

Cadena de producción de la industria aeroespacial en México, 2021

Production chain of the aerospace industry in Mexico, 2021

CAROLINA GUADALUPE VICTORIA MARTÍNEZ,  <https://orcid.org/0000-0001-7908-5542>
Investigadora independiente, México, cvictoria@colmex.mx

Abstract

The article analyzes the organization and the production process of the aerospace industry in Mexico. Aerospace companies, their products, employment characteristics, and added value were identified. The production chain structures in Mexico, as well as in seven cities with the highest concentration of aerospace companies, were determined. It is concluded that Mexico has a positive global chain and is the second producer of aerospace items (raw materials, electronic and electrical components and parts, fuselage and structures, propulsion systems and structures, subassemblies of the subsystem, and fuselage) in Latin America.

Keywords: production chain, aerospace industry, Mexico, industrial location.

Resumen

El artículo analiza la organización y el proceso productivo de la industria aeroespacial en México. Se identificaron las empresas aeroespaciales, sus productos, características de empleo y su valor agregado. Se determinaron las estructuras de la cadena de producción en México, así como en siete ciudades que concentran un mayor número de empresas aeroespaciales. Se concluye que México tiene una cadena global positiva y es el segundo productor de artículos aeroespaciales (materias primas, componentes y partes electrónicas y eléctricas, fuselaje y estructuras, sistemas de propulsión y estructuras, subensamblajes del subsistema y fuselaje) en América Latina.

Palabras clave: cadena de producción, industria aeroespacial, México, localización industrial.

Recepción: 21 de junio de 2023 / Aceptación: 19 de diciembre de 2023 / Publicación: 27 de mayo de 2025



Esta obra está protegida bajo la
Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-Sin
Derivadas 4.0 Internacional



CÓMO CITAR: Victoria Martínez, Carolina Guadalupe (2025). Cadena de producción de la industria aeroespacial en México, 2021. *Economía, Sociedad y Territorio*, 25: e2211. <http://dx.doi.org/10.22136/est20252211>

Introducción

Actualmente, la industria aeroespacial es una actividad económica que ha tenido relevancia en México debido a su proceso de producción flexible e internacional. En el país, se ha presentado un crecimiento de empresas aeroespaciales, las cuales se han distribuido en distintas ciudades, pero principalmente se han concentrado en las ciudades de Chihuahua, Querétaro, Guaymas, Mexicali, Tijuana, Hermosillo y Nogales.

A escala mundial destacan los conglomerados de la industria aeroespacial en Montreal, Canadá; Washington (Boeing) y California (Boeing, Lockheed Martin, etcétera) en Estados Unidos; Toulouse, Francia (Arianespace/Astrium/Airbus/EADS); en Hamburgo, Alemania (Airbus/EADS); y en São José dos Campos, Brasil (Embraer) (Vázquez y Bocanegra, 2018).

La estructura de la cadena de producción de la industria aeroespacial es global y tiene distintos niveles, desde la materia prima hasta el ensamblaje de fuselaje y ventas. En ese sentido, el objetivo de este artículo es analizar la organización y el proceso productivo de la industria aeroespacial en México. Esta investigación es relevante debido al estudio minucioso sobre los productos aeroespaciales de la cadena de valor que fabrican las empresas localizadas en México y en las ciudades con mayor concentración de esta actividad económica.

El artículo se divide en seis partes. La primera corresponde a los antecedentes para comprender el proceso de globalización y la industria. La segunda es la estructura de la cadena de valor de la industria aeroespacial para conocer el proceso productivo de la actividad, su organización industrial y su patrón de distribución territorial en el contexto internacional. La tercera es la metodología para estudiar la organización y el proceso productivo en México para 2021. La cuarta es la industria aeroespacial en México, la cual trata de conocer cómo es la distribución territorial de la actividad económica a escala nacional y de ciudad. La quinta es la cadena de producción de la actividad aeroespacial en México y de las ciudades de Chihuahua, Querétaro, Guaymas, Mexicali, Tijuana, Hermosillo y Nogales. Por último, se presentan las conclusiones.

Como parte de la metodología se ubican las empresas aeroespaciales, con base en el Directorio de Unidades Económicas 2021 (año de la elaboración de esta investigación) en México, en aquellas ciudades con mayor concentración de la actividad económica relacionada, las ciudades contabilizadas resultan ser siete. Asimismo, se realiza una búsqueda de los productos elaborados por

las 138 empresas en México, de las cuales 115 están localizadas en las siete ciudades. Posteriormente, se construyen las estructuras de la cadena de producción a escala de país y de dichas siete ciudades. Por último, se detallan aspectos económicos como personal ocupado, valor agregado e índice de productividad en México y en las ciudades.

Los resultados en este artículo indican que la industria aeroespacial tiene un proceso de producción internacional y una cadena de valor global, el cual incluye cuatro niveles y una organización de conglomerados industriales. En 2021, México tenía 138 empresas aeroespaciales, de las cuales 119 (86%) se concentraban en los estados de Sonora, Chihuahua, Baja California y Querétaro, y a escala de ciudad, 115 empresas (83%) concentradas en Chihuahua, Querétaro, Guaymas, Mexicali, Tijuana, Hermosillo y Nogales. En México se producen principalmente materias primas; componentes y partes electrónicas y eléctricas; fuselaje y estructuras; sistemas de propulsión; y estructuras, subensamblajes del subsistema y fuselaje.

En términos económicos, la actividad aeroespacial se desarrolla en empresas de tamaño mediano y grande (70%), distinta a la actividad manufacturera, la cual tiene más empresas micro (94%). Además, la industria aeroespacial es casi tan productiva (0.45) como la manufacturera (0.49) en México. Sin embargo, la actividad aeroespacial añade más valor que la manufactura; es decir, el valor agregado de la industria manufacturera es de apenas 30%, mientras que para la aeroespacial es de 50% (al descontar el consumo intermedio de la producción bruta total). La aeroespacial no es una actividad especializada a escala de país, pero a escala de ciudad sí. Igualmente, algunas ciudades son más productivas en la industria respecto al nivel nacional.

A partir de la literatura, de autores como Kim (1995), Brakman *et al.* (2001), Viladecans (2003), Dávila (2004), Duch, (2005) y Sobrino (2016), se entiende que la distribución territorial es la forma en que se organiza la actividad económica en el espacio. Dicha organización tiene dos patrones extremos que son la concentración y la dispersión, los cuales indican la distribución de las empresas en las áreas geográficas del territorio (Ellison y Gleaser, 1997).

Por tanto, cada territorio tiene una forma particular en la organización de la actividad económica, pero especialmente la industrial. Es decir, las empresas que son los establecimientos de una determinada industria suelen estar localizadas muy cerca de otras, concentrándose en algunos países y abarcando grandes porciones de las economías de la mayoría de las naciones; por ejemplo, industrias como la aeroespacial, automotriz, informática, electrónica, de servicios financieros,

siderúrgica y textil de los Estados Unidos, Japón, Alemania, Francia, el Reino Unido e Italia (Enright, 1991).

1. Antecedentes

La globalización es una transformación en una nueva fase de acumulación capitalista que comenzó en la década de los ochenta (Vite, 2000). Entre los efectos de la globalización y en relación con la industria destacan el incremento de relaciones comerciales, la integración económica del sector en el mundo, la localización o relocalización industrial, los encadenamientos productivos, las fuerzas de aglomeración, la desaparición de la industria; la expansión del empleo, la flexibilización del proceso productivo, la desigualdad en el ingreso de los países, la revolución de las tecnologías de la información y la innovación, y la forma en llevar a cabo nuevos acuerdos de política comercial, entre otros (Budd, 1998; Ulrich, 2000; Asuad, 2002; Duch, 2005; Polèse y Rubiera, 2009; Kaya, 2010; Parada y Ríos, 2018).

A partir de la globalización, las economías nacionales presentaron cambios radicales en muchos tipos de actividad económica incluidos los sectores manufactureros y de servicios (Scott, 2001). Por ejemplo, la tendencia hacia la especialización flexible comenzó a observarse en toda la gama de industrias, extendiéndose incluso a las industrias clásicas de producción en masa como la automotriz y la siderúrgica (Storper y Christopherson, 1987). Otro caso es el de la industria aeroespacial, la cual presentó un acelerado avance tecnológico que incentivó el uso de la electrónica, de las comunicaciones y de la información, permitiendo la reducción de los costos y una mayor flexibilidad en la producción; dicha industria destacó en Europa y en Estados Unidos (San Antonio, 2002).

Posteriormente, en la década de los noventa, el proceso productivo de la industria aeroespacial se basó en la producción ajustada (*lean production*) que implicaba lograr la máxima eficiencia mediante operaciones al mínimo costo y con desperdicio cero (Martínez y Moyano, 2012). Pero a partir del año 2000, la industria aeroespacial comenzó a descentralizar funciones, formando alianzas estratégicas que permiten la transferencia de actividades (Guerra, 2011) a escala internacional, dando como resultado una cadena de valor global.

En el caso de México se ha considerado que sólo tiene una política industrial “en papel”, pero sin un proyecto que vincule a las grandes multinacionales del país con las empresas pequeñas y medianas ni estrategias gubernamentales como apoyo y fomento financiero a los actores (Kunhardt, en Páramo y Medina, 2020). Para 2019, en México se presentó la iniciativa de una política industrial, la cual se trató de integrar cadenas productivas de los sectores automotriz-autopartes, aeroespacial y eléctrico-electrónico (Secretaría de Economía, 2019), quedando en cuestión el desarrollo de esta política en el futuro.

En el caso de la industria aeroespacial ha existido una ausencia de política industrial, para subsanar dicha deficiencia se presentó el “Pro-Aéreo 2012-2020, Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial”, cuyo objetivo para 2020 consistió en integrar las estrategias y políticas para impulsar la industria y para colocar a México dentro de los diez primeros lugares a nivel mundial en ventas (Secretaría de Economía, 2012).

El Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial o también llamado Plan Nacional Estratégico de la Industria Aeroespacial es un instrumento que establece un marco institucional que alinea objetivos, acciones, y determina compromisos de actores tales como gobierno federal, gobiernos estatales y sus clústeres, FEMIA y la Academia (Secretaría de Economía, la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial y ProMéxico, 2012).

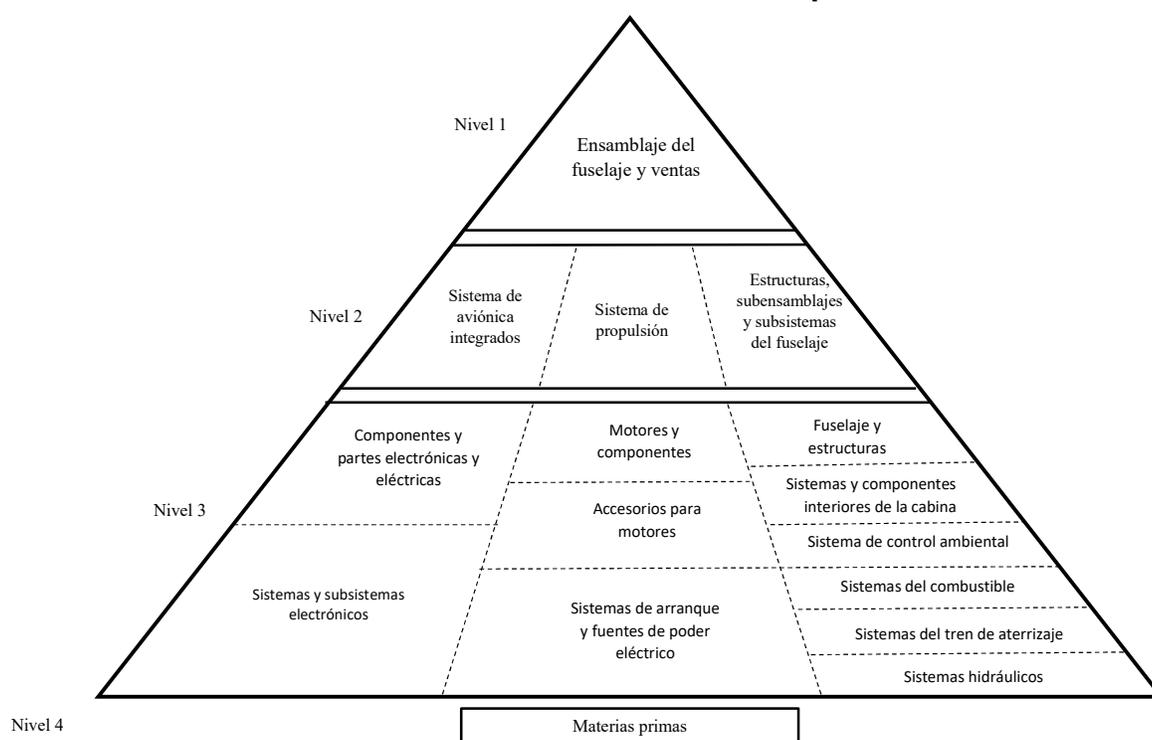
Cabe mencionar que en el Programa se contemplan cinco estrategias para lograr los siguientes objetivos: 1) promoción y desarrollo del mercado interno y externo, 2) fortalecimiento y desarrollo de las capacidades de la industria nacional, 3) formación de capital humano necesario, 4) desarrollo tecnológico, y 5) desarrollo de factores transversales (Secretaría de Economía, 2012).

2. La estructura de la cadena de valor de la industria aeroespacial

El sector aeroespacial es una de las industrias más globalizadas en términos de estructura de mercado y sistema de producción (Mocenco, 2015). La cadena de suministro se ha convertido en factor clave para los principales fabricantes de la industria (Mocenco, 2015) porque permite conocer la red de organizaciones que están involucradas, a través de vínculos ascendentes y descendentes, en los diferentes procesos y actividades que producen valor en forma de productos y servicios entregados al consumidor final (Christopher, 2016).

La industria aeroespacial comprende tanto la industria aeronáutica, que está dedicada a la construcción de aviones (teniendo grandes compañías privadas), y a la industria espacial que se dedica a la construcción de aeronaves con fines de exploración espacial (generalmente colaboración público-privada) (Elebia, 2023). La estructura de la cadena de valor de la industria aeroespacial está dividida en cuatro niveles, los cuales representan las distintas actividades que se realizan en la producción de los productos de la industria aeroespacial.

Figura 1
Cadena de valor de la industria aeroespacial



Fuente: Morissette *et al.* (2013); Niosi y Zhegu (2005).

En el nivel uno se encuentran los responsables de ensamblaje final y de la entrega de los productos acabados (Morissette *et al.*, 2013). Por lo tanto, son empresas fabricantes de equipos originales (en inglés, *original equipment manufacturer-OEM*), las cuales ensamblan grandes componentes de aeronaves y proporcionan productos finales a los clientes (Mocenco, 2015). Por ejemplo, Airbus es una empresa pionera francesa mundial en la industria aeroespacial, que opera en los sectores de aviones comerciales, helicópteros, defensa y espacio (Airbus, 2022); o Bombardier,

que es una empresa canadiense líder mundial de aviones de negocios que diseña jets privados y exclusivos (Bombardier, 2022).

En el nivel dos están los fabricantes de equipos, responsables de los sistemas instalados, de los sistemas de propulsión y de las estructuras acabadas (Morissette *et al.*, 2013). La empresa como Honeywell, de origen estadounidense, se encarga de hacer más eficiente el consumo de combustible de las aeronaves, que sean más seguras, crear productos de materiales de alta calidad y alto rendimiento (Honeywell, 2022) o en el caso de General Electric (GE) de origen estadounidense, que se dedica a trabajar en las industrias de energía, energía renovable, aviación y atención médica (GE, 2022).

En el nivel tres se encuentran los proveedores y subcontratados, los cuales participan en diferentes segmentos y fabrican distintos productos y soluciones como componentes electrónicos y herramientas de fabricación (García *et al.*, 2015). Los proveedores forman parte de la cadena de suministro y del sistema de innovación establecido; además, en el nivel tres operan empresas pequeñas y medianas (García *et al.*, 2015). Por ejemplo, Thales, empresa francesa (Thales Group, 2023) o CAE, de origen canadiense (CAE, 2023).

En el nivel cuatro están las empresas que proveen las materias primas para el conjunto de la cadena de producción (Morissette *et al.*, 2013). Por ejemplo, materias primas como el aluminio, acero inoxidable, cobre, hierro, plástico, fibras de metal, carbono, grafito, vidrio, bronce, cartón, madera, titanio (Inegi, 2021). De igual forma se encuentra CAE o Thales.

2.1. Contexto internacional

La estructura y organización industrial aeroespacial es de conglomerados industriales, ya que son agrupaciones de empresas que tienen como objetivo acceder a nuevos mercados y desarrollar oportunidades de negocio (Casalet, 2000). Se encuentran diversos conglomerados de la industria aeroespacial en el mundo, entre los cuales destacan los siguientes: 1) Montreal, Canadá (Bombardier, Pratt y Whitney Canada), 2) en los estados de Washington (Boeing) y California (Boeing, Lockheed Martin, etcétera) en Estados Unidos, 3) en Toulouse, Francia (Arianespace, Astrium, Airbus, EADS), 4) en Hamburgo, Alemania (Airbus y EADS), y 5) en São José dos Campos, Brasil (Embraer) (Vázquez y Bocanegra, 2018).

La cadena de producción de la industria aeroespacial es globalizada y su localización es concentrada. Actualmente, cinco países concentran 82% de la producción aeroespacial y 85% de los flujos comerciales en el mundo (Estados Unidos, Alemania, China, Francia y Reino Unido) (Díaz, Morales y Sandoval, 2020). Entre los principales fabricantes de equipos originales (OEM) en el mercado global de la industria de la aviación se encuentran Airbus en Europa y Boeing en Estados Unidos, seguidos de Bombardier en Canadá, Embraer en Brasil y United Aircraft Corporation de Rusia (Mocenco, 2015).

En primer lugar, Estados Unidos y la Unión Europea (UE) son los países dominantes, representan aproximadamente 60% de las ventas totales (más de 380,000 millones de dólares en 2009) en la industria, y principalmente dentro de la UE, el Reino Unido y Francia dominan el campo en producción y niveles de empleo (Dostaler, 2013). Sin embargo, Alemania también es un competidor importante. En segundo lugar, Canadá ocupa el cuarto lugar a nivel mundial en producción, con ventas de más de 22 mil millones de dólares canadienses en 2011. Por último, Japón ha crecido en la última década (Dostaler, 2013).

El proceso de producción de la industria aeroespacial puede desarrollarse en uno o varios lugares del mundo (Niosi y Zhegu, 2005). Sin embargo, lo característico de la industria aeroespacial es su alto contenido tecnológico porque a lo largo de los años las innovaciones aeroespaciales se han utilizado para desarrollar y fabricar una amplia variedad de productos (Dostaler, 2013). Por lo que el gran despegue de las tecnologías de información aportó la base tecnológica para la descentralización productiva (Díaz *et al.* 2020), tal y como se señala en la delegación de fases en los distintos niveles de la estructura productiva.

Otra característica particular de la industria aeroespacial es la estrategia de empresas en los distintos niveles de la estructura productiva, los proveedores de primer nivel son libres de seleccionar a los proveedores de segundo nivel e inferior que deseen y, por tanto, eligen elaborar su producción en regiones donde los costos sean bajos; por ejemplo, en Brasil, México, China e India (Dostaler, 2013). Entonces pueden subcontratar piezas y componentes en países menos desarrollados, aprovechando así los costos más bajos y exponiéndose a menores riesgos que a través de la Inversión Extranjera Directa (IED) (Niosi y Zhegu, 2005).

