



Aproximaciones a la industria aeroespacial de Costa Rica en el comercio internacional, un enfoque situacional

Approaches to the Costa Rican aerospace industry in international trade, a situational approach

DOI: 10.22458/rna.v16i2.5465

 Nancy Miranda-Murillo¹

1. Universidad Estatal a Distancia UNED, Escuela Ciencias de la Administración, San José, Costa Rica, nmiranda@uned.ac.cr

Recepción: 03 de setiembre de 2024

Corrección: 18 de setiembre de 2025

Aceptación: 11 de noviembre de 2025

RESUMEN

En el comercio internacional, una de las industrias que está en auge es la aeroespacial, por ello, este estudio, desde un enfoque situacional y con base en un análisis documental, busca conocer su comportamiento de los últimos años y determinar las oportunidades y retos que tiene la industria. Este panorama permite saber cómo las empresas del sector se pueden preparar a fin de enfrentar el entorno, desarrollar habilidades para aprovechar oportunidades y afrontar los retos, en conjunto con alianzas estratégicas públicas y privadas, apostar por el desarrollo académico en el área e impulsar al país en el desarrollo espacial.

Palabras clave: Clúster aeroespacial, espacio, ultraterrestre, comercio.

ABSTRACT

In international trade, one of the industries that is booming is aerospace, which is why this study, from a situational approach and based on a documentary analysis, seeks to understand its behavior in recent years and thus determine the opportunities and challenges that the industry has; This panorama allows us to know how companies in the sector can prepare to face the environment, develop skills to take advantage of opportunities and face challenges in conjunction with public and private strategic alliances and commit to academic development in the area and promote the country's development Space.

Keywords: Aerospace cluster, outer space, international trade, global value chains.

RÉSUMÉ

Dans le commerce international, l'une des industries en plein essor est l'industrie aérospatiale. C'est pourquoi cette étude, adoptant une approche situationnelle et s'appuyant sur une analyse documentaire, cherche à connaître son évolution au cours des dernières années et à déterminer les opportunités et les défis auxquels le secteur est confronté. Ce panorama permet de comprendre comment les entreprises du secteur peuvent se préparer afin de faire face à l'environnement, développer des compétences pour tirer parti des opportunités et relever les défis, tout en établissant des alliances stratégiques publiques et privées, en misant sur le développement académique dans le domaine et en contribuant à soutenir le pays dans son développement spatial.

Mots-clés: Grappe aérospatiale, cosmos, commerce international.

RESUMO

No comércio internacional, uma das indústrias que está em franca expansão é a aeroespacial, razão pela qual este estudo, a partir de uma abordagem situacional e baseado numa análise documental, procura compreender o seu

comportamiento nos últimos años e así determinar las oportunidades y desafíos que la industria enfrenta. tem; Este panorama permite-nos saber como las empresas del sector pueden preparar-se para enfrentar el ambiente, desarrollar competencias para aprovechar oportunidades y enfrentar desafíos en articulación con alianzas estratégicas públicas y privadas e comprometer-se con el desarrollo académico en la área e promover el desarrollo del país. **Palabras-clave:** Cluster aeroespacial, espacio sideral, comercio internacional.

INTRODUCCIÓN

La industria aeroespacial comprende dos industrias que muchas veces se ven como una sola por temas del uso del espacio aéreo; entre ellas, se encuentran: la aeronáutica y la espacial. En este estudio, si bien es cierto que se contemplan datos generales, el enfoque se ofrece en la línea del espacio, pues es una tendencia que, en los últimos años, viene creciendo y aportando participación de diversos países y de empresas privadas.

En Costa Rica, existen más de cien empresas que ofrecen productos y servicios para dicha industria; muchas, aún, hacen esfuerzos individuales y, con ello, tienen un crecimiento paulatino por el que se debe trabajar arduamente en conjunto con otras empresas del sector, como parte de alianzas estratégicas, y vincular a entidades de gobierno, a saber: la Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER). Carrillo (2022) –director del Costa Rica Aerospace Cluster (CRAC)– menciona la importancia de la “regionalización” y el nearshoring o traslado de segmento de empresa de un país a otro más cercano en los procesos globalizados para las empresas costarricenses con el apoyo de PROCOMER¹, esto hace referencia a traer algunas de las operaciones a países en donde la ubicación geográfica está más cerca de la empresa o incluso que comparten zona horaria.

Dichas alianzas no solo deben promulgar facilidades y crecimiento de la industria, sino también darla a conocer, ya que presenta un gran potencial para el país y aún la población desconoce los esfuerzos y logros obtenidos. Esto debe analizarse no solo para el impacto del sector en el ámbito nacional, sino también para posicionarla en el internacional. Si bien es cierto que la industria destaca en la región centroamericana, todavía falta mucho por recorrer en esta línea.

En los últimos años, el desarrollo de la industria aeroespacial en Costa Rica viene presentando un incremento significativo que lo lleva a participar cada vez más en el comercio internacional; por esto, en este estudio, se busca identificar la intervención y el crecimiento de la industria dentro de la participación en nuevos mercados. También, pretende determinar cómo el comercio internacional juega un papel importante para el desarrollo industrial aeroespacial.

Uno de los impulsos más relevantes se origina en su participación en la feria más importante para dicho sector: la NBAA Business Aviation Convention & Exhibition, la cual se celebra en el 2023, en Las Vegas, y donde el país busca presentarse y posicionar a esta industria por medio de la creación de nuevos vínculos y aliados que le permitan aumentar sus exportaciones y operar dentro del nearshoring en Costa Rica.²

Esa industria progresa, poco a poco, y se desarrolla desde la creación de productos electrónicos para grandes empresas aeronáuticas hasta el desarrollo de componentes clave a fin de colocarlos en espacio ultraterrestre. Costa Rica contribuye al espacio calidad e innovación, no solo en la creación de componentes, sino también con el aporte del diseño gráfico en el proyecto denominado “Proyecto Costa Rica en el Espacio”³, el cual responde al “Proyecto Aeroespacial costarricense Polaris” que, de la mano con la Universidad de Costa Rica (UCR), simulan una miniagencia espacial para diseñar, innovar y aportar a la globalización del espacio⁴, y con todo esto, posicionar a Costa Rica en el

1 Andrés Fernández et al. “Disruption in Resource-Intensive Supply Chains: Reshoring and Nearshoring as Strategies to Enable Them to Become More Resilient and Sustainable”, Sustainability 14, n.o 17 (January 2022): 10909. <https://doi.org/10.3390/su141710909>.

2 Procomer Costa Rica, “PROCOMER promueve la industria aeroespacial costarricense en la feria internacional más importante del sector”, Procomer Costa Rica (blog), 18 de octubre de 2023, <http://https%253A%252F%252Fwww.procomer.com%252Fnoticia%252Fprocomer-promueve-la-industria-aeroespacial-costarricense-en-la-feria-internacional-mas-importante-del-sector%252F>.

3 Elizabeth Ramírez, “Costa Rica en el espacio. Cruce de miradas entre la ciencia y el Diseño Gráfico”, Universidad de Costa Rica. SIA Sede Interuniversitaria Alajuela (blog), acceso 1 de febrero de 2023, <https://sia.ucr.ac.cr/costa-rica-en-el-espacio-cruce-de-miradas-entre-la-ciencia-y-el-diseno-grafico/>.

4 AREX CR, “Project Polaris – AREX”, 2023, <https://www.arexcr.com/projects/polaris/>.

mapa internacional, destacando el potencial del país, incluso, de la región centroamericana con colaboraciones en diseño, manufactura y soporte de misiones espaciales⁵.

El despliegue de esa industria crea alianzas estratégicas de índole privada y pública, por ello, es importante mapear el progreso e identificar oportunidades de expansión, en el nivel internacional, y preparar a los futuros profesionales para aprovechar nuevas oportunidades y enfrentar nuevos retos. Es tanto el auge como la visión que se tiene sobre esta industria que el CRAC está realizando una alianza con la UCR para crear la Maestría Interuniversitaria Semipresencial en Ingeniería Aeroespacial en Costa Rica.⁶

La principal problemática se encuentra enfocada en conocer el comportamiento de una industria que está “en pañales” y que tiene un gran futuro por delante, así como grandes retos y beneficios que deben alinearse entre el sector, el Gobierno y los diversos stakeholders (partes interesadas) que puedan surgir; tal como establece el presidente de la Asociación Centroamericana de Aeronáutica y del Espacio (ACAEE): “La economía aeroespacial a nivel global mueve miles de millones de dólares. Es una industria donde hay una enorme oportunidad para desenvolverse, tenemos posibilidades importantes para poder desarrollarnos”⁷.

Así pues, surge la siguiente interrogante: ¿cuáles son las aproximaciones a la industria aeroespacial en Costa Rica en el comercio internacional, desde un enfoque situacional, durante el segundo y tercer cuatrimestre de 2023?

Objetivos. El objetivo general pretende abordar un enfoque situacional, en el cual se entienda el comportamiento de una de las industrias que viene mostrando un crecimiento en el nivel país, y que se está posicionando, poco a poco, en el ámbito internacional, por la cual se plasma un cuestionamiento sobre el futuro y las posibilidades de abarcar. De esta manera, surge el siguiente objetivo investigativo:

Estudiar las aproximaciones a la industria aeroespacial en Costa Rica en el comercio internacional, desde un enfoque situacional, durante el segundo y tercer cuatrimestre de 2023.

Objetivos específicos. Para resolver el objetivo general investigativo, se muestran cuatro objetivos específicos en los cuales, de manera secuencial, se aborda la información necesaria para entender la perspectiva plasmada. Dentro de esto, se considera un panorama de la situación actual de la industria aeroespacial en Costa Rica y cómo esta participa a lo largo de los últimos años en el comercio internacional, posicionando al país como un generador de valor en dicha industria; y, con esto, se evalúan oportunidades y se manifiestan retos para el futuro. Por esta razón, se presentan los siguientes objetivos específicos por abordar:

- 1) Identificar la situación actual de la industria aeroespacial en Costa Rica.
- 2) Examinar la participación de la industria aeroespacial de Costa Rica en el comercio internacional.
- 3) Evaluar oportunidades de la industria en el futuro cercano.
- 4) Visualizar posibles retos de la industria en el futuro cercano.

