mayor contenido tecnológico, en un estudio realizado por FEMIA se observa que únicamente 1% de las empresas encuestadas son empresas integradoras (OEM's), 27% declaran ser TIER 1, 29% son TIER 2, 17% TIER 3 y el 26% no declaró el tipo de empresa a la que pertenece.



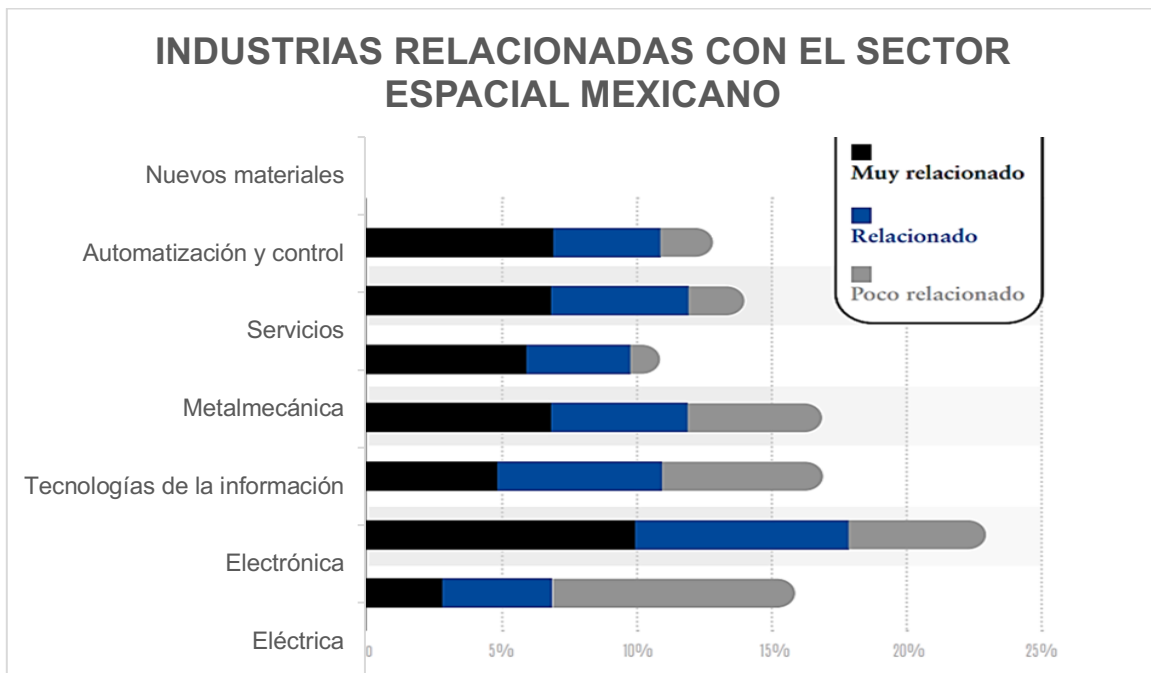
Fuente: (FEMIA, 2015)

Como parte del análisis de la situación actual de la industria mexicana, la Secretaría de Economía a través de ProMéxico, en 2017 (Secretaría de Economía, 2017), realizó una encuesta en línea con actores de la triple hélice. En la encuesta participaron cerca de 300 instituciones relacionadas con la industria espacial



mexicana desde los sectores académico, empresarial y gubernamental. Los resultados de esta encuesta constituyen información de primera mano que fue tomada en cuenta en la definición de la estrategia. El grupo de expertos definió a la industria electrónica como la más relacionada con la industria espacial (el estudio no incluye a la industria aeronáutica por su alta de relación con la industria). Entre los encuestados, cerca de 30 por ciento también considera que la industria electrónica es la que mayor relación tiene con el sector espacial. Después de la industria electrónica, los sectores metalmecánicos, de automatización y control y de nuevos materiales se identificaron como las industrias más relacionadas con las actividades espaciales en México. Estos resultados son muy relevantes para el análisis de complemento entre la capacidad instalada en las industrias mexicanas y su potencial para integrarse a la industria espacial, los resultados se muestran en la gráfica 2.

Gráfica 2



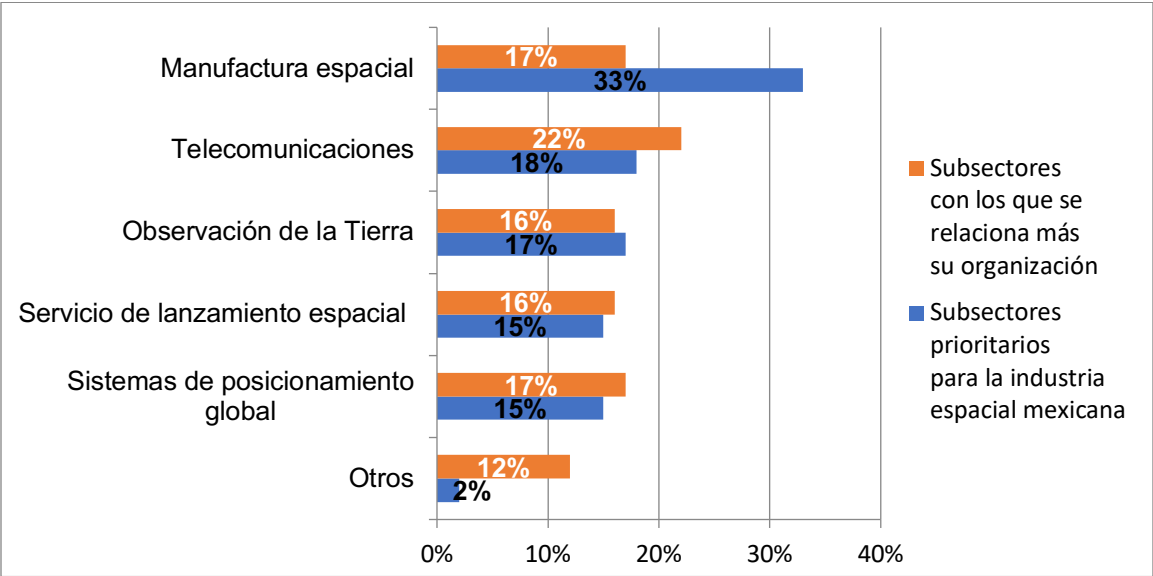
Fuente: Resultados del Taller de expertos

Al preguntar al grupo de expertos(as) sobre los subsectores de la industria espacial que son prioritarios, la manufactura espacial obtuvo 33 por ciento de las respuestas; en segundo lugar, se ubicaron actividades enfocadas en el subsector telecomunicaciones, con 18.3 por ciento de las respuestas, mientras que la observación de la Tierra se ubicó como el tercer subsector prioritario, con 16.6 por ciento de las respuestas. Al analizar las actividades en las cuales se desempeñan las organizaciones a las que pertenecen las expertas y los expertos consultados, se constata que la mayoría, 22.4 por ciento, está relacionada con actividades de telecomunicación, mientras que 18 por ciento de las organizaciones de dedican actividades de manufactura y observación de la Tierra.

Estos resultados (gráfica 3) explican la tendencia que visualiza la triple hélice hacia un aumento de la participación de las organizaciones de la industria espacial en actividades de manufactura que actualmente son desarrollados.