En México, una de las debilidades es la falta de capital humano con experiencia y tecnología y a nivel gerencial (formación especializada); sin embargo, la disponibilidad de capital humano

capacitable joven y de bajo costo puede ser una fortaleza en nuestro país (Secretaría de Economía, la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial y ProMéxico, 2020).

Por último, la cadena de producción global en México resulta tener efectos positivos: 1) México es el segundo país de Latinoamérica (seguido de Brasil) en la producción de productos aeroespaciales, 2) México se está acercando al top 10 mundial de su participación en el mercado, 3) la estructura de la industria aeroespacial en México es muy similar a la del resto de Europa porque está dominado por multinacionales y, en el caso mexicano, han tenido facilidades por parte del gobierno para establecerse, 4) al ser una producción global, la producción de mercancías se puede instalar en distintas partes del mundo y es por ello que México se ha beneficiado (Igape, 2021).

En torno a las facilidades del gobierno para permitir la localización de la industria aeroespacial se encuentra el caso de Querétaro, con el Parque Aeroespacial de Querétaro (PAQ). En primer lugar, la Comisión para el Fomento Económico de las Empresas (Cofesiaq) se creó en 2005, como un organismo público descentralizado del gobierno del estado para otorgar apoyos económicos, fomentar proyectos productivos, incentivar y colaborar en infraestructura productiva, promover la innovación y desarrollo tecnológico, capacitar a empresas, entre otras funciones (Secretaría de Gobierno de Querétaro, 2005).

En segundo lugar, la empresa aeroespacial Bombardier de nacionalidad canadiense, cuyos productos representan más de la mitad de sus ingresos (Brown y Domínguez, 2013) es el tercer mayor fabricante aeronáutico del mundo (Hernández, 2011). Bombardier llegó al estado de Querétaro en 2005 (Hernández, 2011), pero en 2006 comenzó su construcción en una extensión de 35 hectáreas con una inversión de 160 millones de dólares (Ayuntamiento de Colón, 2018); en ese año, también inició operaciones (Flores, 2019).

En tercer lugar, el estado de Querétaro autorizó la aportación del derecho de uso y goce sobre un área de 78 hectáreas que se localizan dentro de la superficie del Aeropuerto Intercontinental de Querétaro (AIQ) para la construcción y desarrollo del PAQ en el año 2007 (Acuerdo para facultar al Secretario..., 2010). Así mismo, se realizó un Plan de Construcción de Edificios en 2007 para la adecuada instalación, construcción, instalaciones, desarrollo y operación del PAQ (Acuerdo para facultar al Secretario..., 2010).

Bombardier fue un actor sustancial en la construcción del PAQ porque en 2007 se definió un fideicomiso en el que la empresa quedó como persona moral para la construcción de los edificios

en el Parque Aeroespacial Querétaro (Acuerdo para facultar al Secretario..., 2010). Es decir, la empresa se convirtió en un actor clave porque proporcionó el monto de capital para la construcción de los requerimientos necesarios para el PAQ.

3. Metodología

Para el estudio de la organización y el proceso productivo en México para el 2021 se propuso una serie de pasos. Primero, se utilizó el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del Inegi 2021 —que contiene información de las empresas— con el propósito de elaborar una cartografía que permite visualizar el nombre y número de empresas aeroespaciales localizadas en cada estado y municipio en México para 2021. En la figura 2 se ubican 138 empresas aeroespaciales, localizadas en 14 estados, específicamente en 28 municipios.

En segundo lugar, se realizó una clasificación de las ciudades considerando la localización y la mayor concentración de empresas aeroespaciales. Se trata en varios casos de zonas metropolitanas (zm) en México en 2015 (Secretaría de Gobernación, Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, Consejo Nacional de Población, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2018). Las ciudades son: 1) Chihuahua, 2) Querétaro, 3) Guaymas (zm), 4) Mexicali (zm), 5) Tijuana (zm), 6) Hermosillo (zm) y 7) Nogales (zm).¹

En tercer lugar, se realiza una búsqueda detallada de los productos que ofrecen las 138 empresas aeroespaciales en México para 2021, de las cuales 115 se localizan en las ciudades de Chihuahua, Querétaro, Guaymas, Mexicali, Tijuana, Hermosillo y Nogales. La base de datos que proporciona el DENUE 2021 contiene algunas direcciones electrónicas de cada empresa donde se puede investigar el producto, pero algunas no contienen esta información o dicha página oficial corresponde a la matriz que se ubica en otro país y no a la empresa localizada en México. Cabe señalar que, de las 115 empresas en las ciudades de interés, solo en dos no se logró encontrar información. Además, un hallazgo relevante es que una empresa puede producir uno o varios productos.

¹ En algunas ciudades se consideran otros municipios: 1) en Querétaro, Colón y El Marqués; 2) en Guaymas, Empalme; 3) en Tijuana, Tecate y Playas de Rosarito (Inegi 2008; 2015 y 2021; Secretaría de Gobernación, Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, Consejo Nacional de Población, Instituto Nacional de Estadística y Geografía 2018).

En cuarto lugar, se retomó la pirámide de la figura 1 para obtener la estructura de la cadena de producción de la industria aeroespacial de México y de las ciudades. Como parte del análisis y hallazgos se agrega un quinto nivel a la pirámide que es el de servicios.

En quinto lugar, se utilizaron variables de los Censos Económicos 2018 para complementar la información y obtener un mayor detalle. La primera variable es el personal ocupado total y la segunda es el valor agregado censal bruto a escala municipal y estatal. El personal ocupado permite saber cuántos trabajadores se demandan en las ciudades y en las empresas. En el caso del valor agregado, es útil para saber cuánto valor generan las ciudades y México en la actividad aeroespacial.²

A partir del valor agregado y el personal ocupado total se calculó el índice de productividad laboral a escala nacional y de ciudades para indagar en la organización y el proceso productivo de la actividad aeroespacial. El índice de productividad resulta de la división del valor agregado censal entre el personal ocupado total de cada ciudad y en México. Por tanto, todos los cálculos anteriores son útiles para sustentar la composición de las cadenas de producción.

² Cabe señalar que existen municipios sin información de las variables del personal ocupado y valor agregado de los Censos Económicos 2018, debido a principios de confidencialidad. Los municipios que tienen este problema son Chihuahua, Colón, Tecate y Playas de Rosarito, por lo cual se decidió realizar cálculos de estimación para determinar cada una de las variables. En el caso de Chihuahua a partir de la información a escala estatal no existe distinción entre los municipios de Chihuahua y Juárez. En el caso del personal ocupado se descarta Juárez y se obtiene únicamente Chihuahua. Primero se calcula por empresa una cantidad de personas ocupadas en función del estrato de personal ocupado que proviene del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas 2021 (DENUE). Por ejemplo, se les asignó un número de personas ocupadas considerando los estratos de personal de las 13 empresas en el estado: a) estrato seis a 10 se definen 10 personas ocupadas, b) estrato 11 a 30 se definen 30, c) estrato de 31 a 50 se definen 50, 4) estrato de 101 a 250 se definen 250. Lo que resta de las personas que con base en la resta del personal ocupado de estos estratos que son 10,082 y de acuerdo con los Censos Económicos 2018, se divide entre 14 empresas (una de Juárez y las otras 13 de Chihuahua que tienen un estrato de 251 y más para colocarles un valor proporcional. Sin embargo, se definen que las 13 empresas de Chihuahua tengan un personal de 720 y el resto que son 722 sean para la empresa de Juárez. En el caso del valor agregado se decidió tomar el valor del estado debido a que es más complejo descontar el municipio de Juárez para dicha variable. Para Querétaro, se considera la información estatal, los municipios que están presentes son Colón, El Marqués y Querétaro. Sin embargo, solo se tiene información del personal ocupado y del valor agregado de los municipios de El Marqués y Querétaro, por lo que el cálculo para Colón del personal ocupado y el valor agregado solo implicó restar la cantidad de cada variable de El Marqués y Querétaro al total estatal. Para Tijuana con base en la información estatal de Baja California se observa que se contemplan los municipios de Mexicali, Ensenada, y Tijuana, pero no se tienen datos de Tecate y Playas de Rosarito. El cálculo para el personal ocupado y el valor agregado implicó restar el valor de los municipios de Mexicali, Ensenada y Tijuana al total estatal para obtener un solo valor que corresponde tanto a Tecate como a Playas de Rosarito. Es un valor conjunto, pero la ventaja es que ambos municipios corresponden a la ciudad de Tijuana. Para el caso de las ciudades de Guaymas, Mexicali, Hermosillo y Nogales sí se obtiene información del Censo Económico 2018 (Inegi, 2018b).

En sexto lugar, se decidió utilizar la variable del estrato de personal ocupado que proviene del DENUÉ 2021 para determinar el tamaño de empresa en la actividad aeroespacial. A partir de la clasificación que proponen la Secretaría de Economía (2009) y el Inegi (2020), los tamaños son micro, pequeña, mediana y gran empresa. Los tamaños de empresa con sus respectivos estratos de personal ocupado quedan de la siguiente forma: 1) micro con los estratos cero a cinco y seis a 10 personas, 2) pequeña con los estratos 11 a 30 y 31 a 50 personas, 3) mediana con 51 a 100 y 101 a 250 personas y 4) gran empresa con 251 personas y más.