Justificación. El proyecto presenta un alto nivel de relevancia en el estudio de la actualidad del comercio internacional de Costa Rica, en el cual, se muestra, a lo largo de los últimos años, un panorama de crecimiento, para muchas industrias, y de participación en cadenas globales de valor (CGV). Así lo menciona Umaña: “Costa Rica se puede insertar de mayor manera en esta cadena de valor agregado internacional, caracterizada por el alto uso de tecnología, un importante componente de innovación y la generación de puestos de trabajo bien pagados”⁸; sin embargo, por un tema de delimitación, se selecciona la industria aeroespacial, pues representa una evolución significativa y un gran camino por recorrer con retos por contemplar.

5 Alejandra Vargas, “¿Un congreso espacial centroamericano? Sí, ha leído bien”, El País América, 12 de setiembre de 2023, <https://elpais.com/america-futura/2023-09-12/un-congreso-espacial-centroamericano-si-ha-leido-bien.html>.

6 Costa Rica Aerospace Cluster, “Maestría en Ingeniería Aeroespacial en CR (UCR)”, Costa Rica Aerospace Cluster (blog), acceso 7 de junio de 2023, <https://costaricaaerospace.com/maestria-en-ingenieria-aeroespacial-en-cr-ucr/>.

7 Johan Umaña, “Sector aeroespacial espera crecer y consolidarse como pilar del desarrollo del país”, Text. Hoy en el TEC, 19 de setiembre de 2018, <https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2018/09/19/sector-aeroespacial-espera-crecer-consolidarse-pilar-desarrollo-pais>.

8 Ibid.

Entre los diversos productos del CRAC, se encuentran los materiales eléctricos; las partes para motores, generadores y convertidores eléctricos; los cables eléctricos, máquinas y aparatos eléctricos, motores de corriente alterna, componentes electrónicos para microprocesadores, resistencias eléctricas que no sean de calentamiento y otros. En tal producción, se refleja un comportamiento de las exportaciones en la industria, de manera constante, desde el año 2012 hasta la actualidad. Como antecedente, se muestra el crecimiento al mercado estadounidense en un 8% anual al año 2016;⁹ y, con esto, la base para considerar el camino de dicha industria en los últimos años, principalmente, con la llegada del “espacio 2.0” que, aunque representa retos para estos participantes y para los futuros profesionales, ya el país empieza a darse a conocer, no solo con servicios tercerizados, sino también, llevando satélites con “sello tico”, como el Proyecto Irazú¹⁰.

Costa Rica tiene grandes ventajas y oportunidades para alcanzar el espacio, ya que su ubicación estratégica cerca del ecuador aporta al envío de satélites, sondas y otras metas que podrá conseguir y que, a su vez, se encuentran alineadas con la responsabilidad ambiental¹¹; todo esto gracias al esfuerzo de muchos participantes, entre ellos, dos exastronautas: el Dr. Edward Lu y el Dr. Franklin Chang Díaz.

El proyecto tiene un enfoque de conocimiento situacional con miras a plantear una base para la formación académica del estudiantado de la carrera Negocios Internacionales, ofrecer capacitaciones en temas de actualidad e impulsar la participación con otras entidades públicas y privadas como parte de alianzas estratégicas.

METODOLOGÍA

Como parte del sustento de datos de estudio, se establece un proceso de revisión documental por medio del análisis de artículos científicos que presentan una contextualización de los temas que se abordan en el trabajo de investigación. Se adiciona la revisión de publicaciones tomadas de fuentes confiables, ya que la información sobre la industria se encuentra expuesta en páginas de las siguientes entidades: COMEX, PROCOMER, CINDE, universidades de Costa Rica (públicas y privadas). Finalmente, se toma información de artículos de periódicos electrónicos del país.

La muestra documental está enfocada en once publicaciones seleccionadas; en específico, sobre el tema del clúster aeroespacial en Costa Rica, y veinte documentos, de los cuales, cuatro son sobre el desarrollo aeroespacial costarricense, en los que se observa el poco material disponible en investigaciones sobre el tema. Dieciséis de esos documentos son publicaciones de artículos científicos de diversos países, con el fin de entender y de analizar el panorama de aquellos países que tienen más experiencia en el sector espacial e, inclusive, en el sector aeronáutico como principal industria complementaria; para más detalle de la muestra documental seleccionada, se adjunta en este artículo (ver Anexos: tabla 1).

El enfoque de la investigación es cualitativo con rasgos cuantitativos, en el cual se realiza un análisis documental amplio complementado con datos estadísticos de las fuentes estudiadas y en el que los resultados encontrados sobre el entorno se ponderan para tener una calificación de cada elemento presentado, además de un mapa de calor sobre dicha calificación que se integra con una valoración de oportunidades y amenazas por contemplar.

El trabajo despliega resultados para cuatro variables de estudio en las que se aplica el análisis documental. La primera es la situación actual de la industria aeroespacial en Costa Rica para presentar un mapa de la composición del sector y del entorno en el que se encuentra la industria. La segunda es la participación de la industria aeroespacial de Costa Rica en el comercio internacional, en el cual se muestran las principales industrias del sector dentro de este y de las cadenas globales de valor. La tercera contiene las oportunidades de la industria en el futuro cercano; aquí se pueden ver cuáles son esos aspectos diferenciadores que pueden permitir aprovechar las oportunidades de crecimiento en la industria aeroespacial. Finalmente, la cuarta visualiza los posibles retos de la industria en el futuro

9 Erick Mora, “Estudio Aeroespacial EEUU.Pdf”, 2017, <https://sistemas.procomer.go.cr/DocsSEM/Estudio%20aeroespacial%20EEUU.PDF>.

10 ACAE, “Proyecto Irazú | ACAE”, 2023, <https://irazu.acae-ca.org/>.

11 Alonso Martínez, “Costa Rica es seleccionada como sede para instalación de Radar Espacial de Nueva Generación”, Delfino, acceso 23 de abril de 2024. <https://delfino.cr/2020/07/costa-rica-es-seleccionada-como-sede-para-instalacion-de-radar-espacial-de-nueva-generacion>.

cercano, con el fin de que se puedan enfrentar a mediano plazo y aprovechar las oportunidades de la variable anterior.

El diseño de la investigación es no experimental, ya que no se manipula ninguna de las variables previamente expuestas, y la recolección de la información se aplica de manera seccional y transversal, una única vez durante el periodo de estudio delimitado.

El método de investigación aplicado es analítico para cada una de estas variables, las cuales se presentan de manera deductiva, abordando elementos que van de lo general a lo específico y con base en documentos. Se considera una investigación de tipo descriptivo y hermenéutico, ya que se describe lo relacionado con cada empresa participante y se interpretan los textos previamente mencionados para resolver las variables de estudio.

DESARROLLO

Situación actual de la industria aeroespacial en Costa Rica

El panorama aeroespacial de Costa Rica se visualiza mejor en el mapa de la cadena de manufactura del país (ver Anexos: figura 1). Para este estudio, se enfoca el análisis en la parte espacial, enmarcada en rojo junto con los participantes de apoyo al proceso.

En el primer cuadro rojo (ver Anexos; figura 1), se destaca la cadena de manufactura aeroespacial y de ensamblajes de aeronaves en la que Costa Rica viene participando con el apoyo de las organizaciones enmarcadas en el cuadro inferior, donde destaca la Asociación Centroamericana de Aeronáutica y el Espacio (ACAE); el Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto; PROCOMER; las instituciones financieras y las universidades y centros de investigación del país.

En el caso del ACAE, con el aporte significativo de Rónald Chan, se hace un trabajo arduo para posicionar a Costa Rica y Centroamérica en el sector aeroespacial¹². Dentro del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA) (2010), se aborda la incorporación de Costa Rica en el Convenio sobre el Registro de Objetos Lanzados al Espacio Ultraterrestre y el envío del primer motor de plasma al espacio; todo de la mano de la participación de ACAE, a fin de incentivar los proyectos de innovación y de desarrollo de la industria para fungir como pilar en la región centroamericana y obtener así un compromiso con el ICA. Por ello, se incorpora estrategias en compañía de los siguientes participantes:

- Federación de Profesionales Egresados del Instituto Tecnológico de Costa Rica (FEPETEC)
- Colegio de Ingenieros Tecnólogos
- Consejo Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial

El eje principal del país se enfoca en la creación y localización de satélites y se complementa con diversos servicios otorgados para el espacio con el aporte colaborativo público privado. Un claro ejemplo es el Proyecto Irazú, el cual se basa en la participación del ACAE y del TEC para el lanzamiento del primer satélite centroamericano en el 2018¹³.

Este es un primer paso para la participación de Costa Rica en el espacio 2.0, aunque existen otros aportes de manera tercerizada en diseño e innovación. En ellos, se muestra un crecimiento dentro de la cadena de suministros internacional de la industria por medio del CRAC¹⁴, gracias a la preparación y al fortalecimiento que exhibe la industria en materia de conocimiento, calidad, valor agregado, entre otros.

El CRAC está compuesto por treinta y seis empresas en las que, en su mayoría, son pertenecientes al régimen de zona franca y otras empresas asociadas que buscan diseñar un ecosistema productivo para posicionar a Costa Rica.¹⁵

12 ACAE, "ACAE", ACAE, 2023, <https://www.acae-ca.org/acae>.

13 Deutsche Welle, "Costa Rica lanza el primer satélite centroamericano – DW – 03/04/2018", dw.com. acceso 21 de abril de 2024. <https://www.dw.com/es/costa-rica-lanza-el-primer-sat%C3%A9lite-centroamericano/a-43229579>.

14 The Central American Group, "Industria Aeroespacial de Costa Rica", The Central American Group (blog), acceso 21 de abril de 2024, <https://www.thecentrallamericangroup.com/industria-aeroespacial-de-costa-rica/>.

15 Krisia Chacón, "Costa Rica pretende despegar hacia el espacio con creación de 'cluster' aeroespacial", El Financiero, 8 de marzo de 2016, <https://www.elfinancierocr.com/tecnologia/costa-rica-pretende-despegar-hacia-el-espacio-con-creacion-de-cluster-aeroespacial/N4F3SK6075EX3JKHV3NDOM62FA/story/>.