Gráfica 3

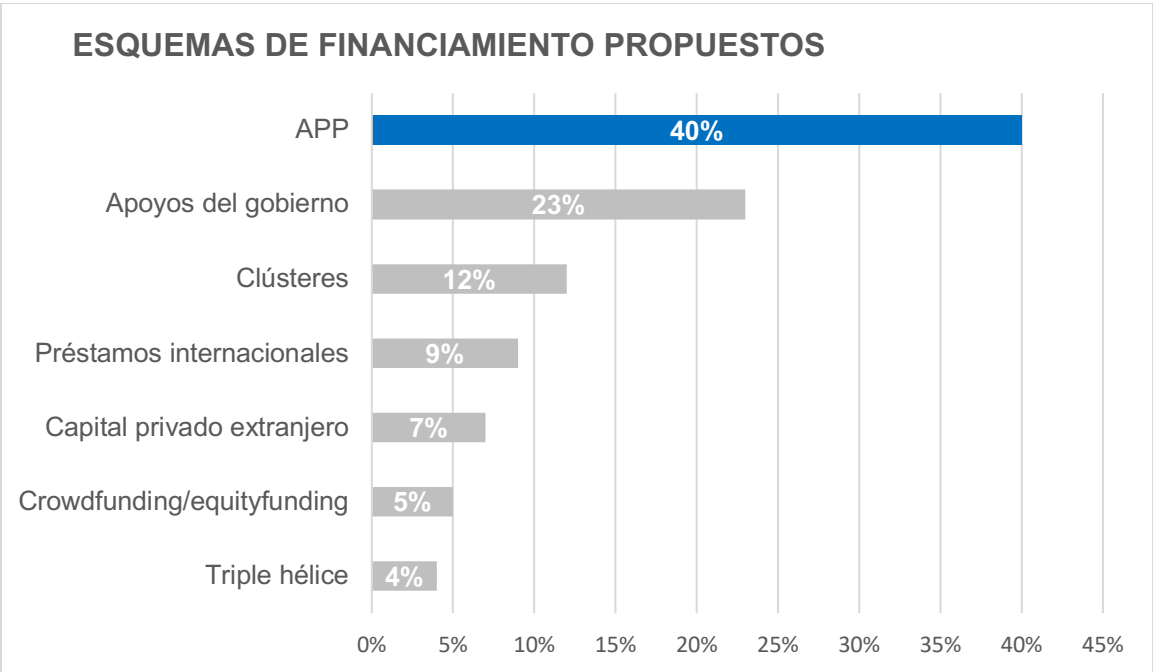
SUBSECTORES DE LA INDUSTRIA ESPACIAL



Fuente: Resultados del Taller de expertos

En la encuesta se incluyeron preguntas relacionadas con temas de financiamiento, programas educativos para mejorar el nivel de recursos humanos del sector y líneas de investigación para los centros de investigación en el sector espacial; mismos que la metodología del mapa de ruta identificó como factores críticos para el desarrollo del sector. En el tema financiero los expertos consideraron que las APP son el esquema de financiamiento más importante para el desarrollo del sector. El financiamiento gubernamental (gráfica 4) es el segundo tema con mayor número de menciones por parte de los integrantes de la triple hélice.

Gráfica 4

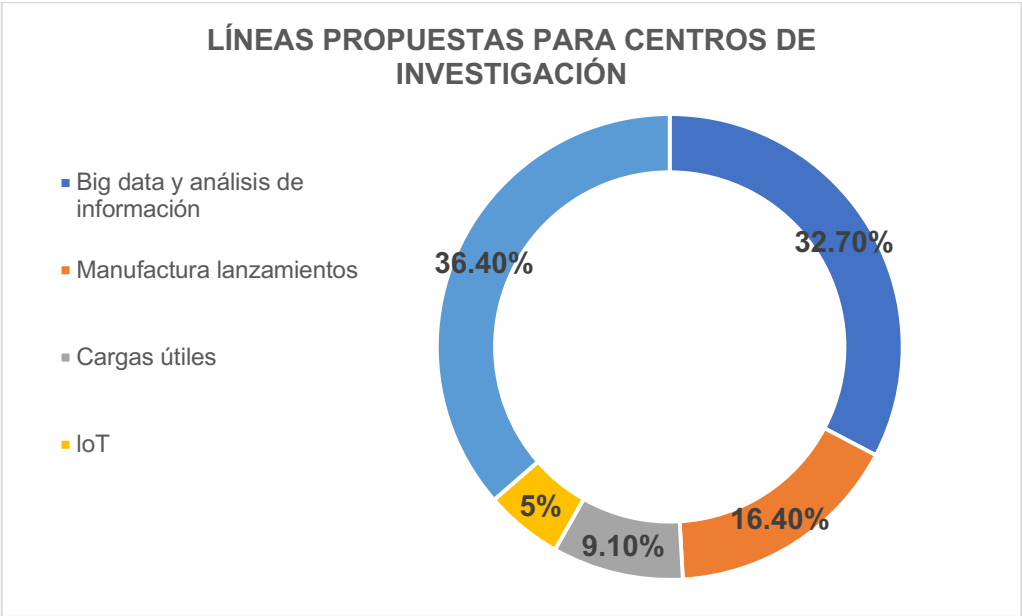


Fuente: Resultados del Taller de expertos

En lo que se refiere a recursos humanos, los expertos consideran que la capacitación a través de estancias de investigación en el extranjero y los intercambios de investigación con agencias de otros países, son los esquemas más viables para el desarrollo del capital humano especializado en el sector. Los expertos también consideraron que el desarrollo de capacidades en investigación de análisis de grandes datos y nuevos materiales enfocados a componentes de la industria espacial son temas relevantes; el desarrollo de capacidades en grandes

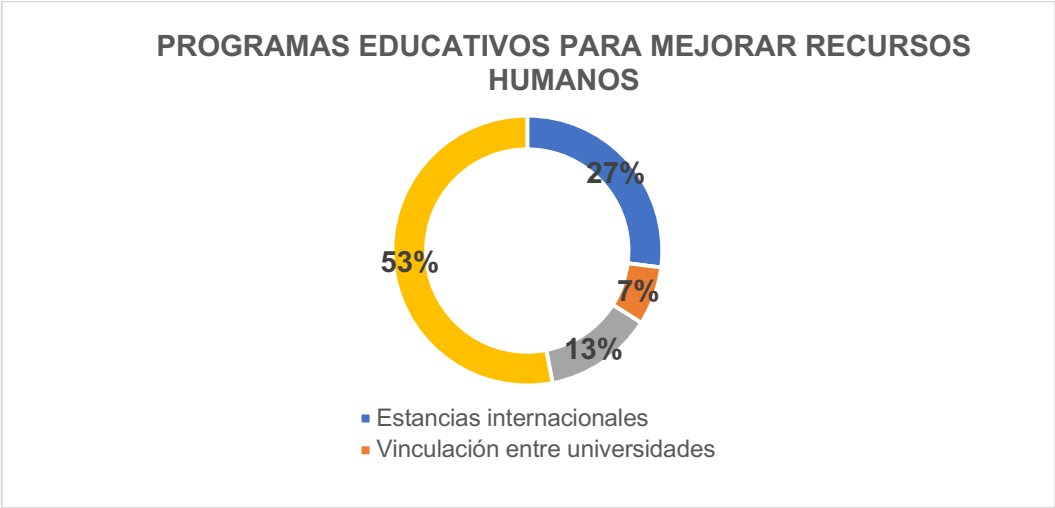
volúmenes de datos se identifica como esencial para el análisis de imágenes e información que envían los satélites a la tierra, mientras que las capacidades para materiales avanzados se relacionan con la construcción de nuevos vehículos espaciales. Gráficas 5 y 6.