Por último, se calculan los índices de especialización local (IEL) de las principales ciudades para ubicar el nivel de la pirámide de la estructura de la cadena de valor en que se especializan sus empresas. El IEL se determina a partir de la participación del personal ocupado de la actividad aeroespacial respecto del personal ocupado total de la industria manufacturera multiplicado por 100, el cual se realiza para México y para cada una de las ciudades. Un valor menor a uno indica que México o las ciudades no se especializan en la industria aeroespacial.

4. Industria aeroespacial en México

En México, la industria aeroespacial se define como el sector económico cuyas empresas se dedican a producir principalmente aviones (civiles, comerciales, de combate y fumigadores), avionetas, planeadores y helicópteros; partes, componentes y accesorios para ensamble de aeronaves, discos de freno, estabilizadores, fuselajes, hélices, rotores, trenes de aterrizaje, motores y turbinas, entre otros (Secretaría de Economía *et al.*, 2018).

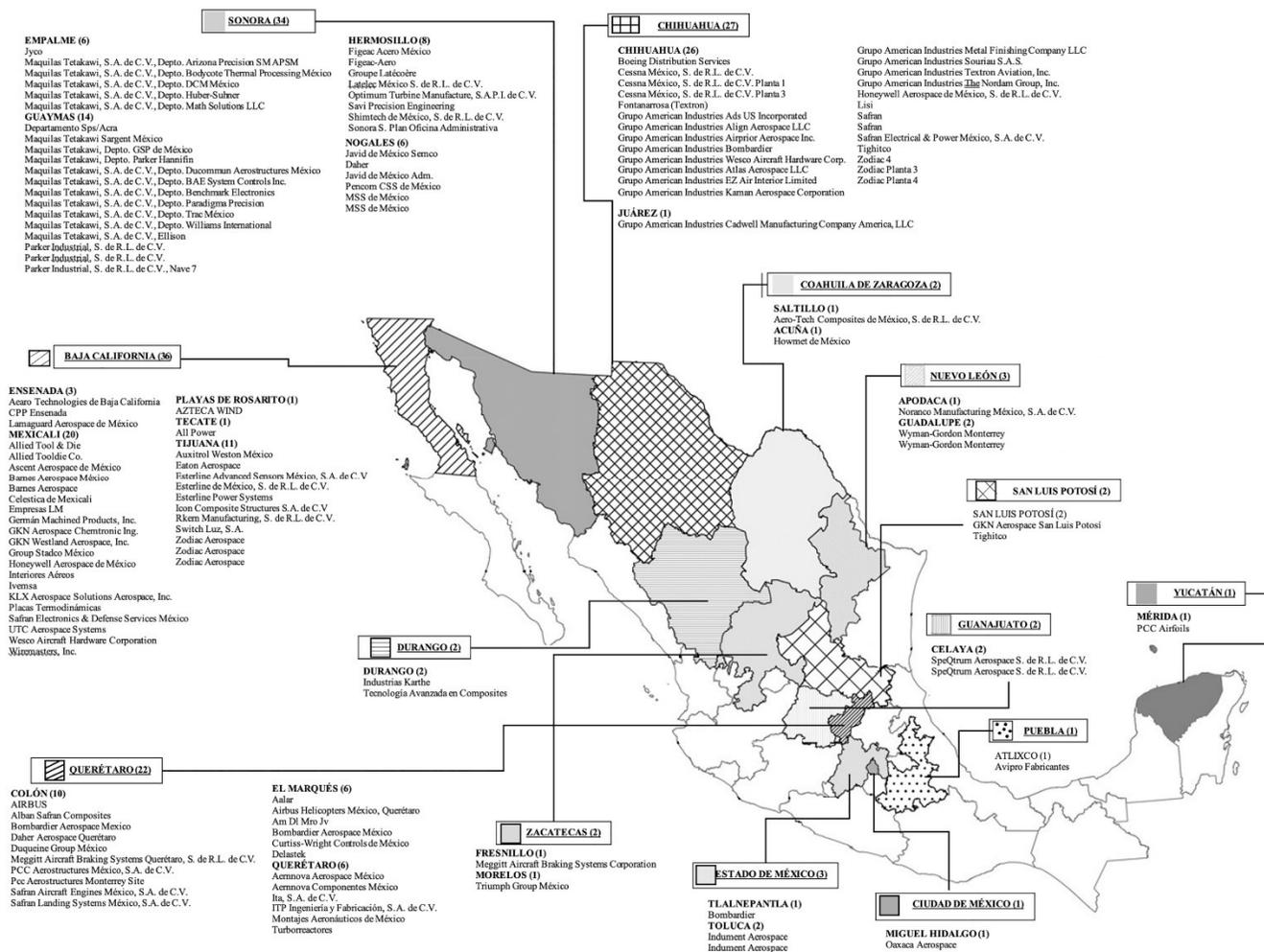
Además, es necesario tener en cuenta las dos divisiones que existen en la industria aeroespacial: aeronáutica y espacial, aunque en este artículo no se realiza distinción de éstas y se define propiamente como industria aeroespacial porque el estudio se basa en el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) 2018 (Inegi, 2018a), en su información estadística y definición.

Para 2021, en México se localizaban 138 empresas aeroespaciales. En la figura 2 se observa la ubicación específica de las industrias (los números entre paréntesis representan la cantidad de empresas en los estados y municipios localizadas). Lo relevante es que algunas razones sociales se repiten varias veces. Por ejemplo, en la ciudad de Chihuahua se ubican los grupos de Cessna México

y Grupo American Industries. En el estado de Sonora, específicamente en la ciudad de Guaymas, está el grupo de Maquilas Tetakawi. En Baja California, en la ciudad de Mexicali, se localiza la empresa Ivemsa; en la ciudad de Tijuana están las empresas Esternile y Zodiac Aerospace. En la ciudad de Querétaro están las empresas Airbus, Bombardier y Safran.

Figura 2

Nombre, número y localización de las empresas aeroespaciales en México, 2021



Fuente: elaboración propia con base a datos obtenidos de Inegi (2021).

La distribución territorial de la industria aeroespacial a escala estatal está concentrada porque se localizaron 72%, 86% y 86% de unidades empresariales en las entidades incluidas para 2008, 2015 y 2021, respectivamente. La mayor concentración de empresas aeroespaciales para 2021

se dio en los estados de Sonora, Chihuahua, Baja California y Querétaro. Los tres estados del norte concentraron 97 empresas y el estado del centro 22. En estas cuatro entidades se localizaron 119 empresas de las 138 en total para dicho año (86%). Sin embargo, a escala de ciudad se observa lo siguiente (cuadro 1):

Cuadro 1
Ciudades con mayor concentración de empresas aeroespaciales: 2008, 2015 y 2021

<i>Ciudades o zona metropolitana</i>	<i>Número de empresas aeroespaciales</i>		
	<i>2008</i>	<i>2015</i>	<i>2021</i>
Chihuahua	4	22	26
Querétaro	3	14	22
Guaymas (zm)	14	19	20
Mexicali (zm)	5	5	20
Tijuana (zm)	4	7	13
Hermosillo (zm)		2	8
Nogales (zm)	2	4	6
Ciudades con mayor concentración	32	73	115
Resto de los municipios	11	21	23
Total	43	94	138

Fuente: elaboración propia con base en datos obtenidos de Inegi (2008, 2015, 2021).

La distribución territorial de la actividad aeroespacial a escala de ciudad estaba concentrada en siete ciudades: Chihuahua, Querétaro, Guaymas, Mexicali, Tijuana, Hermosillo y Nogales. Estas siete ciudades concentraron 74%, 78% y 83% de empresas aeroespaciales para 2008, 2015 y 2021, respectivamente. Por tanto, la concentración en los estados aumentó de 72 a 86% entre 2008 y 2021, mientras que las ciudades pasaron de 74 a 83% en ese mismo periodo³.

Con base en lo anterior, se pueden señalar en este punto al menos dos factores de localización que inciden en la concentración de la industria aeroespacial en México, los cuales son la intervención gubernamental para impulsar al sector mediante estrategias y la mano de obra capacitada (señalando que se observa que es de bajo costo).

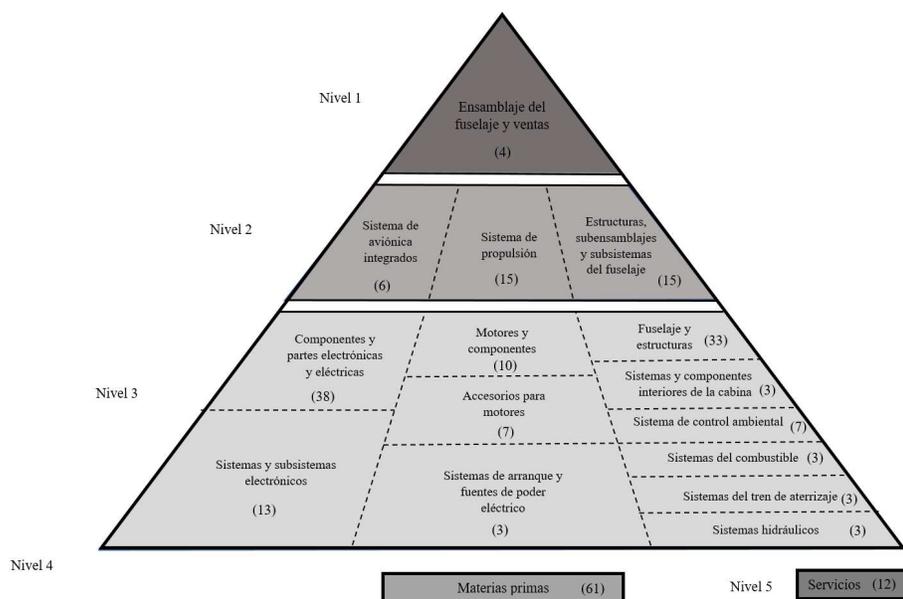
³ El cálculo del porcentaje de concentración se realizó a partir del número de empresas aeroespaciales de cada ciudad respecto del total de empresas aeroespaciales en cada año (2008, 2015 y 2021).