De manera complementaria, el clúster cuenta con una serie de aliados estratégicos, a saber:

- Promotora de Comercio Internacional (PROCOMER)
- Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo (CINDE)
- Instituto Nacional de Aprendizaje (INA)
- Universidad de Costa Rica (UCR)
- Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR)
- Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO)
- Dirección General de Aviación Civil (DGAC)
- Asociación Centroamericana de Aeronáutica y del Espacio (ACAE)
- Cámara de Industrias de Costa Rica (CICR)

Se constituye, también, en el 2010, el Consejo Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial (CONIDA) para colocar a la industria en el mapa internacional¹⁶; posterior, surge el centro para el desarrollo y manufactura de partes y maquinarias denominado CORAAL (que en inglés hace referencia a Costa Rica Aerospace Alliance), cuya conformación se funda con las empresas Mechania, Aka Precisions, FEMA-PREINSA, Olympic Precision Maching (OPM) y la empresa Fortech S.A.

Análisis del entorno de la industria en el país

Se realiza un análisis de entorno del país por medio del conocimiento y ponderación de variables políticas, económicas, sociales, culturales, ambientales, tecnológicas, geográficas y de comercio externo, con el fin de tener un escenario en el que las empresas aeroespaciales puedan tomar decisiones, en cuanto a cómo cada una de las variables mencionadas pueden plasmarse en oportunidades o amenazas para su futuro, incluso, contempla el nivel de importancia e impacto que tienen diversos elementos de cada variable para su crecimiento (ver Anexos: tabla 2).

En la tabla 2 (ver Anexos), se muestra cómo los siete elementos analizados de la variable política representan un balance entre oportunidades y amenazas, dado al manejo de riesgos y estabilidad política del país, así como las alianzas internacionales con las que cuenta el país y los esfuerzos que se hacen en materia de inversión extranjera directa (IED) para el crecimiento del país. Esto se visualiza con el ejemplo de las empresas que, hoy en día, forman parte de la IED en el país y que forman parte del CRAC, las cuales destacan su decisión de operar en Costa Rica; por entre otros aspectos, la estabilidad política, la seguridad y el manejo de riesgos, tal es el caso de Tico Electronics.

Una segunda categoría de análisis es la variable económica, que debe contemplar la industria aeroespacial para mitigar impactos y tomar decisiones comerciales nacionales e internacionales, las cuales se muestran en la tabla 2 (ver Anexos), y en las que se encuentran el producto interno bruto (PIB), el nivel de desempleo, el nivel salarial, la creación de nuevos impuestos y la inflación.

Un aspecto clave por considerar es el impacto del entorno en cuanto a la parte social, cultural y ambiental, ya que, aunque la industria aeroespacial está en crecimiento, debe contemplar elementos claves como la inseguridad social, el compromiso social, el nivel educativo poblacional, el crecimiento de la población, los valores culturales, el uso de energías renovables y las regulaciones ambientales.

Del conjunto de variables estudiadas en relación con requerimientos del entorno para el desarrollo de la industria, sin lugar a duda, la variable tecnológica es clave, sin dejar de lado a las demás variables de análisis, puesto que, por la particularidad de la industria, exigencias y nivel de especialización requerido, se debe fundamentar, en el desarrollo tecnológico, los incentivos que se ofrecen para la modernización, el impacto de las tecnologías en las cadenas de suministros, las inversiones y la cantidad de inversión necesaria en innovación y desarrollo (I&D) y el desarrollo de nuevas tecnologías como la 4.0.

Respecto de las tecnologías 4.0, es tanto lo que hacen al espacio que, incluso, el concepto de “espacio” evoluciona rápidamente de un “espacio 2.0 a un espacio 4.0, en el que se contempla el uso

de la transformación digital para “desvelar actividades desconocidas en el espacio”¹⁷. También, se pueden considerar otros aportes, como el internet de las cosas y la impresión en 3D para la industria 4.0, donde “la referencia a la plataforma de la industria 4.0 (Cluster Institute. Industria 4.0.) tiene el interés de dejar asentadas las tendencias hacia donde apuntan avances tecnológicos, como los de la industria aeroespacial y aeronáutica”.¹⁸

En relación con las variables geográficas, se ejecuta una perspectiva de la empresa, del país y de sus condiciones. Por ello, elementos, como el desarrollo en infraestructura del país, muestran deficiencias que no solo afectan a lo interno, sino también para la consideración de ubicación de la empresa, en donde, aunque muchas de las empresas se encuentran en zona franca, otras están más alejadas, como AdAstra, que se ubica en Liberia, Guanacaste, y puede considerarse como un punto de desarrollo para la región, pero que conlleva necesidades de infraestructura y vías de acceso.¹⁹

Las variables de comercio externo que enfrenta la industria contienen elementos de peso que se encuentran en desarrollo, dado que la industria viene progresando en temas de alianzas estratégicas nacionales e internacionales. Cada vez más, esta dispone de convenios y acuerdos internacionales que promueven su desarrollo, además de barreras de salida cada vez más llevaderas. Sin embargo, aún se expone a regulaciones internacionales que, de manera indirecta, se vuelven en un tipo de barrera y que deben ser creadas en pro de la competitividad, la cual, también, se puede ver afectada por la generación de barreras de ingreso que existen gracias a la naturaleza de la industria y a lo poco desarrollado que está el país en comparación con otros participantes mucho más grandes y con más experiencia que la del sector costarricense.

Participación de la industria aeroespacial de Costa Rica en el comercio internacional

De acuerdo con datos expuestos por el periódico Financiero, la industria aeroespacial viene generando un alto nivel de crecimiento y de participación en mercados internacionales, en los cuales el clúster aeroespacial abarca, para el año 2022, un nivel de exportaciones de \$201 millones, mientras el enfoque principal se sitúa en la parte de naves aéreas.

Si bien es cierto, previo a la pandemia, el clúster presenta niveles un poco superiores de exportaciones de \$214 millones, para el año 2019, se muestra la recuperación significativa y el auge de crecimiento que tienen estas empresas no solo en un sector aéreo, sino también, en otras áreas de desarrollo.²⁰ Asimismo, se contempla el aporte de la manufactura avanzada con un 81% de las exportaciones de la industria especializada de Costa Rica, incluso productos para la industria aeroespacial.²¹

Cadenas globales de valor

Las CGVson, por hoy, parte del enfoque de los países que buscan el crecimiento en el mercado internacional, y abarcan dos tercios del comercio mundial en el nivel de tangibles e intangibles²², por ello, en los últimos años, el mayor aporte se genera en temas de intangibles; a saber: la I&D y el servicio ofrecido. Con estos dos últimos aspectos, el país destaca como generador de valor por parte de la industria aeroespacial y es líder en sofisticación de procesos productivos en América Latina, según el Foro Económico Mundial.²³

La profundización en las cadenas globales de valor se ha direccionado en tres dimensiones: la geográfica (cada vez se involucran más países en la producción y provisión de bienes y servicios

- 17 Thalesgroup, “Espacio 4.0: desvelando el valor de la transformación digital | Thales Group”, 17 de junio de 2020, <https://www.thalesgroup.com/es/el-mundo/space/news/espacio-40-desvelando-el-valor-transformacion-digital>.
- 18 Vázquez, Miguel Ángel, Carmen Bocanegra, Miguel Ángel Vázquez, and Carmen Bocanegra. “La industria aeroespacial en México: características y retos en Sonora.” Problemas del desarrollo 49, no. 195 (2018): 153–76. <https://doi.org/10.22201/ieic.20078951e.2018.195.63183>.
- 19 Ad Astra Rocket Company. “Ad Astra Servicios Energéticos y Ambientales - Liberia, Costa Rica”, Ad Astra Servicios Energéticos y Ambientales - Liberia, Costa Rica, 2023, <https://www.adastrarocket.com/cr/>.
- 20 Francisco Ruíz, “Clúster aeroespacial: la apuesta de Costa Rica para insertarse en una industria mundial en expansión”, El Financiero, 23 de octubre de 2023, <https://www.elfinanciero.cr.com/tecnologia/cluster-aeroespacial-la-apuesta-de-costa-rica-para-3WQJL7RGYRCZTDMOKYGAG7CELE/story/>.
- 21 CAMTIC, “Industria aeroespacial de Costa Rica promocionó su oferta en feria NBAA”, Camtic (blog), 18 de octubre de 2021, <https://www.camtic.org/actualidad-tic/industria-aeroespacial-de-costa-rica-promociono-su-oferta-en-feria-nbaa/>.
- 22 Ricardo Monge, “Las Cadenas Globales de Valor ¿Qué tanto las estamos aprovechando? | Ecoanálisis - Consultores Económicos y Financieros”, 21 de octubre de 2019, <https://www.ecoanalisis.org/eco-articulos/articulo/las-cadenas-globales-de-valor-que-tanto-las-estamos-aprovechando/>.
- 23 CINDE, “CINDE | Costa Rica Manufacturing”, cinde.org, 2023, <https://www.cinde.org/en/sectors/smart-manufacturing/manufacturing>.

vinculados a la “economía del espacio”), la sectorial (crecientemente dichos productos y servicios se fabrican en procesos articulados global o regionalmente) y la funcional (dicha articulación, aunque de manera más incipiente, también abarca a los procesos de I+D e innovación).²⁴

Las empresas de la industria deben tener prioridad en la calidad de sus productos, no solo para ser más competitivas, sino también, por las regulaciones de gobiernos y otras entidades u organizaciones internacionales que velan por la seguridad internacional y que genera niveles importantes de diferenciación, aunque esto representa cubrir altos costos a nivel país. Por lo tanto, es indispensable ampliar la participación a fin de diluir los costos entre un mercado más extenso. Esto representa un nivel de complejidad si se valora contra otros países, tal como analiza Castillo sobre el crecimiento de la industria en México:

Un alto incremento de las tasas de exportación de equipo aeroespacial, concluyendo que las empresas dedicadas al giro aeroespacial al estar en una constante búsqueda de minimizar sus gastos llevan su operación a aquellas regiones que les brinden ventajas comparativas.²⁵

En virtud de lo anterior, en la tabla 3 (ver Anexos), se pueden mostrar las empresas de la industria aeroespacial participantes en las CGV, con el detalle del origen de su inversión y el segmento al que pertenecen. De las veintinueve empresas, se enfatiza la participación de once con capital nacional; y, de ocho, al 100% en ventas en la industria aeroespacial. Esto muestra no solo la contribución de las empresas en la industria, sino también, las oportunidades de crecimiento que tiene cada una tanto para la parte aérea como el potencial en la incorporación en un mercado aeroespacial.