Gráfica 5



Fuente: Resultados del Taller de expertos

Gráfica 6



Fuente: Resultados del Taller de expertos

## **Importancia de la Innovación en el sector Aeroespacial**

El sistema de innovación de un país constituye el conjunto de agentes, instituciones y prácticas interrelacionadas que conforman, actúan y participan en los procesos de innovación tecnológica y social que suceden en él, generando un ecosistema favorecedor para las actividades de Investigación, Las tecnologías exponenciales están transformando todos los ámbitos del quehacer humano: la forma como se produce, los patrones de consumo, los modelos de negocios, los canales de distribución, las ventajas competitivas y la manera como nos insertamos en las corrientes mundiales de comercio e inversión. La transformación está en marcha y México tiene la gran oportunidad de posicionarse como un actor destacado de este nuevo orden internacional si se aprovecha el impulso de las tecnologías exponenciales; si se digitalizan los procesos industriales; si se refuerzan las capacidades para crear diseños propios e innovar, y si somos capaces de sustituir el paradigma de agregar valor por el de crear valor. El Plan Nacional de Tecnología e Innovación del gobierno federal es una guía que apunta a esos propósitos y tiene como fin último elevar el bienestar y la calidad de vida de los ciudadanos (Ruiz Mondragón, 2019) y las innovaciones científicas tecnológicas en términos de aplicaciones espaciales son cada vez más accesibles a diferentes actores; de igual forma, hay una creciente demanda comercial por aplicaciones y servicios relacionados con el espacio, particularmente en lo que se refiere al procesamiento de grandes cantidades de datos complejos. El desarrollo de capacidades en tecnologías de la información —sobre todo aquellas relacionadas con robótica, grandes datos, ambiente 3D e internet de las cosas— están generando cambios estructurales en el sector espacial, además, esta industria ha impulsado el avance de otros sectores económicos, ya que la investigación y el desarrollo dentro del sector espacial crean procesos industriales, productos y nuevos materiales que son utilizados por una gran variedad de industrias, desde la de defensa y los sectores aeronáutico y automotriz, hasta la medicina, como sucede con muchas de las industrias resulta difícil delimitar las actividades y productos del sector espacial. En este sentido, se ha llegado al consenso de que existen tres ámbitos de influencia de la economía espacial: el de actividades derivadas o relacionadas con el espacio,

el de actividades dependientes del sector aeroespacial y el de actividades de exploración y producción espacial, ver gráfica 7. (Secretaría de Economía, 2017).

Gráfica 7

ACTIVIDADES DE EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN ESPACIAL

Etapa de desarrollo	Actividad	Productos y servicios	Organizaciones involucradas
	Investigación básica y aplicada	Investigación básica y aplicada	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Universidades</li> <li>* Centros de investigación</li> </ul>
	Soporte científico y tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Servicios de investigación y desarrollo</li> <li>Servicios de ingeniería (pruebas, diseño, etcétera)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Altran (Francia)</li> <li>* Serco Group (Reino Unido)</li> <li>* Universidad de Ulster (Reino Unido)</li> </ul>
	Proveedores de materiales y componentes	Materiales y componentes para sistemas espaciales y terrestres: pasivas (cables, conectores, transformadores, entre otros) y activas (transistores, semiconductores, entre otros)	<ul style="list-style-type: none"> <li>* M/A-COM (EEUU) Thales Electron</li> <li>* Devices (Francia)</li> <li>Composite Optics (EEUU)</li> </ul>
	Diseño y manufactura de equipo espacial y subsistemas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipo electrónico y software para sistemas espaciales y terrestres</li> <li>Subsistemas para manejo de datos</li> <li>Subsistemas de guía, navegación y control</li> <li>Subsistema de energía</li> <li>Subsistemas de comunicación</li> <li>Subsistemas de propulsión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Sodern (Francia)</li> <li>* Bradford Engineering B.V (Holanda)</li> <li>* Airbus Space Engineering (Italia)</li> <li>* Aeroex (EEUU)</li> <li>* Snecma (Francia)</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>* Airbus Space and Defence (Francia, Alemania)</li> </ul>

	Integradores y proveedores de sistemas completos	Satélites completos/ sistemas de órbita	* Boeing (EEUU)
		Vehículos de lanzamiento	* Israel Aircraft Industry (Israel)
		Centros de control y rastreo	

Fuente: OCDE. Handbook on measuring the space economy, 2016

La innovación es fundamental para acceder a fases más complejas de la cadena de valor. Tenemos que trascender de la manufactura y ensamble simple de piezas con diseños importados y acceder a fases del proceso productivo de mayor complejidad. Participar mayoritariamente en actividades más creativas, pasar de la manufactura a la *mentefactura*. Afortunadamente ya hay empresas mexicanas que lo están haciendo; proveedores que están proponiendo diseños propios a las grandes empresas tractoras, que introducen nuevos y más eficientes procesos, que los automatizan y que incorporan nuevos materiales. Sí hay empresas innovadoras, pero necesitamos crear un entorno propicio para que se multipliquen y se extiendan a todos los sectores productivos y por las distintas regiones del país. Esa es una de las vertientes más importantes de la estrategia nacional de innovación México se ha consolidado como un importante centro de la manufactura mundial y eso constituye un extraordinario punto de partida. Pero debemos romper la inercia del lento crecimiento económico que hemos padecido en los últimos lustros. La innovación es la gran apuesta para revitalizar las ventajas competitivas del país y crecer más. Tenemos a las industrias automotriz y de autopartes —muy exitosas, por cierto— con una importante presencia en los mercados internacionales. Sin embargo, no podemos conformarnos con eso. Tenemos que redoblar los esfuerzos para aumentar su cartera de proveedores nacionales y alinearlas a las grandes tendencias de la industria mundial: electromovilidad, conectividad y manejo autónomo, entre otras.

Desde luego hay más ejemplos de actividades muy dinámicas y con buena proyección internacional, como la de la movilidad futura en el Bajío, donde hay muchas y muy buenas empresas mexicanas; aeroespacial en Chihuahua; materiales avanzados en Monterrey; la de componentes de tercera generación en Baja California, y la agricultura inteligente en Sinaloa.

En el Plan Nacional de Tecnología e Innovación se han identificado ocho clústeres de innovación que constituirán la punta de lanza de la estrategia de innovación: aeroespacial; movilidad futura; materiales avanzados; energía eficiente, limpia y renovable; biomedicina, biotecnología y genética; agroindustria inteligente; Industria 4.0 e inteligencia artificial, y microelectrónica de nueva generación. (Ruiz Mondragón, 2019).

### **La cadena de valor de la industria aeroespacial**

La cadena de valor se apoya actualmente en dos pilares primordiales:

- 1) La descentralización de las actividades productivas y la I+D a lo largo de toda la cadena de valor, y
- 2) la intensificación de asociaciones para compartir los riesgos entre las empresas integradoras y sus principales integradores,

Las firmas integradoras y los fabricantes de equipos dominan a sus proveedores, quienes no tienen otra opción más que respetar las exigencias de sus clientes en el costo, calidad y la fecha de entrega, a finales de la década de 1980, surgió el concepto de sistema nacional e innovación (SNI) que busca dinamizar la colaboración industria-academia-gobierno. El sector comparte una base de conocimiento, tecnologías, insumos y demanda, así como formas de competencia y cooperación específicas. Esto se puede visualizar en tres dimensiones:

- i) La base del conocimiento y la tecnología remiten a varias cosas, primera instancia, hay que identificar quienes son los productores del conocimiento central (core), que tipo de competencias y habilidades técnicas y organizacionales se requiere, cuáles son los conocimientos periféricos, cual es la naturaleza y el ritmo de los flujos cognitivos. Asimismo, el conocimiento y la tecnología constituyen el marco para la organización del proceso productivo y delimitan las características del producto, las pautas y condiciones de aprendizaje para la mejora incremental del proceso productivo o de los productos, la inversión de recursos financieros, humanos e infraestructura para la I+D y las oportunidades de innovación. Sumado a los anterior (disponibilidad de conocimiento), las barreras de acceso y los mecanismos para su protección son aspectos que condicionan las formas de organización de las