5. Cadena de producción de la actividad aeroespacial en México

Las 138 empresas aeroespaciales localizadas en México se caracterizan por elaborar productos en los distintos niveles de la cadena de producción de la actividad aeroespacial para 2021. En la figura 3 se observan los productos y entre paréntesis se encuentra el número de empresas que los elaboran, recordando que una empresa puede producir uno o varios productos. Se añade un quinto nivel que es el de los servicios como parte de los hallazgos. La estructura de la cadena de producción de la industria aeroespacial en México da indicios de una integración vertical.

La integración vertical se caracteriza porque las empresas interactúan entre sí dentro de la cadena productiva (Mercado-Celis, Martínez y Félix, 2015), tienen una especialización en alguna etapa de la producción (Cunha, 2011), intercambian conocimientos, experiencia y habilidades útiles para emprender actividades diferentes pero complementarias (Malmberg y Maskell, 2002), e incorpora la participación de fabricantes con distribuidores, asimismo aumenta la necesidad de interacción con otros actores intermediarios (Guan y Rehme, 2012).

Figura 3
Estructura de la cadena de producción en México



Fuente: elaboración propia con base en datos obtenidos de Inegi (2021).

La concentración estratégica en las cadenas de suministro marca un tema clave para las empresas manufactureras (Guan y Rehme, 2012). Por ejemplo, se ha señalado que las empresas aeroespaciales tienen una localización específica y concentrada en México. Los principales productos que producen estas empresas son los siguientes: 1) materias primas (nivel cuatro) que proporcionan 61 empresas, 2) componentes y partes electrónicas y eléctricas (nivel tres) que elaboran 38 empresas, 3) fuselaje y estructuras (nivel tres) que producen 33 empresas, 4) sistemas de propulsión (nivel dos) que elaboran 15 empresas, y 5) estructuras, subensamblajes del subsistema y fuselaje (nivel dos) que realizan 15 empresas. También se encuentran cuatro empresas en el nivel dos y son 12 empresas las que proporcionan servicios.

A escala nacional, la producción de la actividad aeroespacial se lleva a cabo en las empresas medianas y grandes que representan 70%, mientras que las micro y pequeñas corresponden al 30% restante. Este resultado contrasta si lo comparamos con la distribución por tamaño de las empresas del total de la manufactura nacional: las empresas de tamaño micro representan 94%, las pequeñas 4%, las medianas 1% y las grandes 1% (Inegi, 2018b). Entonces, la organización de la industria aeroespacial es significativamente distinta con respecto al total nacional, según composición de tamaño de empresas.

Cuadro 2
Distribución por tamaño de empresa según ciudad, 2021

<i>Ciudad</i>	<i>Tamaño de empresa</i>				<i>Total</i>
	<i>Micro</i>	<i>Pequeña</i>	<i>Mediana</i>	<i>Grande</i>	
Chihuahua	3	2	8	13	26
Querétaro		7	8	7	22
Guaymas (zm)			14	6	20
Mexicali (zm)	3	8	4	5	20
Tijuana (zm)	3		4	6	13
Hermosillo (zm)		4	3	1	8
Nogales (zm)		2	3	1	6
Resto de los municipios	3	6	8	6	23
Total por tamaño de empresa	12	29	52	45	138
Total	138 empresas				

Fuente: elaboración propia con base en datos obtenidos de Inegi (2021).

En el cuadro 2 se muestra la distribución por tamaño de empresa según ciudad para 2021 en términos absolutos, pero en términos relativos y respecto al tamaño de empresas medianas y

grandes en las principales ciudades se observa que en la ciudad de Guaymas 100% de las empresas corresponden a estos tamaños; en Chihuahua 81%, en Tijuana 77%, en Querétaro 68%, en Nogales 67%, en Hermosillo 50% y en Mexicali 45%. En ese orden se puede inferir que estos porcentajes reflejan un mayor control de oferta, mayor demanda de mano de obra y mayor capacidad productiva.

Cuadro 3
Personal ocupado, valor agregado e índice de productividad laboral de las ciudades con mayor concentración de empresas aeroespaciales en 2018

<i>Ciudades</i>	<i>Personal Ocupado</i>	<i>Valor Agregado</i>	<i>Índice de Productividad</i>
Chihuahua	11,320	5062.008	0.45
Querétaro	6108	5141.637	0.84
Guaymas (zm)	4638	2464.003	0.53
Mexicali (zm)	6953	2841.104	0.41
Tijuana (zm)	4732	1568.447	0.33
Hermosillo (zm)	1025	316.419	0.31
Nogales (zm)	818	242.310	0.30
Ciudades con mayor concentración	35,594	17,635.928	0.50
Resto de los municipios	5557	994.479	0.18
Total de la industria aeroespacial	41,151	18,630.407 (mdp^[1])	0.45*

Notas: [1] millones de pesos

*Corresponde a la productividad nacional.

Fuente: elaboración propia con base en datos obtenidos de Inegi (2018b).

El cuadro 3 muestra algunas variables económicas (personal ocupado, valor agregado e índice de productividad) que permiten contextualizar la actividad aeroespacial en México. En México, el personal ocupado (PO) en la actividad aeroespacial para 2018 sumó 41,151, lo cual representa 0.63% en el total de la industria manufacturera (6,493,020 personas ocupadas). Es decir, por cada 10,000 personas ocupadas en la industria manufacturera, sólo 6.3 están en la actividad aeroespacial. A su vez, en las ciudades se emplean 35,594 personas, lo que representa 87%, y en el resto de los municipios solo 5557 que corresponde al 13% restante, de las 41,151 personas en esta actividad. En términos porcentuales, considerando las 41,151 personas ocupadas en México como 100%, de mayor a menor, las ciudades tienen el siguiente orden: Chihuahua representa 28%, Mexicali 17%, Querétaro 15%, Guaymas 11%, Tijuana 11%, Hermosillo 2% y Nogales 2 por ciento.

Para comparar el personal ocupado de la industria aeroespacial se retoma la participación de otras industrias para 2018 respecto del total de la industria manufacturera (6,493,020 personas ocupadas). En el caso del subsector 336, que es la fabricación de equipo y transporte (el cual contiene la aeroespacial), representa 19.90% del personal ocupado respecto del total de la industria manufacturera, por tanto, 0.63% que emplea la aeroespacial es muy bajo. Cabe señalar que este subsector es el que más personas ocupadas emplea respecto de los 21 subsectores, luego le siguen las industrias como la alimentaria con 16.83% o la de productos metálicos con 6.99%, entre otras. Sin embargo, aunque 0.63% de la aeroespacial parezca poco, está la industria de productos derivados del petróleo y el carbón, en la cual su personal ocupado representa 0.48% respecto del total de la industria manufacturera.

Asimismo, en México se generaron 18,630 millones de pesos en la actividad en 2018, lo cual representa 0.6% del valor total de la industria manufacturera. A saber, por cada 10,000 millones de pesos en la industria manufacturera, sólo 60 millones de pesos genera la actividad aeroespacial. En términos porcentuales, considerando los 18,630 millones de pesos en México como 100%, de mayor a menor, las ciudades tienen el siguiente orden: Querétaro 28%, Chihuahua 27%, Mexicali 15%, Guaymas 13%, Tijuana 8%, Hermosillo 2% y Nogales 1%.

Para comparar el valor agregado de la industria aeroespacial se retoma la participación del total de la industria manufacturera para 2018, pero considerando la producción bruta total, ya que esta variable es la representación que integra el consumo intermedio (importe de bienes y servicios consumidos por unidad económica para llevar a cabo la producción) y el valor agregado (valor añadido en el proceso de producción) (Inegi, 2020).

El valor agregado de la industria manufacturera es de apenas 30%, mientras que para la aeroespacial es de 50% (al descontar el consumo intermedio de la producción bruta total). La industria aeroespacial añade más valor que la propia manufactura del país, esto es, se agrega 20% más en el proceso de producción y en el factor mano de obra. Al considerar el consumo intermedio, la manufactura consume 70% de bienes para la producción, 20% más de lo que ocupa la aeroespacial (50%). Entonces, la aeroespacial tiene una proporcionalidad entre consumir bienes y servicios (50%) y la generación de valor (50%).

A su vez, México tiene un índice de productividad laboral de 0.45, en comparación con la industria manufacturera que es de 0.49. En otras palabras, cada persona produce 0.45 millones de

pesos para la actividad aeroespacial y para el total de la industria manufacturera se indica que cada persona produce 0.49 millones de pesos. Por tanto, la actividad aeroespacial es casi tan productiva como la manufactura en México.

Cabe señalar que la industria manufacturera nacional tiene una concentración de empresas micro (94%) y pequeñas (4%) del total de 579,828 unidades económicas, por lo que la hipótesis que se plantea es que las empresas micro y pequeñas son las que mayor capacidad de generar empleos y aportar en el crecimiento económico (Góngora, 2013), la cual puede ser causa de que la productividad sea mayor que la aeroespacial.

La industria aeroespacial no es una actividad altamente especializada en México (cuadro 4), lo cual se confirma con la participación de 0.63 que es menor a 1 en el índice de especialización local (IEL). A escala de ciudad sí existe una especialización del sector, y al ordenarlas jerárquicamente con base en el IEL se obtiene lo siguiente: 1. Guaymas (18.91), 2. Chihuahua (10.52), 3. Mexicali (7.56), 4. Querétaro (3.56), 5. Hermosillo (1.76), 6. Tijuana (1.59) y 7. Nogales (1.56).