Oportunidades de la industria en el futuro cercano

En los últimos años, Costa Rica destaca por sus altos niveles de capacidad e innovación con talento humano de clase mundial, y posiciona la calidad de tecnología avanzada en la región al participar en el primer Congreso Espacial Centroamericano (CEC2023) para el desarrollo de Centroamérica²⁶, en donde, en conjunto, el clúster dispone de más de tres mil personas partícipes del proceso. Con esto, destaca el aporte al nivel de empleo que genera esta industria gracias al desarrollo de la exportación y su expansión mundial.

Se analizan las principales empresas conformadoras del CRAC, sus productos y servicios y el mapeo de las oportunidades que pueden aprovechar dichas compañías para ampliar su participación en el mercado aeroespacial, que no solo esté enfocado en la industria aérea, sino también, en posicionarse, aún más, en el espacio 2.0.

El clúster se conforma por las treinta y seis empresas que destacan a continuación:

AD ASTRA ROCKET	DAP	PREINSA
AEC	DIEZ ORLICH PRECISION	SENSORS GRUP COSTA RICA
AEROCALIDAD CO-OMA-028	FEMA INDUSTRIAL	SERPIMETAL
AEROCALIDAD DRONES	FOUR WINGS	SERTEX SERVICIOS TÉCNICOS
AEROJAKE CO-EEA-001 DGAC CR	GJ CARGO	SPECIALITY COATING SYSTEMS COSTA RICA
ANIXTER	GRUPO SG	TALLER GONZÁLEZ
ANODISA	LOGITSA CARGO SERVICE	TECHSHOP INTERNACIONAL
ATEMISA PRECISIÓN S.A.	MICRO FINISH SURFACE FINISHING	TICO ELECTRONICS
AVIONYX	MICRO TECH	TLS PRECISIÓN
CAMÉRICA	OLYMPIC PRECISION	UTITEC INC
CAMTRONICS	MACHINING	ZOLLNE
COOPESA	PARQUE TEC	
CRFULLPACK	PLÁSTICOS MODERNOS	

24 Andrés López, “Economía espacial e desenvolvimento: o caso da Argentina”, 2019, <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92459230004>

25 Castillo Rodríguez, Jesús. “Globalización y localización de la industria aeroespacial en México.” Intersticios sociales, no. 26 (2023): 181–201. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S200749642023000200181&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

26 Vargas, “¿Un congreso espacial centroamericano?”

A partir de dichas empresas, se presenta un análisis de posibilidades u oportunidades por alcanzar, según su tipo de empresa, y los productos en los cuales destaca cada una, y posiciona a Costa Rica como una sede estratégica para empresas que requieran de innovación, al atraer empresas multinacionales.²⁷

La empresa Ad Astra Rocket destaca como pionera y mayor interesada en la participación del comercio hacia el espacio 2.0, en la cual, los hermanos Chan han desplegado esfuerzos conjuntos con otras entidades que permitan posicionar a Costa Rica. Además, se muestra como líder en tecnología de vuelos espaciales y propulsión avanzada de cohetes de plasma, por ejemplo: el desarrollo del motor de cohete de magnetoplasma de impulso específico variable (VASIMR®), para revolucionar la economía espacial con un transporte en el espacio fácil y asequible.²⁸

“La carrera espacial es una mina de oportunidades. Solo en 2023, la inversión privada supera los 400.000 millones de dólares, cerca de un 20% más que los años anteriores”²⁹, y en la cual todo el mundo puede ser partícipe de esta nueva revolución industrial.

Como región, es evidente dicha participación, ya los centroamericanos alzaron su mano y empezaron a destacar en esta “carrera espacial”. Por ejemplo, aparece la participación de Sandra Cauffman (directora adjunta de la División de Astrofísica de la NASA); la bioquímica Katherine Herrera (directora de la empresa Verne Technologies); Elías Solórzano (de la empresa MDA que es aliada de la estación espacial), y los costarricenses Frankling Chang Díaz (astronauta costarricense, enfocado, hoy en día, en el motor de plasma para propulsión de vehículos espaciales) y Andrés Mora (un referente que trabaja en la NASA y que es gestor del congreso espacial centroamericano)³⁰. Esto muestra el trabajo conjunto de la región en pro del crecimiento de la industria y de una participación constante y creciente dentro del comercio internacional para dar soporte a los requerimientos internacionales en temas espaciales.

Posibles retos de la industria en el futuro cercano

El primer reto es el aporte de los profesionales capacitados, que, en conjunto con la academia, se ha desarrollado cada vez más, pero se debe reforzar, aumentando la comunicación entre la industria y las universidades que puedan catapultar a dichos especialistas. Entonces, es necesario ajustar los planes de estudio para atender los requerimientos internacionales en esta materia, tal como la industria en México, donde “los empleados de estas compañías provienen de diferentes instituciones del estado como: universidades públicas y privadas, además de escuelas técnicas”.³¹

Con este escenario, el país cuenta con fuerza laboral, que, aunque tiene experiencia, es capacitada y posee un nivel de rápido aprendizaje. La debilidad es que sigue siendo pequeña si se compara con el aporte de expertos que tienen otros países³², como menciona Castillo en el caso de México: “el elevado valor añadido de la industria se debe principalmente a su utilización intensiva de personal calificado más que a su gran densidad de capital físico”³³; por ello, para fortalecer el mercado laboral no solo deben existir empresas dedicadas al sector, sino que se debe complementar con la formación académica necesaria y las alianzas de las universidades que permitan ofrecer conocimiento acorde con los requerimientos de la industria, ya que es un sector que, en el nivel global, tiene una mejor remuneración en comparación con el sector manufacturero dada la especialización requerida.³⁴

El otro reto por aplicar en las empresas es el manejo con proveedores, el cual hoy en día proporciona materias primas de gran calidad, pero que deben hacer conciencia en que muchas de estas empresas son suplidoras de componentes para otras de gran tamaño y renombre internacional; por lo tanto, es

27 Procomer, “Clúster aeroespacial de Costa Rica despegar con destino a los mercados internacionales.” Procomer Costa Rica (blog), 8 de marzo de 2016, <http://www.procomer.com/%252Fnoticia%252Fclster-aeroespacial-de-costa-rica-despega-con-destino-a-los-mercados-internacionales%252F>.

28 Ad Astra Rocket Company, “Ad Astra Servicios...”

29 Vargas, “¿Un congreso espacial...”

30 Ibíd.

31 Vázquez et al., “La industria aeroespacial en México...”

32 Bamber, Penny, Andrew Guinn, Andrew y Gary Gereffi, Gary. Costa Rica in the Aerospace Global Value Chain: Opportunities for Upgrading. Estudios de Duke CGGC. 2013. https://www.globalvaluechains.org/wp-content/uploads/2013_08_20_Ch4_Aerospace.pdf

33 Castillo, “Globalización y localización...”

34 Ibíd.

clave mantener los estándares y costos asociados a los requerimientos de la industria internacional y las buenas relaciones con los proveedores.

El principal aspecto de valoración de proveedores se da en el cumplimiento de certificaciones de calidad, el cumplimiento de entregas del 100% en tiempo, socios capaces de ser innovadores, asumir retos y dar soluciones, con alta capacidad de reacción (de preferencia dentro de la misma zona horaria), flexibilidad y un manejo eficiente de los costos de producción.³⁵

En relación con los estándares y requisitos exigidos, se presentan las certificaciones que deben poseer estas empresas, y en la mayoría de los casos, se dispone de ellas o se están implementando; sin embargo, esto requiere una actualización constante, una inversión significativa y un trabajo colaborativo que debe mantenerse para ser generadores de valor. Por ello, muchas empresas encuentran un acceso limitado a financiación que frena la participación y el crecimiento de las empresas nacionales y que se convierte en una barrera de entrada en la competitividad internacional³⁶, por ende, es un punto por solventar mediante las alianzas y el apoyo gubernamental.

Tal vez uno de los retos más visibles como país es el tema de infraestructura, en el cual su capacidad es clave para esta industria y lo que la logística internacional requiere. Al final, esto puede recaer en un eslabón por trabajar en conjunto con el Gobierno, puesto que una afectación dada por una logística poco eficiente puede acarrear pérdidas en los contratos o en el interés de atracción a empresas internacionales por medio de IED.

CEPAL establece ese aspecto como el punto más débil de la economía costarricense, en donde, para las décadas de los años 80 y 90 el problema es la restricción presupuestaria; sin embargo, hoy en día, el problema persiste por la falta de gestión de las instituciones públicas y procesos burocráticos que no permiten avanzar los proyectos³⁷. También, se compara con el caso de México, que tiene claro este punto como uno de los aspectos por superar para el éxito de la industria:

Así pues, la localización en territorio nacional de empresas líderes de la Industria Aeroespacial puede generar beneficios de largo plazo para la economía, siempre que localmente se cuente con capacidades e infraestructura suficientes para absorber, adaptar y mejorar las derramas de conocimiento generadas.³⁸

Por su parte, muchas de estas empresas están en el mercado en un tiempo reciente y Costa Rica es una posibilidad de crecer y, por ello, el financiamiento tiene un peso relativo en dicho crecimiento. Muchas de las inversiones destacan en I&D como determinante de la eficiencia y generación de ventajas competitivas; muchas de ellas vinculadas al requisito de obtener las certificaciones ISO 9001, ISO 14001, AS 9100, de la National Aerospace and Defense Contractors Accreditation Program.³⁹

Finalmente, la legislación casi siempre se encuentra un paso atrás de la innovación y, con esto, puede recaer en el uso ineficiente de procesos que, por temas regulatorios, obstaculizan el crecimiento de estas empresas o la participación en mercados que aún no están regulados. Por lo tanto, se debe trabajar en un proceso integral, fortalecer la institucionalidad y difundir las estrategias público-privadas que hace la industria y su posicionamiento en el ámbito internacional para apoyar su crecimiento y potenciar al sector; todo esto acompañado de una red de proveedores que permita resolver los numerosos problemas, innovar y mejorar sus prácticas gerenciales.⁴⁰

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados ponen en contexto la realidad del sector aeroespacial de Costa Rica donde la industria se convierte en sinónimo de crecimiento y de posicionamiento en los mercados internacionales.