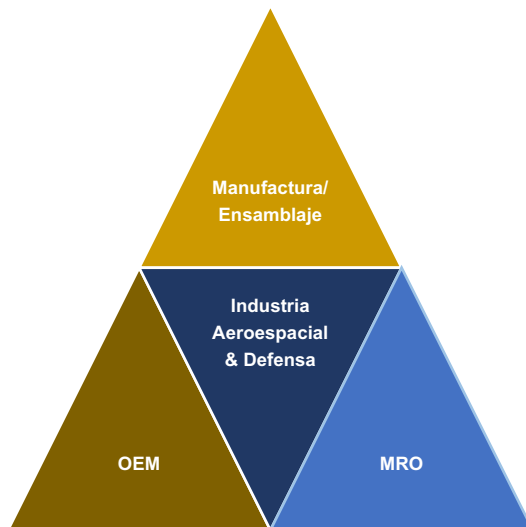
empresas, su comportamiento, el modo en el que procesa y transforma el conocimiento, y la forma en la que la busca, adquiere y articula con el que posee. Los centros más importantes de desarrollo industrial aeroespacial (IA) son Estados Unidos, Europa, y Canadá. En Europa destacan Francia, Alemania y Reino Unido, mientras que los países emergentes como China, India, Corea, Brasil y Rusia adquieren cada vez mayor cuota de mercado.

ii) Redes. La naturaleza y complejidad del producto y de su proceso de fabricación conlleva diferencias en términos de los insumos requeridos y del grado de integración o internalización de partes de productos. A partir de esos elementos se determinan las redes de subcontratación y de proveeduría, así como los mecanismos de coordinación (certificaciones, contratos, transferencia tecnológica) entre las empresas. Asociando al tema de las fuentes de conocimiento, se tiene la existencia de agentes que no son empresas, pero que proveen de recursos humanos y conocimiento, como las universidades y centros de investigación. También tenemos agencias de financiamiento, de capacitación técnica, de metrología y certificación, de pruebas y otros agentes llamados intermediarios que cumplen una función de traducción entre empresas y otro tipo de instituciones.

iii) La tercera dimensión es la de instituciones entendidas como reglas, estándares, normas y hábitos o comportamientos comunes y comportamientos por las empresas de un sector (incluye patrones y estándares organizacionales), codificadas y comunes a muchos sectores, como las leyes de propiedad intelectual, las normas ISO y la reglamentación en materia de protección del medio ambiente que impactan de manera diferente en el sector (Casalet Ravenna, 2013).

Las empresas de un sector pueden ubicarse en diferentes eslabones de una cadena de valor, en esta algunas fabrican los componentes más sencillos (por lo general son pequeñas y medianas empresas), otras fabrican equipos más sofisticados, módulos completos para el sub-ensamblaje y ensamble final, y un tercer grupo de empresas se dedica al diseño de nuevos componentes o productos. El conocimiento, las prácticas organizacionales, las técnicas de producción se difunden y comparten entre las diferentes empresas que conforman la cadena de

valor. Sin embargo, hay otros sectores en los que no existe necesariamente una cadena integrada, donde las empresas operan como unidades independientes que dominan el ciclo de producción y la cadena de valor. El enfoque de los sistemas sectoriales de innovación nos parece útil para comprender las formas de organización y cooperación entre empresas de un sector que traduce al mismo tiempo una cadena de valor y de producción, como es el caso de la aeronáutica. El desempeño del sector depende de las formas de coordinación cognitiva, la transferencia tecnológica, las pautas de aprendizaje y de coevolución entre las empresas. En este sector, el proceso productivo se organiza en unidades relativamente independientes que pueden estar dispersas en diferentes puntos geográficos del planeta o en una misma zona geográfica, pero articuladas en torno a la aplicación de especificidades técnicas (dimensión, calidad, seguridad, etc.) de las diferentes piezas que se integran en componentes, módulos y sub-ensamblajes del producto final. Gráfica 8.



Fuente: (Secretaría de Economía, 2017)

En la evolución de la industria aeroespacial a nivel internacional, destaca hoy la construcción de Vehículo Aéreo no Tripulado (UAV), comúnmente conocido como “drone”, es un avión sin piloto humano a bordo. Su vuelo se controla de forma autónoma por ordenadores en el vehículo o en el mando a distancia de un piloto en tierra. Por lo general, se despliegan en actividades y aplicaciones militares, y recientemente ha incrementado su uso recreacional. En 2016, el valor de mercado

de UAV militares alcanzó los 8.5 mil millones de dólares y se espera que crezca a una tasa compuesta anual de 4.89 % para llegar en 2026 a una cifra cercana a los 13.7 mil millones de dólares. América del Norte se proyecta como el líder del mercado con un crecimiento del 32% durante el período, seguido de Europa con un 31%, y Asia Pacífico con un 30%. El mercado de Medio Oriente para vehículos aéreos no tripulados se espera participó con el 4%, seguido de los mercados de América Latina y África, con un 2%<sup>6</sup>. Actualmente en México se tienen detectadas diversas empresas ensambladoras de vehículos aéreos no tripulados o drones, Baja California, Querétaro, Nuevo León, Jalisco y la Ciudad de México son algunas de las entidades del país en donde esta actividad ha tomado fuerza en el diseño y fabricación de estos aparatos (Secretaría de Economía, 2017).

### **Estrategias para seguir en la Industria Aeroespacial Mexicana**

Es imprescindible la institucionalización del Pro-Aéreo 2012-2020, (Secretaría de Economía, 2017) lo que permitirá generar los recursos humanos y financieros necesarios, generar la confianza de los inversionistas requerida y establecer los mecanismos para asegurar el cumplimiento de los compromisos y metas.

#### **Ejes temáticos**

Los insumos básicos para la definición de una estrategia sustentada en hitos son el análisis FODA de la situación actual del sector espacial mexicano y el análisis prospectivo para identificar y estudiar las tendencias internacionales en temas espaciales, presentados en el mapa de ruta a través de cuatro ejes principales, sobre los cuales se desprenden una serie de hitos y sus factores críticos de implementación. Estos ejes se refieren a los temas de:

- Innovación y nichos de oportunidad para la industria y servicios convergentes (observación de la Tierra, protección civil y cambio climático entre otros) incluye la exploración y aprovechamiento de nichos de oportunidad en los que México deba desarrollarse, considerando las capacidades actuales instaladas y aquellas áreas que presentan mayor potencial para la participación del sector privado. En ese sentido, también se incluye la

definición y coordinación del marco regulatorio para alentar, dar certidumbre y competitividad internacional a dichas actividades.

- Autodeterminación en el desarrollo de las actividades espaciales y cooperación para el fortalecimiento del sector espacial mexicano se refiere a la necesidad de que México cuente con la posibilidad de decidir sobre su acceso al espacio, lo que incluye sus posiciones orbitales actuales y futuras, la capacidad de desarrollo de naves espaciales y la posibilidad de colocación (lanzamiento) y control en el espacio de éstas.
- Impulso a la cadena de valor del sector e impulso al desarrollo industrial, productos y servicios, está enfocado en el desarrollo de las capacidades industriales y de infraestructura necesarias para que México tenga una participación en el mercado espacial internacional. Dado el tamaño de la economía del país, es alta la probabilidad de que México tenga una participación significativa en alguno de los segmentos de la cadena de valor global de la industria espacial, incluyendo los puertos espaciales.
- Fomento al acceso digital y al desarrollo de aplicaciones y soluciones está enfocado en el desarrollo de capacidades para incrementar el grado de conectividad del país y la explotación de oportunidades en cuanto a contenidos y aplicaciones basados en servicios en línea.