Cuadro 4
Índice de especialización local de las principales ciudades

	<i>Personal ocupado de la manufactura</i>	<i>Personal ocupado de la aeroespacial</i>	<i>Participación</i>	<i>Índice de Especialización Local (IEL)</i>
Nacional	6,492,642	41,151	0.63	<1
Mexicali (zm)	91,953	6953	7.56	>1
Tijuana (zm)	298,156	4732	1.59	>1
Querétaro	171,375	6108	3.56	>1
Chihuahua	107,597	11,320	10.52	>1
Guaymas (zm)	24,531	4638	18.91	>1
Hermosillo (zm)	58,362	1025	1.76	>1
Nogales (zm)	52,419	818	1.56	>1

Fuente: elaboración propia con base en datos obtenidos de Inegi (2018b).

Por ejemplo, Guaymas presenta un índice de 18.91, que es 30 veces del IEL nacional. Aunque dicha especialización puede deberse a que es una ciudad que requiere poco personal ocupado (4638), pero con un alto número de empresas (20) respecto de las demás. Otro caso es

Querétaro, ciudad que pese a ser la ciudad más productiva, tiene un IEL de casi seis veces más que el nacional.

5.1. Cadena de producción de la actividad aeroespacial en las ciudades

Los productos aeroespaciales con base en la pirámide de la cadena de producción son 17: un producto del nivel uno, tres del nivel dos, once del nivel tres, uno del nivel cuatro y uno del nivel cinco. El cuadro 5 representa una matriz de la estructura de la cadena de producción y el número de empresas aeroespaciales que elaboran los distintos productos. Si se observa, Mexicali es la ciudad que elabora más productos, con 16, luego le sigue Tijuana con 13, Querétaro con 11, Chihuahua con nueve, Guaymas con seis, Hermosillo con cuatro, y Nogales con dos.

Al tomar en cuenta los cinco principales productos que se elaboran en México, a escala de ciudad se muestra lo siguiente: 1) materias primas se abastecen en todas las ciudades, 2) componentes y partes electrónicas y eléctricas se elaboran en Chihuahua, Querétaro, Guaymas, Mexicali y Tijuana; 3) fuselaje y estructuras se producen en Chihuahua, Querétaro, Mexicali, Tijuana, Hermosillo y Nogales, 4) sistemas de propulsión se elaboran en Chihuahua, Querétaro y Mexicali, 5) estructuras, subensamblajes del subsistema y fuselaje se producen en Chihuahua, Querétaro, Mexicali y Tijuana.

Mexicali es una ciudad con 20 empresas aeroespaciales caracterizadas por sus distintos tamaños: tres micro, ocho pequeñas, cuatro medianas y cinco grandes, las cuales trabajan los productos del nivel dos, tres, cuatro, y cinco, a excepción del nivel uno. En el nivel dos se producen 1) los sistemas de aviónica integrados por las empresas Safran Electronics y Defense Services México y Utc Aerospace Systems, 2) los sistemas de propulsión los elabora la empresa Honeywell Aerospace de México, 3) las estructuras, subensamblajes y subsistemas del fuselaje los producen las empresas Ascent Aerospace de México, Group Stadco México y Placas Termodinámicas. En el nivel tres se elaboran todos los productos, pero en general las empresas que giran en torno a esta producción son: Ascent Aerospace de México, Celestica de Mexicali, Empresas LM, Interiores Aereos, Placas Termodinámicas y Utc Aerospace Systems. Por lo que toca a las materias primas que se suministran son laminas, plástico, fibras de metal, carbono, grafito, vidrio y fierro, cuyas empresas a cargo son Allied Tool y Die, Germán Machined Products Inc, Gkn Aerospace Chemtronic Ing, Gkn Westland Aerospace Inc, Interiores Aereos, Klx Aerospace Solutionsbe Aerospace Inc, Wesco

Aircraft Hardware Corporation y Wiremasters Inc. A pesar de que Mexicali genera casi todos los productos de la cadena de producción de la industria aeroespacial su productividad está por debajo del nacional (0.41), ocupa el cuarto sitio de las siete ciudades. Aunado es la tercera ciudad en estar especializada en el sector aeroespacial (7.56).

Cuadro 5
Cadenas de producción y números de empresas de la actividad aeroespacial en las ciudades principales

<i>Ciudades</i>		<i>C</i>	<i>Q</i>	<i>G</i>	<i>M</i>	<i>T</i>	<i>H</i>	<i>N</i>
<i>Producto</i>		<i>h</i>	<i>u</i>	<i>u</i>	<i>e</i>	<i>i</i>	<i>e</i>	<i>o</i>
		<i>i</i>	<i>r</i>	<i>a</i>	<i>x</i>	<i>j</i>	<i>r</i>	<i>g</i>
		<i>u</i>	<i>é</i>	<i>m</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>o</i>	<i>a</i>
		<i>a</i>	<i>t</i>	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>s</i>	<i>e</i>
		<i>h</i>	<i>a</i>	<i>s</i>	<i>l</i>	<i>a</i>	<i>i</i>	<i>s</i>
		<i>u</i>	<i>r</i>	<i>l</i>	<i>i</i>	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>o</i>
		<i>a</i>	<i>o</i>					
Nivel 1	Ensamblaje del fuselaje y ventas		3	1				
Nivel 2	Sistema de aviónica integrados	3	1		2			
	Sistema de propulsión	10	3		1			
	Estructuras, subensamblajes, y subsistemas del fuselaje	1	4		3	4		
Nivel 3	Componentes y partes electrónicas y eléctricas	14	3	15	2	2		
	Sistemas y subsistemas electrónicos	3		3	4	2	1	
	Motores y componentes	1	1	3	2	1		
	Accesorios para motores		1	3	2	1		
	Sistemas de arranque y fuentes de poder eléctrico				2	1		
	Fuselaje y estructuras	15	7		1	1	3	3
	Sistemas y componentes interiores de la cabina		1		1	1		
	Sistema de control ambiental	4			1	2		
	Sistemas del combustible				1	1		
	Sistemas del tren de aterrizaje				3			
Sistemas hidráulicos				2	1			
Nivel 4	Materias primas	5	5	16	8	4	5	6
Nivel 5	Servicios		3		5	1	2	

Fuente: elaboración propia con base en datos obtenidos de Inegi (2021).

Tijuana tiene 13 empresas: tres micro, cuatro medianas y seis grandes, las cuales producen productos del nivel dos, tres, cuatro y cinco. En el nivel dos, en el cual se producen las estructuras, subensamblajes y subsistemas del fuselaje, las realizan las empresas Esterline Advanced Sensors México S. A. de C. V. y tres empresas de Zodiac Aerospace. En el nivel tres están las empresas All

Power, Auxitrol Weston México, Eaton Aerospace, Esterline de México S. de R. L. de C. V., Esterline Power Systems y Switch Luz S. A., las cuales producen rodamientos, sensores de temperatura, sistemas eléctricos, sistemas hidráulicos, controles y sensores, componentes electrónicos, interruptores eléctricos. En el nivel cuatro se suministran las materias primas como aluminio, acero inoxidable, bronce y acero al carbono. Por último, en los servicios están las empresas Rkern Manufacturing S. de R. L. de C. V. y tres empresas de Zodiac Aerospace. Por último, está la empresa Icon Composite Structures S. A. de C. V. que ofrecen servicios como fuselaje y otros servicios de telecomunicaciones. Tijuana es la quinta ciudad en términos de productividad (0.33), debajo del nacional (0.45) y la sexta en estar especializada (1.59).

Querétaro es una ciudad con 22 empresas: siete pequeñas, ocho medianas y siete grandes. En comparación con las otras ciudades, Querétaro tiene una estructura de producción en todos los niveles, pero sólo algunos productos del nivel dos y tres no se realizan. En el nivel uno está el producto del ensamblaje del fuselaje y ventas, cuyas empresas que se dedican a su producción son tres: Airbus Helicopters México Querétaro, y dos de Bombardier Aerospace México, que venden helicópteros civiles y militares y otras ventas. En el nivel dos, se producen los sistemas de aviónica integrados, los sistemas de propulsión, y las estructuras, subensamblajes y subsistemas del fuselaje, cuyas empresas que se dedican a la elaboración de estos productos son Aernnova Aerospace México, Aernnova Componentes México, Albany Safran Composites, ITA S. A. de C. V., Itp Ingeniería y Fabricación S. A. de C. V., PCC Aerostructures México S. A. de C. V., PCC Aerostructures Monterrey Site, y Turborreactores. En el nivel tres están las empresas Aalar, Airbus Helicopters México Querétaro, Albany Safran Composites, dos empresas de Bombardier Aerospace México, Daher Aerospace Querétaro, Delastek, Ita S. A. de C. V., ITP Ingeniería y Fabricación S. A. de C. V., Meggitt Aircraft Braking Systems Querétaro S. de R. L. de C. V. y Safran Aircraft Engine México S. A. de C. V. En el nivel cuatro se suministran las materias primas como aluminio, hierro, cobre, cartón y plástico, y las empresas que proveen estas son Curtiss-Wright Controls de México, Duqueine Group México, Meggitt Aircraft Braking Systems Queretaro S. de R. L. de C. V. Por último, se encuentran los servicios, por ejemplo, Airbus que ofrece servicios para la fabricación de partes de helicópteros, Am DI Mro Jv que ofrece mantenimiento, reparación y revisión de aeronaves, y Safran Landing Systems México S. A. de C. V. que da mantenimiento, reparación y revisión de trenes de aterrizaje.

Posiblemente, la estructura de la cadena de producción de Querétaro que elabora los productos en todos los niveles permite entender por qué es tan productiva con 0.84, muy superior al nacional y con un índice de especialización de 3.56. Entonces puede inferirse que la ciudad del centro del país sea la primera ciudad con cualidades que la hagan consolidarse con una mayor capacidad productiva.