Situación actual de la industria aeroespacial en Costa Rica. Un eje importante por destacar es la participación de los hermanos Chang (Franklin Chang y Rónald Chang) como desarrolladores de

35 Mora, "Estudio Aeroespacial...".

36 Bamber et al., "Costa Rica in the...".

37 CEPAL. "Cadenas Globales de Valor y Diversificación de Exportaciones El Caso de Costa Rica," 2014. <https://www.zotero.org/nm22/collections/SDFTQL3N/items/8654SF33/reader>.

38 Villarreal González, Amado, Saidi Magaly Flores Sánchez, and Miguel Alejandro Flores Segovia. "Patrones de co-localización espacial de la industria aeroespacial en México." *Estudios Económicos de El Colegio de México*, June 1, 2016, 169–211. <https://doi.org/10.24201/ee.v31i1.15>.

39 Mora, "Estudio Aeroespacial...".

40 CEPAL. "Cadenas Globales de Valor...", 17.

la industria en Costa Rica, ya que, desde la fundación del centro de investigación y desarrollo en Liberia, denominado Ad Astra Rocket Company Costa Rica (AARC CR), se establece la base del auge de la industria y las alianzas nacionales e internacionales, en las que el clúster trabaja para vencer las barreras de entrada que enfrenta⁴¹. Tal como menciona Castillo, el crecimiento de esta industria cuenta con altas perspectivas de crecimiento y desarrollo según la competitividad que puedan ofrecer distintas regiones; esto en el análisis de la industria mexicana.⁴²

Análisis del entorno de la industria en el país. Entre las variables políticas, se consideran los beneficios tributarios que una industria en crecimiento puede obtener para el desarrollo dentro del país, cuyo resultado es un promedio alto que les permite a las empresas contemplar un panorama prioritario de lo que ofrece el país; esto, alineado a la protección a la inversión por la IED, se incorpora al esquema de análisis con igual relevancia.

De manera complementaria, la consideración de la legislación laboral que se aplica en el país es importante dada la nueva normativa que se aplica en Costa Rica para garantizar, en cuanto a trámites migratorios se refiere, la simplificación del proceso con la Ley 9996 y aumentar la posibilidad de inversión extranjera en el país. Eso se puede analizar, en conjunto, con los datos del Banco Mundial en el que se vislumbra la fluctuación dada en la IED de Costa Rica, según la entrada neta de capital, en términos porcentuales del PIB y donde, para el año 2021, se muestra un repunte de 0,7% que permite esperar las oportunidades plasmadas; aunque para el año 2022, nuevamente, ocurre una pequeña caída de 0,4 puntos porcentuales, y por ello, los esfuerzos por mejorar y crecer en dicha línea.⁴³

Ahora bien, la forma de gobierno, las alianzas políticas internacionales y el riesgo político están alineados en cuanto al panorama respectivo, dada la ponderación obtenida. Aquí, las alianzas internacionales representan un mayor nivel de oportunidad que de amenaza. La forma de gobierno, con sus pros y sus contras, puede representar un alto impacto para la industria, ya que puede generar oportunidades, pero también afectaciones. Lo que solventa la balanza es el manejo del riesgo político y la estabilidad política del país al compararlo con otros de la región.

Rol del Estado. Se determina un papel fundamental en el crecimiento del sector, no solo por temas estratégicos, sino también por la estabilidad y madurez que puede aportar a las empresas conformadoras del clúster. Por esto, se contemplan las acciones del Estado en otros países, tanto en la falta de participación como en los aportes que puede brindar, verbigracia, la educación: “se motivó a que las instituciones de educación superior y tecnológicos del estado, donde se ubica la industria, creen la carrera de aeroespacial, como ya existe en la Universidad Tecnológica de Guaymas”.⁴⁴

Ahora, es el Estado, sin lugar a duda, la coyuntura necesaria para crear otras alianzas donde “La política de vinculación destaca la importancia de las vinculaciones entre agentes (clúster, asociaciones empresariales, acuerdos público-privado, etcétera) como interacciones propicias para el aprendizaje y fortalecimiento de las cadenas de suministro”⁴⁵. En algunos casos, el apoyo del Gobierno no llega a todas las empresas y eso es una realidad que viven diversos países, como México, donde

hasta ahora hay pocos datos sobre la inserción de las empresas locales, a pesar de que el gobierno estatal ha definido nichos de especialidad para impulsar el sector aeronáutico que incluyen: certificación de proveedores, capacidad técnica de avanzada y materiales avanzados.⁴⁶

En temas de IED, el Estado debe fomentar más la participación del país como un atractivo en las CGV, como un eje estratégico que permita que dicha inversión promueva el crecimiento de encadenamientos productivos y la participación de otras empresas pequeñas y medianas en el sector:

41 Johan Umaña, “Clúster Aeroespacial es reconocido por Procomer gracias a su planeación estratégica.” Text. Hoy en el TEC, 20 de mayo de 2019, <https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2019/05/20/cluster-aeroespacial-reconocido-procomer-gracias-su-planeacion-estrategica>.

42 Castillo, “Globalización y localización...”

43 Banco Mundial, “Inversión extranjera directa, salida neta de capital (% del PIB) - Costa Rica.” World Bank Open Data, 2024, <https://data.worldbank.org>.

44 Vázquez et al., “La industria aeroespacial en México...”

45 Sandoval, Morales, and Díaz, “Estrategia de escalamiento...”

46 Juana Hernández Chavarría y Carrillo, Jorge. “Posibilidades de Inserción de Pymes Mexicanas.Pdf.”, 2020.http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=SO18876532020000100253&lng=es&nrm=iso&lng=es

Si tomamos en cuenta que las decisiones estratégicas que las empresas multinacionales para trasladar sus actividades productivas, de investigación y diseño o postventa dependen no solo de las ventajas comparativas, sino cada vez más de las políticas y programas federales y principalmente estatales, los retos que enfrentan las pymes a la hora de escalar en el sector aeronáutico en relación con las políticas públicas son evidentes.⁴⁷

El caso de Argentina, por una parte, presenta un claro ejemplo del papel del Estado en el desarrollo de la industria aeroespacial, gracias a programas como “Proyectos estratégicos del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva”, a fin de dar servicios de I&D para el aumento de la competitividad y la atención a proyectos sociales; también, aparece el Programa de Desarrollo de Proveedores del Ministerio de Producción y Trabajo, focalizado en sectores estratégicos que van desde la industria ferroviaria hasta la nuclear y aeroespacial.⁴⁸

Por otra parte, Argentina evidencia que, usualmente, el Estado es el que utiliza información brindada por los datos satelitales, donde se puede hacer uso de aplicaciones para el procesamiento de imágenes que se tienden a usar en el sector agropecuario para el desarrollo de una “agricultura de precisión”. Así, convierte al Estado en un demandante de nuevos servicios espaciales.⁴⁹

Se designa, entonces, al Estado como un actor clave para el crecimiento del sector aeroespacial, con iniciativas gubernamentales que permitan proteger la inversión y la competitividad de la región, con exenciones de impuestos y de financiación de proyectos educativos en pro del desarrollo de profesionales en el sector, tanto en materia aeroespacial como de comercio internacional para la expansión de la industria en el nivel global y en la participación de las CGV. así como otros mecanismos que faciliten a las empresas la inversión en certificaciones y el fomento en I&D.⁵⁰

Variables económicas. Entre los datos de análisis, se muestra el PIB de Costa Rica en dólares a precios actuales y, para el año 2022 (el más reciente de consulta) es de \$69,24 millones, ubicándose en el punto más alto de los últimos años.⁵¹

Por un lado, con respecto a temas salariales, inflación y desempleo, se destaca que, en Costa Rica, los salarios están bien posicionados, en comparativa con ingresos en otros países de la región, con un crecimiento país constante durante los últimos veinticinco años; sin embargo, las empresas se enfrentan a altas cargas sociales y niveles de inflación que, en el último periodo, se incrementan. Así, se afectan los costos que hay que solventar en el país y que, por tanto, para las empresas, representan afectaciones para la competitividad internacional y adicionan dos retos claros por abordar en temas de inclusión y gestión fiscal.⁵²

Por otro lado, en los últimos años, el nivel de desempleo ha aumentado. En el año 2020, se coloca en un 16,4%, por la situación mundial económica causada por la pandemia de COVID-19 y viene disminuyendo en un 48%, o bien, 7,9 pp., al año 2023, en donde alcanza el 8,5%⁵³, lo que refleja una mirada positiva para el país. Gracias a esto, puede incentivarse, aún más, la IED para solventar dicho aspecto con la generación de empleo, salarios, encadenamientos productivos y búsqueda de nuevos mercados y, en conjunto, aportar al bienestar económico del país y a la industria. Otros países, como México, están apostando a esto, al buscar la localización industrial del sector para desarrollar encadenamientos productivos empresariales gracias a la creación de aglomeraciones con la red de producción del sector⁵⁴. Sin embargo, para lograr encadenamientos más eficientes, es relevante la alianza público-privada, como el caso de Argentina, donde muchos proveedores privados nacen gracias a esos proyectos espaciales:

Los “actores principales” de la economía del espacio argentina (CONAE, INVAP, ARSAT, VENG) trabajan con un número de proveedores locales públicos y privados sobre los que se dispone

47 Hernández y Carrillo, “Posibilidades....”.

48 López, “Economía espacial ...”.

49 Ibíd.

50 Gutiérrez, Adrián. “Balances y perspectivas...”

51 Banco Mundial. “Inversión...”.

52 Banco Mundial, “World Bank Open Data”, World Bank Open Data, 2023, <https://data.worldbank.org>.

53 Banco Mundial, “Costa Rica: panorama general”, Text/HTML. World Bank, acceso 23 de abril de 2024, <https://www.bancomundial.org/es/country/costarica/overview>.