### Hitos estratégicos

En el mismo Pro-Aéreo 2012-2020 se marcan cuatro hitos estratégicos, definiéndolo como una meta u objetivo que se establece con base en el análisis prospectivo de tendencias. De acuerdo con la metodología SMART, para que un hito sea considerado estratégico, debe ser:

- *Específico*. Claro sobre qué, dónde, cuándo y cómo va a cambiar la situación
- *Medible*. Que sea posible cuantificar los fines y beneficios
- *Realizable*. Que sea posible lograr los objetivos, conociendo los recursos y las capacidades a disposición de la comunidad
- *Relevante*. Que sea posible obtener el nivel de cambio reflejado en el objetivo

- *Limitado en tiempo.* Estableciendo el periodo de tiempo en el que se debe completar cada uno de los objetivos

HITO 1	Proyecto	Objetivos y Descripción
<p>En 2035, México atiende las necesidades de los mercados públicos y privados convergentes, ligados al sector espacial y se posiciona entre los tres líderes mundiales en términos de global share market, con una participación de 40 por ciento de dichos mercados, incluyendo el uso de tecnologías espaciales para la atención de la población y el cambio climático. De forma no exhaustiva, algunos de los mercados a considerar son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Satélites de observación y sus aplicaciones en cambio climático, alerta temprana, seguridad nacional, agropecuario y gestión de recursos.</li> </ul>	<p>1. Actualización del inventario de capacidades industriales, de innovación y servicios, vigilancia tecnológica de las capacidades y estado del arte</p>	<p>Actualizar y relacionar las bases de datos disponibles para generar el inventario de capacidades industriales, de innovación y servicios que existen en las diversas regiones del país e identificar los mercados con potencial para la participación mexicana, especialmente aquellos que por sus características representan mayores oportunidades en el corto y mediano plazos.</p>



	<p>datos satelitales</p> <p>4. Fortalecimiento del Comité Técnico Nacional de Normalización del Espacio como órgano</p>	<p>principalmente los organismos que han hecho una adquisición y uso intensivo de los mismos—, con el fin de clasificarlos, contar con información confiable del acervo disponible, y establecer las bases para la utilización de dicho acervo para dar certidumbre a la comunidad que podría llegar a utilizarlo.</p> <p>Fortalecer al Comité Técnico Nacional de Normalización del Espacio (COTENNE) como el organismo de normalización del sector, así como generar un esquema de acreditación</p>
--	---	---

	<p>de normalización del sector espacial y coordinación con la Entidad Mexicana de Acreditación para la acreditación de laboratorios del sector</p> <p>5. Establecimiento del clúster mexicano de organización de industrias y servicios ligados al espacio</p> <p>6. Desarrollar una estrategia de</p>	<p>de laboratorios de prueba y de organismos de certificación, con base en lo establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN).</p> <p>Establecer el clúster mexicano de industrias y servicios ligados al sector espacial, que permita el intercambio de información y la realización de acciones comunes a la triple hélice y a la sociedad.</p> <p>El desarrollo de un proyecto integrador y detonador del diseño y</p>
--	--	---



	<p>diseño, manufactura y puesta en servicio de satélites pequeños (proyecto integral y detonador)</p>	<p>manufactura de un sistema de servicios a través de satélites pequeños debe estar sustentado en una estrategia sólida que enfatice la cooperación y coordinación de la triple hélice. Se persiguen logros concretos, tangibles y significativos en el corto plazo, con una visión de articulación para todo el sector. Se propone que en 18 meses y con un presupuesto extremadamente moderado, se ponga en órbita al menos el primer nodo —idealmente dos— de una red satelital sinérgica de satélites pequeños de órbita baja.</p>
--	---	--

	<p>7. Realizar estudio de análisis de mercados estratégicos y de oportunidad para el país en materia espacial</p> <p>8. Desarrollo de estrategias especializadas para los mercados estratégicos definidos por el estudio</p>	<p>Tiene la finalidad de definir los mercados con potencial para la participación mexicana y aquellos que por sus características son los que representan más oportunidad en el corto y mediano plazo.</p> <p>Establecer estrategias específicas (mapas de rutas) por mercado de oportunidad y estratégico para definir cuáles son los proyectos necesarios para incursionar en estos mercados.</p>
--	--	---

<b>HITO 2</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Objetivos y Descripción</b>
Para 2036, garantizar el acceso al espacio afianzando la capacidad de decisión para la preservación y	1. Definir explícitamente las competencias de los organismos nacionales en la	Identificar las posiciones orbitales que se encuentran en fechas cercanas de expiración, ya sea porque la

<p>ampliación de los recursos de órbitas y del espectro radioeléctrico correspondiente y el establecimiento de dos posiciones orbitales adicionales.</p>	<p>identificación y el seguimiento de las fechas de reposición de los satélites y establecer los mecanismos y políticas que garanticen un programa de conservación y ampliación de las posiciones orbitales satelitales y las frecuencias necesarias</p>	<p>presentación filing está próxima a vencer ante la UIT o porque la vida remanente del satélite se encuentra próxima a concluir. Esto permite contar con información suficiente para definir una estrategia de conservación de dichas posiciones. Adicionalmente, será necesario realizar una solicitud internacional de posiciones satelitales a partir de la realización de un proyecto ejecutivo que responda a las proyecciones de la demanda en función del segmento de comunicaciones del que se pretende explotar las posiciones orbitales ya sea con fines gubernamentales o comerciales. Los principales responsables de este proyecto serán la SCT, el Instituto Federal</p>
--	--	---

	<p>2. Política y bases de coordinación y planeación para garantizar la gestión de las órbitas y el espectro radioeléctrico asociado</p> <p>3. Actualización de catálogo integral de capacidades de laboratorios asociados</p>	<p>de Telecomunicaciones (IFT) y la AEM.</p> <p>Establecer un acuerdo formal entre las entidades responsables de la gestión de órbitas y frecuencias y de las actividades espaciales.</p> <p>Integrar un catálogo integral, actualizado, de los laboratorios existentes a nivel nacional en materia espacial y afines, para identificar el alcance de las pruebas que se pueden realizar. Asimismo, se busca identificar si estos laboratorios cuentan con algún tipo de acreditación o están en proceso de obtenerla. Esta estrategia será desarrollada por un grupo de trabajo multidisciplinario, en el</p>
--	---	--

	<p>4. Creación de la primera red de grupos de inversionistas de capital de riesgo para proyectos de infraestructura espacial</p>	<p>que participarán instituciones académicas y la iniciativa privada. El catálogo final estará disponible al público general y contendrá información sobre los datos de contacto y alcances de cada laboratorio.</p> <p>Impulsar una red de inversionistas de capital de riesgo para proyectos de infraestructura espacial, que sea un mecanismo financiero complementario a las fuentes tradicionales de financiamiento.</p>
--	--	---

<b>HITO 3</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Objetivo y Descripción</b>
<p>Para 2026, se tendrá un papel reconocido en el desarrollo de componentes, productos y servicios, con una participación de aproximadamente 1 por</p>	<p>1. Análisis de prospectiva tecnológica para la vinculación del sector nacional de tecnologías de la</p>	<p>Elaborar un estudio que identifique los nichos de oportunidad de México para la adaptación o inserción de capacidades del sector de tecnologías de información (tanto</p>

<p>ciento del mercado global —equivalente a 3 mil millones de dólares.</p>	<p>información con el sector espacial</p> <p>2. Política y bases de coordinación y planeación para dar certidumbre y fomentar las actividades para el desarrollo de lanzadores en México</p>	<p>hardware como software) en el sector espacial.</p> <p>Establecer un acuerdo formal entre las entidades responsables de dar certidumbre jurídica y fomentar las actividades para el desarrollo y utilización de lanzadores en México. Se requerirá la identificación del marco legal y normativo que regula la actividad espacial y, en su caso, desarrollar la regulación complementaria necesaria para, bajo un programa definido, sentar las bases legales y normativas para el desarrollo de lanzadores en territorio nacional. También será necesario constituir una coordinación multisectorial que estudie el marco legal para el desarrollo, integración y operación de lanzadores en México, así como el</p>
--	--	---