Chihuahua tiene 26 empresas: tres micro, dos pequeñas, ocho medianas y 13 grandes, las cuales producen en el nivel dos, tres y cuatro. En el nivel dos se producen los sistemas de aviónica integrados, cuyas tres empresas que elaboran estos productos son Safran Electrical & Power México S. A. de C. V., en los sistemas de propulsión están nueve empresas pertenecientes a Grupo American Industries S. A. de C. V. y una de Honeywell Aerospace de México S. de R. L. de C. V., en las estructuras, subensamblajes y subsistemas del fuselaje están las empresas Tighitco. En el nivel tres están las Cessna México S. de R. L. de C. V., Fontanarrosa (Textron), Grupo American Industries S. A. de C. V., Lisi, Tighitco, Zodiac 4 y Zodiac Aerospace Equipo de México S. de R. L. de C. V. En el nivel cuatro se suministra de las materias primas como el aluminio, la madera, el plástico y el carbón. La estructura de la cadena de producción de Chihuahua le permite ser la tercera ciudad en términos de productividad (0.45), igual a la nacional y es la segunda ciudad en estar más especializada (10.52).

Guaymas es una ciudad con 20 empresas: 14 medianas y seis grandes en las que, principalmente, su producción se encuentra en el nivel uno, tres y cuatro. En el nivel uno está la empresa Jyco que se dedica al ensamblaje del fuselaje y ventas. En el nivel tres se realizan los productos como los componentes y partes electrónicas y eléctricas, los sistemas y subsistemas electrónicos, los motores y componentes, y los accesorios para motores, los cuales están a cargo de las 15 empresas de Maquilas Tetakawi S. A. de C. V. y tres empresas que pertenecen a Parker Industrial S. de R. L. de C. V. En el caso de las materias primas se suministra de hierro, acero y plásticos por parte de las 16 empresas que pertenecen a Maquilas Tetakawi S. A. de C. V. Además, Guaymas es la segunda ciudad más productiva (0.53) y la primera en destacar por su especialización en la aeroespacial (18.91).

Hermosillo tiene ocho empresas: cuatro pequeñas, tres medianas, y una grande. En el nivel tres está una empresa que produce los sistemas y subsistemas electrónicos y es Groupe Latecoere, tres empresas están en la producción del fuselaje y estructuras, que son Groupe Latecoere, Latelec

México S. de R. L. de C. V. y Shimtech de México S. de R. L. de C. V. En el caso de las materias primas se suministra aluminio, titanio, acero inoxidable, cobre y hierro, cuyas empresas son dos de Sonora S Plan S. de R. L. de C. V., Latelec México S. de R. L. de C. V., Optimum Turbine Manufacture S. A. P. I. de C. V. y Shimtech de Mexico S. de R. L. de C. V. Por último, los servicios que ofrecen están orientados a la ingeniería de componentes y en la administración de negocios por parte de las empresas Savi Precision Engineering y Sonora S Plan Oficina Administrativa.

Nogales tiene seis empresas; dos pequeñas, tres medianas y una grande. En el nivel tres únicamente se produce fuselaje y estructuras, cuyas empresas son Daher y dos empresas de MSS de México. A su vez, las seis empresas totales de la ciudad, que son Javid de México Semco, Daher, Javid de México Adm, Pencom CSS de México, y las dos empresas de MSS de México suministran plástico, hierro, aluminio, y cobre. Se infiere que quizá, el elaborar tan sólo dos productos indiquen que la ciudad de Nogales no sea productiva (0.30) respecto del nacional (0.45). Además, la ciudad ocupa el último lugar en emplear a las personas, en generar valor agregado y en tener el número menor de empresas aeroespaciales.

Conclusiones

La estructura de la cadena de producción en México indica que las empresas elaboran productos en todos los niveles, desde materias primas hasta el ensamblaje de fuselaje y ventas. Sin embargo, la mayor producción se presenta en el nivel dos, que son fabricantes de equipos y responsables de los sistemas instalados, además de los de nivel tres, donde se encuentran los proveedores y subcontratados, y el nivel cuatro que corresponde a las materias primas.

En el nivel dos están las empresas Safran, Esterine, PCC Aerostructures, entre otras. En el nivel tres empresas como Ascent Aerospace de México, Esterline, Airbus, Cessna México, Maquilas Tetakawi, Groupe Latecoere, entre otras. En el nivel cuatro están las empresas Allied Tool y Die, Curtiss-Wright, Maquilas Tetakawi, Daher, entre otras. Las únicas cuatro empresas ubicadas en el nivel uno son Airbus, dos empresas de Bombardier y JYCO.

Al tomar en cuenta una integración entre las estructuras de las cadenas de producción aeroespacial de las ciudades considerando su localización estatal se puede suponer que: *i)* Mexicali y Tijuana cooperan entre sí, dando como resultado una producción en casi todos los productos, siendo las dos ciudades más completas al contar con la elaboración de 16 y 13 productos

respectivamente. Sin embargo, ambas ciudades de Baja California están por debajo de la productividad nacional. Otro caso es: *ii*) Guaymas, Hermosillo y Nogales, las cuales son las últimas tres ciudades en términos de elaborar productos, al realizar seis, cuatro y dos respectivamente. Cabe destacar que la ciudad de Guaymas es la más productiva (respecto de las otras ciudades), genera más empleos y valor agregado en Sonora, por lo que estaría siendo la ciudad clave para Hermosillo y Nogales en el sector aeroespacial dentro de la entidad.

Por su parte, *iii*) Chihuahua es la primera ciudad en contar con el número mayor de empresas, tiene una productividad igual que la nacional y presenta una estructura de cadena en el nivel dos, tres y cuatro. Por último, *iv*) Querétaro es la segunda ciudad en un número mayor de empresas aeroespaciales, es la ciudad más productiva y la que genera un mayor valor agregado, pero sobre todo Querétaro elabora productos de todos los niveles de la estructura de la cadena de valor, a excepción de unos cuantos del nivel tres.

Por tanto, México ha destacado en la elaboración de productos aeroespaciales, cuyas empresas se han localizado en distintas ciudades y estados para llevar a cabo la organización y proceso productivo. Una empresa puede fabricar uno o más productos y dentro de la cadena de producción se agregan los servicios. Al interior del país es posible observar las particularidades que tienen las ciudades. Asimismo, la industria aeroespacial se está posicionando como una actividad clave para la generación de valor y en términos de productividad, es decir, su perfil económico está destacando.

Con base en lo anterior, quedan algunos temas de investigación pendientes. Por ejemplo: valorar qué tan diversificadas y especializadas están las empresas localizadas en las ciudades respecto de la elaboración de productos aeroespaciales, o justificar si el tamaño de empresa influye en el control de la producción. Sin embargo, cabe resaltar que la elaboración de este artículo fue complejo debido a la carencia de información estadística, pero permitió acercarse a dar un panorama sobre las características económicas de la actividad aeroespacial, la estructura de la cadena de producción en el país y en las ciudades, el nombre de las empresas, entre otros referentes.

Fuentes consultadas

- Acuerdo para facultar al Secretario de Desarrollo Sustentable del Estado de Querétaro para suscribir convenios y actos derivados del fideicomiso F/704684 (2010, 28 de febrero). La Sombra de Arteaga, periódico oficial del gobierno del estado libre y soberano de Querétaro de Arteaga. Secretaría de Gobierno de Querétaro. <https://acortar.link/mpbvQR>
- Airbus (2022). Airbus, Airbus Group. www.airbus.com
- Asuad, Normand (2002). Importancia actual del estudio de la economía regional y el desarrollo urbano. *El economista mexicano*, 1, 19-38. <https://acortar.link/Xv4ISh>
- Ayuntamiento de Colón (2018). *Plan de Desarrollo Municipal Colón (2018-2021)*. <https://acortar.link/hzKMVG>
- Bombardier (2022, 24 de octubre). Bombardier Aerospace Mexico. Radio-Canadá, [weblog], <https://acortar.link/EWzbd2>
- Budd, Leslie (1998). Territorial Competition and Globalisation: Scylla and Charybdis of European Cities. *Urban Studies*, 35(4), 663-685. <https://acortar.link/1GaJQt>
- Brakman, Steven, Garretsen, Harry y Van Marrewijk, Charles (2001). Geographical economics and empirical evidence. En Steven Brakman, Harry Garretsen y Charles Van Marrewijk (Eds.), *An Introduction to Geographical Economics: Trade, Location and Growth* (1st ed., pp.128-165). Cambridge University Press. <https://acortar.link/VdUZ2g>
- Brown, Flor y Domínguez, Lila (2013). ¿Tiene la industria aeronáutica mexicana las condiciones para integrarse a la cadena de valor internacional de alto valor agregado? En Mónica Casalet (Ed.), *La industria aeroespacial: Complejidad productiva e institucional* (1st ed., pp. 135-161). FLACSO.
- CAE (2023). Defense & Security. CAE. <https://acortar.link/LBvq1G>
- Casalet, Mónica (2000). Las instituciones de fomento productivo en la construcción de la capacidad social del país. En Jorge Carrillo (Coord.), *¿Aglomeraciones locales o conglomerados globales?: Evolución empresarial e institucional en el norte de México* (pp. 18-25). Friedrich Ebert Stiftung/Colegio de la Frontera Norte/Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