54 Castillo, “Globalización y localización...”.

de información parcial y fragmentaria, lo cual no habilita a estimar la dimensión del sector en su conjunto en términos de facturación o empleo, por ejemplo, o elaborar un mapeo tecnológico a partir de él.⁵⁵

De manera complementaria, se muestra la comparativa de la inflación a precios al consumidor de Costa Rica, en términos porcentuales al año y en la que, para el 2022, se llega a un 8,3%, con un aumento de 6.6 pp., en comparación con el año 2021, y culminando el año 2023 con una variación anual negativa de -1,77%, según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC): “El Índice de Precios al Consumidor (IPC) del INEC Costa Rica, que se utiliza para el cálculo de la inflación en el país, tuvo un incremento mensual de 0,01 % en diciembre de 2023”.⁵⁶

Otro aspecto de interés es la creación de nuevos impuestos que pueden llevar al encarecimiento de los productos y de los gastos por asumir de las empresas, por eso, la importancia de las políticas que se generen en pro de las empresas y de la economía general. Un caso claro de esta situación es por la que ha pasado la empresa AdAstra que, de acuerdo con lo indicado por don Rónald Chan para el 2011, la empresa se encuentra pagando una media de \$20 000 y de \$30 000 al año en impuestos, con lo que podría contratar a dos ingenieros nacionales, lo que implica ofrecer solo el 10% de las operaciones en Costa Rica, aunque bien se podrían trasladar a Houston con un costo mucho más bajo⁵⁷. Así, con este panorama, el trabajo del gobierno en incentivos para la industria y atracción de IED es clave para la continuidad y el éxito de las empresas.

Variables sociales, culturales y ambientales. Algunos elementos sociales y educativos pueden ser relevantes para las empresas por el nivel de especialización requerida para llevar a cabo las labores de la industria, aunque, también se considera un arma de doble filo, ya que al ser una industria tan especializada y controlada, debe mantenerse actualizada en temas sociales, educativos y ambientales; por lo tanto, aunque a simple vista se puede ver como el desarrollo de ventajas competitivas, significan normativas, regulaciones y exigencias por cumplir que pueden amenazar a las empresas en cuanto a eficiencia y a costos.

Así pues, las empresas deben tomar decisiones asertivas que busquen aprovechar, al máximo, dichas oportunidades sin que se convierta el proceso en barreras para el crecimiento y que apoyen a los objetivos del país en pro social, cultural y ambiental, como el caso del compromiso y evolución en el uso de electricidad por medio de fuentes renovables que se tiene en Costa Rica desde el año 2008 y que crece continuamente, hoy en día, según datos estadísticos de la Agencia Internacional de la Energía, presentados por el Banco Mundial.

Variables tecnológicas. La I&D es clave para atender requerimientos espaciales y genera amplias oportunidades, debido al desarrollo constante del sector, a requerimientos competitivos y a la existencia de una industria con altas posibilidades de crecimiento. Así, el mayor reto radica en la preparación financiera de las empresas en temas de I&D que deben atender y de la cual buscar un balance con otros mercados. Esto sucede porque tiende a presentar retornos de inversión bajos y requiere mayor participación internacional y alianzas estratégicas que funcionen como un mecanismo alternativo para que las empresas operen con éxito en un entorno dinámico e intensivo en innovación, generen respuestas ágiles y superen sus restricciones financieras⁵⁸.

Variables geográficas. La ubicación del país es un punto estratégico para el vínculo con la región, que, de la mano con los otros países centroamericanos, permite posicionar a la industria en el nivel mundial, pues el país ofrece grandes ventajas dadas, gracias a su posición geográfica, en temas de recursos naturales. De hecho, permiten aprovecharlos eficientemente y apoyar el enfoque ambiental de las empresas.

55 López, “Economía espacial ...”.

56 INEC, “Índice de precios al consumidor culmina el 2023 con variación anual negativa: -1,77 %”, INEC, enero 2024, <https://inec.cr/noticias/indice-precios-al-consumidor-culmina-el-2023-variacion-anual-negativa-177>.

57 InfoDefensa, Revista Defensa, “Excesivos impuestos frenan la industria aeroespacial en Costa Rica”, Revista Infodefensa - Noticias de defensa, industria, seguridad, armamento, ejércitos y tecnología de la defensa, 2 de febrero de 2011, <https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrars/3145697/excesivos-impuestos-frenan-industria-aeroespacial-costa-rica>.

58 Carlos Fong et al., “Alianzas en empresas de base tecnológica: análisis de la industria del software en Jalisco”, Acta universitaria 30 (2020), <https://doi.org/10.15174/au.2020.2216>.

El concepto de nearshoring, por el que Costa Rica lucha, se enfoca en la deslocalización de empresas de manera estratégica, en la cual utilice al país como un centro tercerizado de producción y de servicios a causa de su zona horaria, a la solidez de los diversos acuerdos de libre comercio⁵⁹, sin dejar de lado la decisión estratégica por la captura de valor, reinvención, altos niveles de productividad técnica y operativa, resiliencia y un enfoque sostenible.⁶⁰

Variables de comercio externo. El aporte de la industria se genera como región, pues Centroamérica, en el año 2023, participa en el primer Congreso Espacial Centroamericano que, de acuerdo con CINDE, ofrece la aportación de grandes expositores en el tema:

Entre los expositores destacan la ingeniera costarricense Sandra Cauffman, Andrés Mora y Carlos Fontanot de la agencia espacial estadounidense NASA; la abogada con especialidad en aeronáutica, Alina Nassar; la oceanógrafa Melania Guerra; Mizanul Chowdhury de la universidad Massachusetts Institute of Technology; Gustavo Cabrera, coordinador de la Agencia Latinoamericana y Caribeña del Espacio; Luis Zea, profesor adjunto en el departamento de ciencias de la ingeniería aeroespacial en la Universidad de Colorado Boulder; la ingeniera Leonora de Lemos; Carlos Duarte de la Agencia Espacial Mexicana (AEM), Dana Scarlet, docente en robótica de la misión de la Fundación She is; Rachit Bahtia de LeoLabs; Katherine Herrera, experta microbióloga espacial; Franklin Chang Diaz y Elías Solórzano de la MDA.⁶¹

Maduración empresarial en el sector. Esta se considera cuando consolida su expansión, y logra la configuración socioproductiva, al incorporar a las empresas en distintos niveles de jerarquía y de las diferentes actividades de la CGV. Asimismo, sostiene y actualiza los ejercicios políticos en temas de atracción de IED, además de aumentar las capacidades productivas de las empresas ya instaladas en el país⁶². En el caso de Costa Rica, se está desarrollando la madurez por medio de la consolidación del clúster y de su participación en las CGV; sin embargo, solo se puede alcanzar en plenitud al desarrollar las alianzas público-privadas y con el alto nivel de participación del Estado.

Uno de los aspectos que puede aportar a la madurez del sector es la incorporación de tecnologías orientadas en contrastar los efectos negativos que enfrenta la industria en la producción de satélites e instrumentos. Este desarrollo se debe impulsar mediante I&D desde las universidades, para el avance de microsátélites, satélites híbridos o completamente eléctricos, y, a la vez, en un mayor dominio del comercio internacional en el sector para lograr un posicionamiento global⁶³. Esto como una herramienta de crecimiento para las empresas, que puedan tener personal más actualizado y preparado globalmente.

Participación de la industria aeroespacial de Costa Rica en el comercio internacional.

Cadenas globales de valor. La principal ventaja con la que cuenta la industria costarricense es, justamente, en temas de diferenciación y de valor agregado, ya que, en muchos casos, los productos requeridos tienen altos niveles de especialización. De hecho, hoy en día, se están desarrollando más especializaciones en esta área, sobre todo, por carreras universitarias afines y su vínculo con el clúster nacional. Así, la especialización requerida y la formación académica son claves para llegar a esos otros mercados con ventajas competitivas, puesto que, al ser una industria sofisticada, este aspecto pesa más que en temas de abundancia de recursos naturales.

Dichas ventajas son esenciales porque van de la mano con los aportes tecnológicos hacia la formación de la población especializada en la industria: “el funcionalismo tecnológico por su parte denota que una innovación técnica científica continua hace que los puestos de trabajo requieran una formación cada vez más rigurosa por la complejidad de los puestos de trabajo”.⁶⁴

59 CINDE, “CINDE | Costa Rica Manufacturing...”.

60 Andrés Fernández et al. “Disruption in...”.

61 CINDE, “Costa Rica Será Hogar Del 1er Congreso Espacial Centroamericano 2023”, cinde.org, setiembre 2023, <https://www.cinde.org/es/noticias/costa-rica-sera-hogar-del-1er-congreso-espacial-centroamericano-2023>.

62 Gutiérrez, “Balances y perspectivas...”.

63 López, “Economía espacial ...”.

64 Castillo, “Globalización y localización...”.

La industria aeroespacial, dentro de las CGV, por una parte, es promotora para la creación de empleo y de transferencia de tecnologías sofisticadas; sin embargo, es una industria desafiante para Costa Rica. Por lo tanto, los aportes de otras entidades y las alianzas estratégicas son fundamentales para participar y ser generadora de valor. Una de las participaciones que, desde el año 2010, se forjan en esta línea es la del Ministerio de Ciencia y Tecnología de Costa Rica, por medio del desarrollo de un Consejo Nacional de I&D, para alinear los esfuerzos de la industria y, a su vez, incorporar los esfuerzos de CINDE a fin de reclutar nuevas empresas aeroespaciales. Por otra parte, el sector no solo busca la descentralización, sino también, la tercerización que le permita aplicar un riesgo compartido dentro de sus cadenas de suministro. Aquí es donde Costa Rica puede destacar, ya que para las decisiones estratégicas de estas dos líneas se requiere del cumplimiento de estándares de calidad, trabajadores calificados y empresas comprometidas con la calidad y la aplicación de certificaciones internacionales.⁶⁵

Certificaciones especializadas. El 40% de las empresas poseen Certificación ISO 9000⁶⁶, lo cual influye, significativamente, en las oportunidades de crecimiento de las empresas nacionales e incentiva al restante 60% para cumplir con este requerimiento internacional. Sin embargo, la industria requiere de otras certificaciones especiales para las necesidades del sector; por ejemplo: la AS9100 que se aplica en temas aeroespaciales, espaciales y de defensa como estándar internacional en materia de calidad: “el sector aeronáutico es estratégico por su gran contenido tecnológico y por su enorme prestigio a nivel internacional. Esto implica que todas las actividades requieren certificación AS9100, independientemente de su complejidad y su lugar dentro del proceso productivo”.⁶⁷

En el caso de la industria aeronáutica y, principalmente, para Estados Unidos y autoridades como la FAA, se consideran otros certificados como los Certificados Tipo para el diseño de naves y sus componentes; Certificados de Producción, que van acorde al diseño que aprobado de la nave, y Certificado de Aeronavegabilidad para velar por el cumplimiento en las normativas de operación, de forma segura.