	<p>3. Integrar un grupo gestor multidisciplinario para la identificación y análisis de mercados estratégicos y de oportunidad para el país en materia espacial, desarrollo de estrategias especializadas en función de los mercados de alto valor identificados, y desarrollar un programa piloto para</p>	<p>marco normativo internacional para el desarrollo de vehículos de lanzamiento. Este estudio deberá considerar las principales economías con actividad espacial, así como aquellas economías emergentes similares a la mexicana.</p> <p>Conformar un Grupo Gestor Multidisciplinario (GGT) para coordinar las actividades del proyecto de desarrollo de un programa piloto para lanzadores en México. El GGT deberá estar integrado por científicos, tecnólogos y actores con un perfil para gestión de proyectos tecnológicos, y estará a cargo de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar la planeación estratégica de las etapas de desarrollo del programa piloto.</li> </ul>
--	--	---

	<p>lanzadores en territorio nacional</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar las fuentes de financiamiento para la ejecución del proyecto.</li> <li>• Realizar un diagnóstico preliminar de recursos humanos y capacidades nacionales de carácter académico, industrial, gubernamental y de infraestructura, que puedan servir para desarrollar las etapas del proyecto.</li> <li>• Proponer acuerdos de cooperación internacional que propicien la transferencia tecnológica.</li> <li>• Integrar un grupo de trabajo para definir las especificaciones técnicas del pilotaje.</li> <li>• Realizar el análisis de la misión.</li> <li>• Reunir a actores especializados para la elaboración del diseño.</li> </ul> <p>Impulsar el diseño y establecimiento de un</p>
--	--	---



	<p>4. Establecimiento de esquema de sistemas de compensaciones industriales para el sector espacial</p> <p>5. Impulsar el diseño y establecimiento de un esquema de compensaciones industriales (offsets) como una vía para elevar la competitividad de las industrias nacionales, impulsar las capacidades de diseño, investigación y desarrollo, propiciar la</p>	<p>esquema de compensaciones industriales (offsets) como una vía para elevar la competitividad de las industrias nacionales, impulsar las capacidades de diseño, investigación y desarrollo, propiciar la generación de propiedad intelectual, y asimilar y producir nuevas tecnologías.</p> <p>Esta estrategia tiene como propósito aumentar el contenido nacional en la construcción de satélites y en el segmento terrestre, mediante la cooperación y coordinación de la triple hélice. Durante su desarrollo e implementación, el clúster espacial mexicano tendrá un rol protagónico, ya que se encargará de representar las capacidades y necesidades de la</p>
--	---	--

	<p>generación de propiedad intelectual, y asimilar y producir nuevas tecnologías.</p> <p>6. Desarrollo de estrategia alianzas internacionales</p>	<p>industria espacial en México. Por su parte, a la red de innovación para aplicaciones del sector espacial le corresponderá la tarea de reflejar las necesidades y capacidades de la academia y del gobierno. Para esta actividad deberán considerarse los estudios de estado del arte y nichos de oportunidad que se obtendrán de la observación tecnológica y de los análisis de mercados estratégicos y de oportunidad para el país.</p> <p>El desarrollo de esta estrategia deberá partir de un análisis prospectivo de tecnología, servicios, mercados y competidores de la industria espacial, y debe constituir una visión holística para el desarrollo de</p>
--	---	--

		capacidades industriales que impulse a México como un importante actor en el mercado global.
--	--	--

<b>HITO 4</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Objetivos y Descripción</b>
Para 2026, desarrollar la infraestructura espacial necesaria para aumentar en 25 por ciento la cobertura de conectividad en América Latina.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Creación de la red latinoamericana de protección civil por tecnología satelital</li> <li>2. Desarrollo de la estrategia para lograr la integración nacional de 45 por ciento para aplicaciones del sistema de comunicaciones para seguridad nacional</li> <li>3. Análisis de alternativas de sitios para</li> </ol>	<p>Posicionar a México como líder de la región en temas de protección civil.</p> <p>Aprovechar las capacidades industriales nacionales para generar negocio y agregar valor a las cadenas globales del sector espacial.</p> <p>Realizar un análisis que permita identificar las zonas del país con</p>

	<p>ubicación de puertos espaciales dentro del territorio nacional y disponibilidad de dichas zonas</p> <p>4. Realizar un análisis que permita identificar las zonas del país con potencial para la ubicación de puertos espaciales, así como la disponibilidad de dichas zonas. Para cada zona identificada se establecerán los tipos de lanzamiento que es factible realizar</p>	<p>potencial para la ubicación de puertos espaciales, así como la disponibilidad de dichas zonas. Para cada zona identificada se establecerán los tipos de lanzamiento que es factible realizar</p> <p>El propósito es desarrollar infraestructura de puertos espaciales, para lo que el grupo integral de trabajo deberá considerar las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión profunda del marco legal y regulatorio aplicable.</li> <li>• Desarrollo de la planeación estratégica de las etapas para la integración de una base nacional de lanzamientos.</li> <li>• Identificación de fuentes de financiamiento para la ejecución del proyecto.</li> <li>• Diagnóstico preliminar de recursos humanos y</li> </ul>
--	---	---

		<p>capacidades nacionales de carácter académico, industrial, gubernamental y de infraestructura, que puedan servir para desarrollar las etapas del proyecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Propuesta de acuerdos de cooperación internacional que propicien la transferencia de tecnología al país.</li> <li>• Análisis de la misión.</li> <li>• Convocatoria a actores especializados para la elaboración del diseño.</li> <li>• Actividades de coordinación para la implementación del proyecto.</li> </ul>
--	--	--

Fuente: elaboración propia en base a Plan de Órbita 2.0: Mapa de Ruta del Sector Espacial Mexicano (Secretaría de Economía, 2017)

Por otro lado, se han definido cinco grandes estrategias, para lograr los objetivos y visión planteada:

1) Promoción y desarrollo del mercado interno y externo.

- Aprovechar compras nacionales para el desarrollo de la industria (compras de gobierno y sistemas de compensación “Offsets”).
- Participación en proyectos y programas internacionales (Proyectos estratégicos).

- Definición de los nichos de México en la cadena de suministro y redes de innovación globales (Especialización país) e identificar los polos de competitividad asociados.
- 2) Fortalecimiento y desarrollo de las capacidades de la industria nacional
- Contar con una cadena de proveedores desarrollada e integrada.
  - Enfoque integral del ciclo de vida del producto: diseño, ingeniería, manufactura y reparación.
  - Desarrollo de clusters actuales.
  - Facilitar la Internacionalización de empresas establecidas en México y atracción de inversiones estratégicas (IED, IEN, Joint Ventures, Alianzas Estratégicas, Venture Capital, etc.).
  - Especialización por servicios o productos de la cadena global de suministro.
- 3) Desarrollo de capital humano necesario:
- Impulso a la formación, capacitación, especialización y asistencia técnica para el desarrollo de especialistas en sus diferentes niveles, en el sector aeroespacial.
    - a) Definición de programas conjuntos con vocación aeroespacial entre la FEMIA, la SEP, gobiernos estatales, CONACYT, COMEA.
    - b) Desarrollo de carreras técnicas especializadas.
    - c) Desarrollo de personal certificado.
- 4) Desarrollo tecnológico:
- Establecimiento de Centros de Desarrollo Tecnológico específicos para la industria, con participación del sector industrial en los principales clusters.
    - a) Desarrollo de nuevas áreas tecnológicas.
    - b) Desarrollo específico de I+D+i, vinculado a las necesidades de la industria.
    - c) Vinculación de actores (CDT, universidades, y CONACYT) y mecanismos (AERIS, Redes) para soporte y desarrollo de proyectos conjuntos.
  - Laboratorio(s) de pruebas y diseño específico para la industria con participación del sector industrial.

- Desarrollo de nuevos materiales (compuestos, nano...), con participación del sector industrial.
- Diseño, desarrollo, fabricación y ensamble de un módulo de motor.
- Ensamble de un avión con al menos un contenido nacional del 50%.

5) Desarrollo de factores transversales:

- Marco Institucional.
- Adopción de mecanismo de coordinación y gestión del sector.
- Programa de apoyos específico para el sector.
- Financiamiento.
- Regulación (Facilitación y estrategia arancelaria).
- Infraestructura, Certificaciones, Logística y Centros Tecnológicos.
- Acuerdos internacionales.