- Christopher, Martin (2016). *Logistics & supply chain management*. Pearson Uk.
- Cunha, Rómulo (2011). Integración productiva en América del Sur: evidencias sobre la especialización vertical. *Economía del Caribe*, 7, 37-76. <https://acortar.link/azer4q>
- Dávila, Alejandro (2004). México: concentración y localización del empleo manufacturero, 1980-1998. *Economía Mexicana, Nueva Época*, 13(2), 209-254. <https://acortar.link/LpbIGD>
- Díaz, Héctor; Morales, Mario y Sandoval, Seyka (2020). Dinámica de la cadena global aeroespacial: un análisis de teoría de grafos. *Contaduría y administración*, 65(4), 1-24. <https://doi.org/10.22201/fca.24488410e.2020.2418>
- Dostaler, Isabelle (2013). Competing in the global aerospace supply chain: The case of the Canadian aerospace industry. *Operations Management Research*, 6(1), 32-43. <https://doi.org/10.1007/s12063-013-0076-3>
- Duch, Néstor (2005). *La teoría de la localización, Documento de trabajo*. Universidad de Barcelona.
- Elebia (2023). Industria Aeroespacial. Elebia Autohooks S. L. U. bit.ly/3Xa2xtD
- Ellison, Glenn y Glaeser, Edward (1997). Geographic concentration in US manufacturing industries: a dartboard approach. *Journal of political economy*, 105(5), 889-927. <https://acortar.link/sO7TbT>
- Enright, Michael (1991). Geographic concentration and industrial organization. [Tesis doctoral, Harvard University]. Harvard University ProQuest Dissertations & Theses. <https://acortar.link/4LsAh4>
- Flores (2019, 27 de noviembre). Piden política pública para sector aeroespacial. A21MX [weblog], <https://acortar.link/s2ID9L>
- García, Dalton; Romero-Torres, Mario Alejandro; Pereira Arantes, Patricia; Sanches da Silva, Carlos Eduardo y Pereira Mello, Carlos Henrique (2015, 8-10 de septiembre). Visão Geral sobre Sistemas de Inovação Aplicados à Indústria Aeronáutica Brasileira [ponencia]. *10º Congresso Brasileiro de Gestão da Inovação e Desenvolvimento de Produtos*, Itajubá, Brasil.
- GE (The General Electric Company) (2022). About us GE Mission Statement & Value. VTS. <https://www.ge.com/about-us>

- Góngora, Juan (2013). El panorama de las micro, pequeñas y medianas empresas en México. *Comercio Exterior*, 63(6), 2-6. <https://acortar.link/3fo6BE>
- Guan, Wei y Rehme, Jakob (2012). Vertical integration in supply chains: driving forces and consequences for a manufacturer's downstream integration. *Supply chain management: An international*, 17(2), 187-201. <https://doi.org/10.1108/13598541211212915>
- Guerra, João (2011). O modelo de integração de sistemas da industria aeronáutica: fatores motivadores. *Gestão & Produção São Carlos*, 18(2), 251-264. <https://doi.org/c24s6j>
- Hernández, Juana (2011). Transferencia de conocimiento en la industria aeroespacial mexicana: el caso de Bombardier Aeroespacial, Querétaro. *Revista economía del Caribe*, 7, 231-269. <https://acortar.link/0hj2QU>
- Honeywell (2022). Por qué esperar el futuro cuando puede crearlo. Carolina del Norte, Honeywell International Inc. <https://acortar.link/JM6fzG>
- Igape (Instituto Galego de Promoción Económica) (2021). Nota Sectorial. La Industria Aeroespacial en México. Antena Igape México. bit.ly/43UNFRW
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2021). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. Inegi. <https://acortar.link/nefUsl>
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2020). Censos económicos 2019. Micro, pequeña, mediana y gran empresa. Estratificación de los establecimientos. Inegi. <https://acortar.link/iUWC9n>
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2018a). Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte. Inegi. <https://acortar.link/20J4GV>
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2018b). Sistema Automatizado de Información Censal: Censos Económicos 2018. Inegi. <https://www.inegi.org.mx/app/saic/>
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2015). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. Inegi. <https://acortar.link/cpzFeT>
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2008). Sistema Automatizado de Información Censal: Censos Económicos 2008. Inegi. <https://www.inegi.org.mx/app/saic/>

- Kaya, Yunus (2010). Globalization and industrialization in 64 developing countries, 1980-2003. *Social Forces*, 88(3), 1153-1182. bit.ly/43HL8uK
- Kim, Sukkoo (1995). Expansion of Markets and the Geographic Distribution of Economic Activities: The Trends in US Regional Manufacturing Structure, 1860-1987. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(3), 483-499. <https://acortar.link/YRAhCS>
- Malmberg, Anders y Maskell, Peter (2002). The elusive concept of localization economies: Towards a knowledge-based theory of spatial clustering. *Environment and Planning A*, 34, 429-449. <https://doi.org/10.1068/a3457>
- Martínez, Pedro y Moyano, José (2012). Key determinants of lean production adoption: evidence from the aerospace sector. *Production Planning & Control*, 25(4), 332-345. <https://doi.org/10.1080/09537287.2012.692170>
- Mercado-Celis, Alejandro; Martínez, Diana y Félix, Joanna (2015). Los clusters económicos de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. *Revista Internacionales*, 1(2), 10-56. bit.ly/43YrA5g
- Mocenco, Daniela (2015). Supply chain features of the aerospace industry. Particular case airbus and boeing. *Scientific Bulletin-Economic Sciences*, 14(2), 17-25. <https://acortar.link/z56M9a>
- Morissette, Lucie; Barré, Philippe; Lévesque, Christian; Solat, Laurence y Silveira, Marcia (2013). El desarrollo de ventajas competitivas institucionales: el caso de la industria aeroespacial en Montreal. En Mónica Casalet (Ed.), *La industria aeroespacial: Complejidad productiva e institucional* (1st ed., pp. 21-48). FLACSO.
- Niosi, Jorge y Zhegu, Majlinda (2005). Aerospace Clusters: Local or Global Knowledge Spillovers? *Industry and Innovation*. 12(1), 5-29. bit.ly/43LjoFF
- Parada, Ana y Ríos, Humberto (2018). Globalización y desigualdad: un enfoque multidimensional a través de redes neuronales artificiales. *Análisis económico*, 33(82), 31-58. <https://acortar.link/1zcTtn>
- Páramo, Omar y Medina Francisco (2020, 24 de agosto). La política industrial de México existe sólo en el papel. UNAM Global [weblog], <https://acortar.link/b9dkoJ>

- Polèse, Mario y Rubiera, Fernando (2009). *Economía urbana y regional, introducción a la geografía económica*. Editorial Aranzadi.
- San Antonio, Santiago (2002). La industria aeroespacial: un modelo de integración para la industria de defensa. *Arbor: Ciencia, Pensamiento y Cultura*, 171(674), 419-456. <https://acortar.link/AhDVjj>
- Scott, Allen (2001). Globalization and the Rise of City-regions. *European Planning Studies*, 9(7), 813-826. <https://acortar.link/CtO52X>
- Secretaría de Economía (2009). Acuerdo por el que se establece la estratificación de las micro, pequeñas y medianas empresas. Secretaría de Gobernación.
- Secretaría de Economía (2012). El sector aeronáutico en México, Secretaría de Economía. <https://acortar.link/VDDsAm>
- Secretaría de Economía (2019). Anuncia el Gobierno de México nueva política industrial, Gobierno de México [weblog]. <https://acortar.link/94AHmo>
- Secretaría de Economía, la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial y ProMéxico (2012). Plan Nacional Estratégico de la Industria Aeroespacial, Agencia Espacial Mexicana. <https://acortar.link/pRL0fy>
- Secretaría de Economía, la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial y ProMéxico (2020). ProAéreo 2012-2020, Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial, Agencia Espacial Mexicana. <https://acortar.link/5WTN9S>
- Secretaría de Economía, Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial, ProMéxico e Inegi (2018). *Colección de estudios sectoriales y regionales. Conociendo la Industria aeroespacial*. Inegi.
- Secretaría de Gobernación, Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, Consejo Nacional de Población, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2018). Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015. Gobierno de México.
- Secretaría de Gobierno de Querétaro (2005). Informe Estatal, 1-10. <https://acortar.link/Wx0ITm>
- Sobrino, Jaime (2016). Localización industrial y concentración geográfica en México. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 31(1), 9-56. <https://acortar.link/pWwkxe>

- Storper, Michael y Christopherson, Susan (1987). Flexible specialization and regional industrial agglomeration: the case of U.S Motion Picture Industry. *Annals of the Association of American geographers*, 77(1), 104-117. <https://acortar.link/RjDT9I>
- Thales Group (2023). Thales Building a future we can trust, México. <https://acortar.link/y39z2O>
- Ulrich, Beck (2000), *What is globalization?* Polity.
- Vázquez, Miguel y Bocanegra, Carmen (2018). La industria aeroespacial en México: características y retos en Sonora. *Problemas del desarrollo*, 49(195), 153-176. <https://acortar.link/2gSDgY>
- Viladecans, Elisabet (2003). Economías externas y localización del empleo industrial. *Revista de Economía Aplicada*, 21(31), 5-32. <https://acortar.link/OOEIBB>
- Vite, Miguel (2000). La globalización económica: ¿Una nueva fase de la mercantilización de la vida social? *Frontera norte*, 12(23), 153-164. <https://acortar.link/CBBzxE>

Reseña curricular

Carolina Guadalupe Victoria Martínez. Doctora en Estudios Urbanos y Ambientales por El Colegio de México. Actualmente es colaboradora en el Seminario “Hacia un Futuro Sostenible” de la Red de Desarrollo Económico del Instituto Politécnico Nacional. Su línea de investigación actual es economía urbana y regional. Entre sus más recientes publicaciones se encuentran: Los Objetivos de Desarrollo Sostenible. En Rocío Huerta (Coord.). *Panorama de la desigualdad de género a través de los componentes de empoderamiento y mercado laboral en los municipios de México*. Alfaomega (en prensa). Como autora, El federalismo fiscal mexicano enfrentando la estrategia de vacunación Covid-19 en la Zona Metropolitana del Valle de México. *Revista Iberoamericana de Estudios Municipales*, 26, 1-23 (2022). Correo-e: cvictoria@colmex.mx