Siguiendo la línea de una industria complementaria a la espacial como lo es la aeronáutica, para Europa, se aplica la certificación de la Agencia Europea de Seguridad Aérea (AESA), como ente regulador de la aeronáutica en la aprobación de las naves nuevas o su modificación.

Oportunidades de la industria en el futuro cercano

Efectivamente en temas del espacio, las oportunidades para el país y para su industria son significativas al existir un desarrollo de esta industria en los últimos años, y de la cual, cada vez, se da una mayor apertura de empresas internacionales al considerar el talento nacional. Si bien es cierto que hoy en día el enfoque principal es para la industria aérea, el país se posiciona como generador de componentes y satélites que pueden ser usados por empresas dedicadas al desarrollo del espacio 2.0, incluso a la inversión de dichas empresas en el país.

En virtud de lo anterior, como referencia para el país, se toma una serie de análisis de la industria aeroespacial y de la industria aérea (ya que muchos países colocan sus productos y servicios en ambas industrias) de otros países, referentes importantes en la región, en donde predomina México y se complementa con aportes realizados por Colombia, Argentina y Brasil.

Globalización y localización de la industria aeroespacial en México. El desarrollo de la industria aeroespacial surge de las condiciones de la oferta para componentes aeroespaciales y diversas materias primas y evoluciona, gracias factores como la experiencia de mano de obra; y, a partir de ahí, se incorporan buenas políticas públicas para el crecimiento de la industria y la generación del valor agregado.⁶⁸

Impacto del COVID-19 en la educación y empleo sobre la industria aeroespacial en México. Las empresas participantes de la industria aeroespacial se enfocan en una preparación de su fuerza laboral que se acople en mejorar los cambios en los sistemas productivos, gracias al incremento del

65 Bamber et al., “Costa Rica in...”.

66 Luis Algarrañaz et al., “Condiciones y Oportunidades para el Desarrollo de un Clúster de la Industria Aeroespacial en Costa Rica”, 2010.

67 Hernández y Carrillo. “Posibilidades...”.

68 C Castillo, “Globalización y localización...”.

nivel educativo. Esto se obtiene al desarrollar “reservas de competencias”, las cuales consisten en el aporte de las empresas en la preparación de estos trabajadores con más habilidades técnicas que les permitan enfrentar, de una forma más sencilla, el cambio en los procesos productivos.⁶⁹

Economía del espacio y desarrollo: el caso argentino. En este estudio, se muestra el crecimiento de la demanda de naves, satélites y lanzadores por parte de los gobiernos y de los operadores comerciales hacia países como Estados Unidos, la Unión Europea, China y Rusia; donde las capacidades tecnológicas y productivas se han extendido por medio de la fragmentación geográfica y el aumento de las misiones espaciales de distintos países, así como del desarrollo de agencias espaciales.⁷⁰

Análisis de industrias complementarias- industria aeronáutica

Como parte de la comparativa se analizan estudios realizados en otras industrias complementarias, como lo es la aeronáutica y la aérea, dentro de lo cual destaca la aplicación de las CGV, la IED, políticas gubernamentales y algunas estrategias utilizadas.

Dinámica de la cadena global aeroespacial: un análisis de teoría de grafos

En esa dirección, la industria aeroespacial se integra en forma de cadenas globales de producción, con países que constituyen el centro productivo y dentro de los cuales se desarrollan las etapas de mayor generación de valor de la cadena, mismas que se encuentran protegidas por regulaciones en materia de derechos de propiedad, certificaciones y estandarización de procesos, y países satélites que cumplen en mayor o menor medida, funciones de Tier 1 o Tier 2 (tal es el caso de México).⁷¹

En este estudio, no solo destaca la importancia de las certificaciones y la estandarización, sino que va más allá, en cuanto a atender las necesidades de las empresas multinacionales, y es, por medio del desarrollo de una rama educativa, que atienda al sector aeroespacial para llegar a etapas más elaboradas del proceso de producción, tal como lo hace China.⁷²

Análisis de CGV para la definición de una estrategia selectiva de atracción de IED en la región SSE. Plantea la experiencia internacional de diversos sectores, como la industria automotriz, de vestido, electrónica, de transporte de carga y la informática para articular actividades y procesos dentro de las CGV, de la mano con políticas públicas que permitan llegar a un equilibrio para los participantes y que puedan ingresar también en otras áreas de interés.⁷³

Patrones de colocalización espacial. De la industria aeroespacial en México, establece la forma en que los sectores colocalizados sobresalen en México con productos de mantenimiento, reparación y operaciones (MRO) como parte de una estrategia que, de la mano con la política industrial, genera oportunidades en la innovación y conformación de sistemas novedosos para la industria aeroespacial y aérea. Para su desarrollo, contempla centros de investigación y universidades.⁷⁴

La política gubernamental en la industria aeronáutica. Análisis comparativo de México, Brasil y España, que presenta una industria con un proceso productivo complejo enfocado en innovación e investigación. Empresas líderes que deben cumplir con una serie de regulaciones y de certificaciones guían y dan paso a las compañías a ser partícipes en las CGV. Las políticas base, en México y Brasil, se enfocan en las recomendadas por el Consenso de Washington para América Latina y, poco a poco, se incorporan medidas que, en general, los organismos internacionales recomiendan; principalmente, para el caso de Europa. Estas medidas permiten a los países desarrollar una variedad de políticas internas a fin de estimular la creación de las empresas del sector en una economía abierta.⁷⁵

69 Castillo Rodríguez, Jesús, Antonina Ivanova Boncheva, Jesús Castillo Rodríguez, and Antonina Ivanova Boncheva. “Impacto del COVID19 en la educación y empleo sobre la industria aeroespacial en México.” (2023). <https://doi.org/10.23913/ride.v13i26.1488>.

70 López, “Economía espacial...”.

71 Héctor Eduardo Díaz Rodríguez, Mario Alberto Morales Sánchez y Seyka Sandoval Cabrera, “Dinámica de la cadena global aeroespacial”, Contaduría y Administración 65, n.o 4 (September 5, 2019): 201, <https://doi.org/10.22201/fca.24488410e.2020.2418>.

72 Ibid.

73 Héctor Ferreira, “Análisis de CGV para la definición de una estrategia selectiva de atracción de IED en la región SSE”. FIDESUR. 2020.

74 Amado Villarreal, Flores y Flores, “Patrones de co-localización...”.

75 Juana Hernández Chavarría et al., “La política gubernamental en la industria aeronáutica”, Perfiles latinoamericanos 28, n.o 55 (2020): 253–75, <https://doi.org/10.18504/pl2855-010-2020>.

La industria aeroespacial en México. Características y retos en Sonora. Industria relativamente nueva. Inicia operaciones a principios de los noventa con una compleja espiral tecnológica que brinda la base a la diversidad de cadenas productivas, como creación de partes de aviones, partes eléctricas, y MRO, que demanda profesionales de alta calidad técnica, así como de la colaboración de los sectores público y privado.⁷⁶

Estrategia de escalamiento en las cadenas globales de valor: el caso del sector aeroespacial en México. Se realiza un análisis del sector aeroespacial mexicano en las CGV cuyo enfoque principal se ocurre en el sector aéreo con una posición poco participativa en el contexto global con valor agregado. Esto contrasta con otros estudios que muestran crecimiento del sector, aunque poco relevante en el desarrollo de valor agregado; así, se genera un impacto bajo, a nivel interno, en la generación de encadenamientos para el futuro y en las estrategias de las empresas nacionales para el escalamiento a segmentos de mayor valor agregado. Este último es la mayor oportunidad que ofrece el crecimiento de esta industria.⁷⁷

Posibilidades de inserción de pymes mexicanas en la cadena de valor de la industria aeroespacial, el caso de Baja California. Sugiere la creación de programas específicos para cada empresa según su tamaño y niveles de empleo, ventas y habilidades; así como relaciones más dinámicas entre las empresas y el medio ambiente, por medio de alianzas público-privadas, intermediarios, universidades y centros de investigación.⁷⁸

Crecimiento económico y competitividad de la industria aeroespacial de México en la etapa ante- y posCOVID-19. Destaca el potencial en el aumento de oportunidades de empleo dados por la globalización y apertura comercial en la industria aeroespacial al permitirles a las empresas desfragmentar sus procesos de manufactura hacia otros países, lo cual ha generado un crecimiento económico por la productividad y las exportaciones que permiten, a su vez, aumentar la competitividad del país.⁷⁹

Estrategias para el desarrollo de industrias de tecnología avanzada. El caso de la industria aeroespacial de Querétaro y Sonora. Establece que el éxito de las capacidades que pueden tener las empresas, en temas de absorción de del desarrollo de las firmas y de las relaciones comerciales que se pueden crear en conjunto y de la mano con las universidades y con los distintos organismos gubernamentales.⁸⁰

Exportaciones de la industria aeroespacial mexicana en el contexto del COVID-19. Un análisis de regresión econométrica múltiple. En el caso de estudio de la industria aeroespacial y su afectación por el COVID-19, se enmarca la gran relación que tiene el sector con otros negocios y que, por tanto, genera un efecto en cascada con todas las empresas con las que interactúa en su cadena de suministros. Con ello, se origina la baja en las exportaciones que deja una evidencia de los desafíos a los que se enfrenta el sector y una oportunidad de mejora en la preparación de cadenas de suministro más resistentes y robustas para el futuro.⁸¹

Clústeres aeroespaciales, polo de desarrollo en Colombia. Se presenta un claro panorama global de la industria aeroespacial y cómo esta puede ser aprovechada por Colombia. Entre los países participantes en clústeres aeroespaciales, se contemplan: Estados Unidos, China, India, Canadá, Brasil, Rusia, Europa (España, Alemania, Bélgica, Francia, Italia, Polonia, Suiza), Reino Unido, México y Colombia. El análisis destaca cómo cada clúster presenta un alto nivel de participación y de crecimiento que genera altos niveles de ingresos para las empresas y países partícipes, mientras que Colombia no muestra avances significativos, dado al poco aporte del Gobierno, a la poca participación de las

76 Vázquez et al., "La industria aeroespacial en México".

77 Seyka Sandoval Cabrera, Mario Morales Sánchez y Héctor Díaz Rodríguez, "Estrategia de escalamiento en las cadenas globales de valor", *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento* 7, n.o 20 (31 de julio, 2019), <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2019.20.68425>.