Dentro de la aplicación de las estrategias será fundamental buscar:

- 1) Participación de México en programas internacionales que le permitan acceso a nuevas tecnologías y mercados.
- 2) Establecimiento de programas de compras nacionales estratégicas y de Offsets, asegurando el desarrollo y la participación de la industria nacional en proyectos del mercado interno.
- 3) Apoyos presupuestarios federales específicos para el sector, que impulsen el crecimiento de la industria nacional (apoyos verticales).
- 4) Financiamiento adecuado para el sector aeroespacial.

### **Importancia de los Clústeres para el crecimiento del sector aeroespacial**

Historia y evolución del Clúster Aeroespacial en México.

Los orígenes de la industria aeroespacial en México se pueden ubicar en los años 1900, cuando el primer avión llegó para ser ensamblado. Ya en esas épocas México incursionaba en la construcción de partes de avión como la hélice (Anahuac) y el motor (Aztatl) llegando a construir no solo un avión totalmente mexicano (el 16 de mayo de 1917) sino hasta una flotilla para exhibiciones aéreas. Los aviones de la época se utilizaron para correo aéreo, transporte de pasajeros y

también para la guerra en la revolución mexicana. Entre 1924 y 1934 se crean las compañías aéreas; Mexicana de Aviación y Aeroméxico que serían las empresas dominantes en el transporte aéreo. Desafortunadamente el futuro prometedor sufrió un estancamiento por más de 50 años (las causas no son muy precisas). No obstante, las condiciones geográficas y los bajos costos de manufactura sumados a la gran capacidad de la mano de obra mexicana han logrado reactivar el sector en nuestro país. Desde la llegada de la compañía Honeywell (1976) a la ciudad de Chihuahua, siguiendo con Bombardier en Querétaro (2006) y paralelamente Rolls-Royce en Sonora, por mencionar algunos El primer clúster de manufactura aeroespacial en Querétaro en 2005, se inicia una nueva etapa para México en la competencia. Otros eventos importantes que han ayudado a que el sector se

esté consolidando en nuestro país son la creación de algunos organismos y asociaciones que fomentan el sector y apoyan a las empresas para alcanzar los estándares requeridos por la industria. En 2007 se crea la universidad aeroespacial de Querétaro UNAQ y se establecen la Federación Mexicana de la Industria aeroespacial FEMIA y el Consejo Mexicano para la Industria Aeroespacial COMEA. Para el año 2010 se formalizó la Agencia Espacial Mexicana AEM. Gracias a que desde 2006 a 2013 se han establecido diversas empresas que dan servicio al sector y a que se tienen planes de desarrollo del gobierno, más el interés de la IED en nuestro país, actualmente se contempla la industria aeroespacial mexicana como un sector estratégico para el desarrollo económico productivo y competitivo de México en los siguientes decenios. (Méndez P, Romero H, León M, Hernández Arce, & Nuño de la Parra, 2014).

Para que se pueda decir que se tiene un clúster es necesario que se cumplan cuatro premisas:

1. Contar con una empresa ancla en la región.
2. Contar con una masa crítica de empresas con capacidad de satisfacer la demanda.
3. Tener empresas de soporte y diferenciadoras.
4. Contar con el interés y apoyo del gobierno.



De acuerdo a lo anterior en México ya se contaba con empresas establecidas dedicadas a esta industria desde la década de 1970, sin embargo, no se podía hablar aun del concepto de Clúster debido a que no se cumplía con las premisas 1, 2 y 3. Estas condiciones comenzaron a cumplirse en México y a partir de la llegada de la Empresa Canadiense Bombardier y el desarrollo de varios clústeres exitosos en el país como por ejemplo Mexicali, Guaymas-Sonora y Chihuahua, entonces la clusterización de la industria aeroespacial en México comenzó a consolidarse en el país, convirtiéndose en un sector estratégico para el desarrollo del país, que ha mantenido un fuerte crecimiento en los últimos años a razón de 20% anual desde 2004. Se han formado 17 clústeres en el mismo número de entidades federativas (Pro aéreo 2012-2020) y en diferentes niveles de desarrollo, los más destacados se muestran en los siguientes cuadros de elaboración propia con datos de (Lara & Flores, 2016).

CUADRO 1. Localización de las plantas en Querétaro

Ubicación de la planta	Frecuencia	Porcentaje
Colón	14	20.0
Corregidora	1	1.43
El Marqués	15	21.42
Pedro Escobedo	2	2.86
Querétaro	35	50.0
otros	3	4.29
TOTAL	70	100

CUADRO 2. Localización de las plantas en Baja California

Ubicación de la planta	Frecuencia	Porcentaje
Tijuana	44	61.11
Mexicali	16	22.22
Tecate	6	8.34
Ensenada	5	6.95
Rosarito	1	1.38
TOTAL	72	100

CUADRO 3. Localización de las plantas en Sonora

Ubicación de la planta	Frecuencia	Porcentaje
Agua prieta	2	3.63
Cumpas	1	1.82
Guaymas- Empalme	23	41.82
Nogales	19	34.55
Ciudad Obregón	3	5.45
Hermosillo	7	12.73
72 total	55	100

CUADRO 4. Localización de las plantas en Nuevo León

Ubicación de la planta	Frecuencia	Porcentaje
Apodaca	7	25.00
Ciénega de las Flores	2	7.14
San Nicolás de los Garza	3	10.72
Santa Catarina	5	17.86
Pedro Garza García	2	7.14
Guadalupe, Nuevo León	2	7.14
Monterrey, Nuevo León	7	25.00
Total	28	100

CUADRO 5. Localización de las plantas en Chihuahua

Ubicación de la planta	Frecuencia	Porcentaje
Chihuahua	Todas	100%

## Conclusiones

El sector aeronáutico podría triplicarse en los próximos 10 o 15 años, sin embargo, entre las empresas de menor tamaño, existen dificultades para entender y aprovechar las oportunidades que brindan los avances científicos y tecnológicos. Fumec ha trabajado con más de 5 mil pymes, que han tenido una respuesta muy favorable y han sido muy exitosas gracias a la comprensión tanto de los avances tecnológicos, como del funcionamiento de los mercados y la manera de adaptarse

a ellos. Pero ¿Qué deberíamos hacer como país para que más empresas e industrias mexicanas se integren a las cadenas globales de valor?

La respuesta está en desarrollar proveedores, es decir, crecer la cadena de proveeduría y de los inventarios de capacidades industriales. entre estas empresas de menor tamaño, pues las empresas que invierten quieren llegar a un entorno con proveedores listos, no a crearlos. Segundo, seguir trabajando con las universidades y escuelas técnicas, para asegurar que estén preparadas para formar el nuevo talento que se requerirá. Tercero, digitalizar. Las empresas que no estén digitalizadas se van a quedar fuera. Se requiere información oportuna dentro de la planta, así como modelado y simulación. Para eso, desde luego, se necesita acceso a internet de banda realmente ancha (Máynez Gil, 2019).

Otro de los principales retos en México es el desarrollo de talento. Necesitamos crear un ecosistema que impulse la innovación para satisfacer las necesidades del mercado. Para fortalecerlo es necesaria la vinculación permanente entre el sector productivo y las universidades, de manera que exista una constante actualización de los programas de estudio y que los estudiantes reciban una preparación académica acorde con los desafíos que enfrentan las empresas en el mundo real

Y se puede concluir con las **Metas** planteadas en el sector a alcanzar en el 2020:

- 1) Ubicar al país dentro de los primeros 10 lugares a nivel internacional, en exportaciones.
- 2) Exportar más de 12,000 millones de dólares de bienes aeroespaciales.
- 3) Contar con 110 mil empleos directos, entre 30% y 35% puestos de ingeniería
- 4) Integración nacional del 50% en la manufactura realizada para la industria
- 5) Segundo lugar del sector manufacturero en la razón valor agregado / ventas

## Referencias

- A21. (23 de 10 de 2019). *a21.com.mx/empresa*. (R. Arellano, Editor) Recuperado el 24 de octubre de 2019, de Resurge industria aeronáutica: <https://a21.com.mx/aeronautica/2019/10/23/resurge-industria-aeronautica>
- Barajas, G. (02 de julio de 2019). México y el avance de la industria aeroespacial. *Forbes*. Recuperado el 23 de octubre de 2019, de <https://www.forbes.com.mx/mexico-y-el-avance-de-la-industria-aeroespacial/>
- Barocio, R. (24 de abril de 2019). Sector aeroespacial permite crear cadenas de desarrollo para empresas: SE. *LNN*. Recuperado el 10 de noviembre de 2019, de <https://www.lanetanoticias.com/nacional/424645/sector-aeroespacial-permite-crear-cadenas-de-desarrollo-para-empresas-se>
- Becerril, D. (18 de julio de 2019). *Está Querétaro posicionado a nivel mundial en Industria Aeroespacial*. Recuperado el 05 de noviembre de 2019, de Industrial News Diseño : <https://www.industrialnewsbc.com/2019/07/18/es-queretaro-referente-a-nivel-mundial-en-industria-aeroespacial/>
- Capilla Vilchis, R. (14 de agosto de 2019). *A21,com.mx/empresas*. Recuperado el 23 de octubre de 2019, de <https://a21.com.mx/aeronautica/2019/08/14/en-5-anos-mexico-entra-al-top-de-la-industria-aeroespacial>
- Casalet Ravenna, M. (2013). *La industria Aeroespacial: complejidad productiva e institucional*. (F. México, Ed.) CDMX.
- De Anda M, N. (30 de agosto de 2018). *Entendiendo la Industria 4.0 y su contexto en México*. Recuperado el 11 de abril de 2019, de Factor Evolución: <https://www.factor.mx/portal/entendiendo-la-industria-4-0/>
- FEMIA. (2015). *Identificación de Capacidades Tecnológicas Nacionales en la Cadena de Valor del Sector Aeroespacial*. Estudio, CDMX. Recuperado el 05 de noviembre de 2019, de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/58971/186-1299\\_Federaci\\_n\\_Mexicana\\_de\\_la\\_Industria\\_Aeroespacial\\_C.V..pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/58971/186-1299_Federaci_n_Mexicana_de_la_Industria_Aeroespacial_C.V..pdf)
- González, L. (14 de enero de 2019). Industria Aeroespacial en México presentó crecimiento en sus exportaciones de 11% en el 2018. *El Economista*. Recuperado el 10 de marzo de 2019, de <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Industria-Aeroespacial-en-Mexico-presento-crecimiento-en-sus-exportaciones-de-11-en-el-2018--20190114-0086.html>

- INEGI. (marzo de 2018). Conociendo la Industria aeroespacial. *Colección de estudios sectoriales y regionales*. Aguascalientes, Aguascalientes, México. Recuperado el 24 de marzo de 2019, de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/315125/conociendo\\_la\\_industria\\_aeroespacial\\_23mar2018.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/315125/conociendo_la_industria_aeroespacial_23mar2018.pdf)
- Lara, I., & Flores, F. (marzo de 2016). Va que vuela la industria aeroespacial en México. *Somos Industria*. Recuperado el julio15 de 2017, de <https://www.somosindustria.com/articulo/va-que-vuela-la-industria-aeroespacial-en-mexico/>
- Magdaleno, M. (30 de octubre de 2019). Recuperado el 12 de noviembre de 2019, de [http://rim.com.mx/PORTAL/Services?operacion=busqueda\\_nota&INAUGURAN%20CENTRO%20DE%20INNOVACION%20AEROSPAIAL%20EN%20BAJA%20CALIFORNIA%20&id\\_notas=2635](http://rim.com.mx/PORTAL/Services?operacion=busqueda_nota&INAUGURAN%20CENTRO%20DE%20INNOVACION%20AEROSPAIAL%20EN%20BAJA%20CALIFORNIA%20&id_notas=2635)
- Máynez Gil, G. (julio-septiembre de 2019). Bancomext y el Vuelo de la Industria Aeroespacial Mexicana. (J. M. San Juan Orozco, Ed.) *Bancomext. La Inversión Extranjera Directa en la Era Digital*(19), 100. Recuperado el 12 de noviembre de 2019, de <http://www.revistacomercioexterior.com/articulo.php?id=878&t=bancomext-y-el-vuelo-de-la-industria-aeroespacial-mexicana>
- Méndez P, C., Romero H, J. A., León M, F. J., Hernández Arce, J., & Nuño de la Parra, J. P. (2014). Clúster Aeroespacial en Sonora. *Congreso Internacional de Investigación Científica Multidisciplinaria ICM ITESM Chihuahua Noviembre de 2014*. Chihuahua. Recuperado el 12 de noviembre de 2019, de [https://www.researchgate.net/publication/272158212\\_CLUSTER\\_AEROSPAIAL\\_PERFIL\\_COMPETITIVO\\_PARA\\_EL\\_ESTADO\\_DE\\_SONORA](https://www.researchgate.net/publication/272158212_CLUSTER_AEROSPAIAL_PERFIL_COMPETITIVO_PARA_EL_ESTADO_DE_SONORA)
- Niosi, J., & Zhegu, M. (2005). Aerospace Clusters: Local or Global Knowledge Spillovers? *Industry and Innovation*, 12(1), 5-29.
- Oxford Business Group. (13 de febrero de 2018). La industria Aeroespacial de México, visualiza nuevas alturas. *EmpreFinanzas*. Recuperado el 06 de abril de 2019, de <http://www.emprefinanzas.com.mx/?p=5154>
- Pineda, M. (2017). Los clústeres manufactureros de México en 2017. *Modern Machine Shop*. Recuperado el 09 de 2017, de <http://www.mms-mexico.com/art%3%ADculos/los-cl%3%BAsteres-manufactureros-de-m%3%A9xico-en-2017>

- ProMéxico. (17 de agosto de 2018). *ProMéxico impulsa al sector aeroespacial*. Comunicado, Coordinación de Comunicación Institucional, CDMX. Recuperado el 31 de marzo de 2019, de <https://www.gob.mx/promexico/prensa/promexico-impulsa-al-sector-aeroespacial?idiom=es>
- Romero Jiménez, M., Marmolejo Henderson, K., & Chávez Ramos, E. (2012). Estudio sobre la cooperación en El acuerdo Global Mexico-Unión Europea. *CEPAL*.
- Ruiz Mondragón, A. (octubre-diciembre de 2019). Innovación: clave para crecer más y distribuir mejor. (J. M. San Juan Orozco, Ed.) *Bancomext*, 100. Recuperado el 12 de noviembre de 2019, de <http://www.revistacomercioexterior.com/articulo.php?id=902&t=innovacion-clave-para-crecer-mas-y-distribuir-mejor>
- Secretaría de Economía. (2017). *PLAN DE ÓRBITA 2.0: MAPA DE RUTA DEL SECTOR ESPACIAL MEXICANO*. CDMX: ProMéxico. Recuperado el 25 de octubre de 2019, de <http://knoware.biz/wp-content/uploads/2018/02/plan-orbita-2.0.pdf>
- Secretaría de Economía. (2017). *Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial*. Recuperado el 05 de noviembre de 2019, de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/314141/ProA\\_reo2.0\\_publicar\\_050418.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/314141/ProA_reo2.0_publicar_050418.pdf)
- Vázquez, M. Á., & Bocanegra, C. (oct/dic de 2018). La industria aeroespacial en México: características y retos en Sonora. *Scielo: Problemas del desarrollo*, 49 (195 ). doi:<http://dx.doi.org/10.22201/iiiec.20078951e.2018.195.63183>