78 Hernández y Carrillo. "Posibilidades....".

79 Castillo-Rodríguez, Jesús, Antonina Ivanova-Boncheva, Jesús Castillo-Rodríguez, and Antonina Ivanova-Boncheva. "Crecimiento económico y competitividad de la industria aeroespacial de México en la etapa ante y post Covid-19." *Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional* 34, no. 63 (2024). <https://doi.org/10.24836/es.v34i63.1412>.

80 Muñoz Ibarra, Rocío Dolores, and Ryszard E. Rózga Luter. "Estrategias para el desarrollo de industrias de tecnología avanzada. El caso de la industria aeroespacial de Querétaro y Sonora." *región y sociedad* 34 (April 2022): e1549. <https://doi.org/10.22198/rys2022/34/1549>.

81 Castillo-Rodríguez, Jesús. "Exportaciones de la Industria Aeroespacial Mexicana en el Contexto del Covid-19. Un Análisis de Regresión Econométrica Múltiple." *Economía y Negocios* 15, no. 1 (2024): 1-9. <https://doi.org/10.29019/eyn.v15i1.1264>.

universidades y a la falta de incorporación de nuevas tecnologías; en donde se vislumbra una clara oportunidad de crecimiento global para los clústeres que sí se desarrollan en esta industria.⁸²

Colombia aeroespacial 2026. Se establece una serie de oportunidades dadas por el desarrollo aeroespacial, en el cual, por una parte, destacan muchas aplicaciones tecnológicas que se pueden implementar en otros sectores, por ejemplo: en la agricultura de precisión, en el desarrollo de sensores, en el control territorial, en el control de recursos y en el manejo de desastres naturales y en los sistemas de comunicación. Por otra parte, el éxito de las aplicaciones aeroespaciales radica en personal altamente capacitado en temáticas aeroespaciales y universidades que contemplen el crecimiento global del sector dentro de sus programas de estudio, así como el aporte del Estado con incentivos y exenciones para la IED.⁸³

Importancia de las tecnologías de la información en el proceso de incorporación del talento humano en la industria aeroespacial colombiana. Considerando que la industria aeroespacial es uno de los segmentos con más crecimiento en el mundo, es relevante la implementación de nuevas tecnologías para el desarrollo económico y social de los países, ya que debe considerar, también, encadenamientos de servicios de logística, mantenimiento y suministros. Esto conlleva a la creación de sistemas innovadores para la optimización de procesos. Sin embargo, la falta de inversión y la oferta académica es el eje por solventar para ejecutar las actividades que requiere la industria y, para lograrlo, se genera la colaboración de las instituciones educativas en brindar capacitaciones a las empresas de manera complementaria.⁸⁴

Balances y perspectivas de la Industria aeroespacial en Querétaro, a 10 años del comienzo de su expansión. Destaca el papel activo del Estado para el modelo de industrialización en los sistemas de innovación para el sector aeroespacial. Este último se ve obligado a cuestionar los beneficios de las inversiones del Gobierno para lograr el crecimiento económico y el manejo de impactos socioambientales, en los cuales no se están visualizando dichos beneficios, y es una gran oportunidad para el desarrollo del sector y de aquellos que requieren alta tecnología. Esto conlleva a la asignación de recursos públicos para el desarrollo de intereses privados.⁸⁵

En la comparativa de industrias suplementarias, se destaca que, dentro de los análisis documentales del sector, se estiman aspectos de producción en temas de manufactura y electrónica.

Posibles retos de la industria en el futuro cercano

Según menciona Castillo, con base en Sánchez y Martínez, “La globalización está redistribuyendo los procesos de localización industrial al situarlos en zonas que ofrezcan condiciones preferentes al resto del mundo tales como acceso a mano de obra especializada, un nivel de infraestructura adecuado y la acumulación de tecnología”.⁸⁶

Si bien es cierto Costa Rica está desarrollando personal altamente calificado, la infraestructura y la tecnología se hallan en proceso para tener el perfil completo que le permita a la industria madurar. A eso hay que sumarle que “el verdadero reto es encontrar nichos de oportunidad y capacidad de negociación para lograr un contrato productivo con el cliente, lo que demanda habilidades empresariales, jurídicas y económicas”.⁸⁷

Por una parte, se debe contemplar la falta de financiamiento que tienen muchas empresas, dada la complejidad de la gestión del sector, la necesidad de certificación e inversión en capital físico y en recursos humanos. Por otra parte, es necesario disponer de centros de investigación especializados en temas aeroespaciales y en el desarrollo internacional del sector desde las universidades para la creación de mano de obra capacitada. Así, el costo de capacitación no lo asumirían las empresas y aumentaría la competitividad de la región.⁸⁸

82 Morante Granobles, Diego Fernando (Compilador), Clústeres aeroespaciales polo de desarrollo en Colombia. 2021. <https://tinyurl.com/emavi119263>

83 Bonilla Bohórquez et al. “Colombia Aeroespacial 2026”. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería, Taller de Proyectos Interdisciplinarios. Bogotá, Colombia, 2016.

84 Mosquera, Arnold. “Importancia de las tecnologías de la información en el proceso de incorporación del talento humano en la industria aeroespacial colombiana”. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, 2022.

85 Gutiérrez, “Balances y perspectivas...”

86 Castillo, “Globalización y localización...”

87 Hernández y Carrillo. “Posibilidades...”

88 Muñoz y Rózga, “Estrategias para el desarrollo...”

A partir de la aglomeración territorial para el surgimiento de innovaciones que las empresas deben valorar, se considera lo siguiente:

En el sistema regional se incluyen varias esferas de análisis relacionadas con la innovación, entre las cuales se destacan a) la infraestructura, b) las instituciones, c) la academia, los centros de investigación y los organismos de capacitación, d) el sistema financiero, e) los centros de I+D y f) el gobierno.⁸⁹

El desarrollo tecnológico en el sector requiere cambios que deben venir desde el sistema educativo y la promoción de investigaciones: “es importante resaltar que el desarrollo de una industria se logra a partir de la educación e investigación”⁹⁰, lo cual representa un reto para el desarrollo e incorporación de recursos humanos dentro de las empresas, así como la preparación administrativa y de comercio internacional para desarrollar una apropiada operacionalidad organizacional.

Finalmente, se requiere considerar que el comercio internacional de satélites y de lanzadores sigue siendo limitado a causa de su poco volumen de producción, el alto nivel de especificación requerida por el cliente y la regulación de los flujos comerciales para estos productos por ser una “tecnología crítica de uso dual (civil-militar)”.⁹¹

CONCLUSIONES

En Costa Rica, existen más de cien empresas partícipes en la industria aeroespacial, de las cuales, veintinueve hacen sus esfuerzos conjuntos por medio de alianzas estratégicas para fortalecer procesos de regionalización y convertir a Latinoamérica en un socio comercial de empresas norteamericanas que tienen gran dominio en la industria, tanto en la parte aeronáutica como en el espacio, lo cual abre un abanico de oportunidades.

Las oportunidades en el futuro son claras, Costa Rica cuenta con personal altamente calificado y especializado; se está incentivando al estudiantado de esta rama a ser cada vez más innovador y generador de valor para competir, en este mercado internacional; sin embargo, esas oportunidades solo se pueden aprovechar por medio de alianzas público-privadas y con el desarrollo educativo que les permita prepararse apropiadamente para posicionarse en el espacio.

De acuerdo con la Cámara de Industrias de Costa Rica, la estrategia de IED debe ser integral a fin de contrarrestar estas deficiencias, incrementar la formación de talento, impulsar la innovación, la transferencia del conocimiento y el desarrollo de encadenamientos productivos; todo alineado a la coherencia entre diversos programas nacionales.⁹²

El estudio destaca cómo la colaboración público-privada es fundamental para este tipo de industrias, ya que llegar al espacio y destacar en un mercado que requiere tanto recurso es una tarea muy difícil de lograr por medios propios. Por esto, es básico la participación de entidades de Gobierno para el impulso de estas empresas, las cuales poseen el respaldo de los hermanos Chang como desarrolladores de la industria aeroespacial en Costa Rica; así, dan un empuje para quienes vienen atrás, buscando seguir sus pasos.

El trabajo recalca algunas características del entorno de la industria, que son sustantivas, en las cuales, predominan los esfuerzos en inversión extranjera directa (IED). Esta última debe utilizarse para contrarrestar los efectos negativos de la economía por medio de la creación de empleo y mejores niveles salariales gracias a la especialización laboral.

Ahora bien, es esencial la inversión en I&D, la cual requiere utilizarse para destacar en este tipo de industrias, ya que, así como la tecnología evoluciona rápidamente, así, evoluciona el espacio. En otras palabras, se requiere, cada vez más, de aportes al espacio que incluyan altos niveles de innovación y de tecnología para atender los requerimientos exigidos por las grandes compañías e incluso por las necesidades del mundo.

89 Muñoz y Róza, “Estrategias para el desarrollo...”.

90 Mosquera, Arnold. “Importancia de...”

91 López, “Economía espacial...”.

92 Cámara de Industrias de Costa Rica, “CICR: Una Estrategia Integral de IED Debe Hacer a Costa Rica Más Eficiente y Competitiva – CICR”, 19 de julio de 2023, https://cicr.com/noticias_pt/cicr-una-estrategia-integral-de-ied-debe-hacer-a-costa-rica-mas-eficiente-y-competitiva/.

Por su parte, resalta, como ventaja competitiva, la capacidad de poseer una población especializada y dispuesta a aprender y a cuidar el ambiente. Sin embargo, para aprovechar esto, se deben eliminar algunas barreras para el crecimiento de la industria, en las que enfatiza la deficiente infraestructura del país y cómo esta afecta al desarrollo logístico de las empresas, sobre todo, las que se encuentran en zonas francas.

Una oportunidad clave por aprovechar es la ubicación del país que le permite aplicar estrategias en la región e inclusive funcionar bajo el concepto de nearshoring gracias a su zona horaria y a sus diversos acuerdos de libre comercio. Con este último enfoque, las variables legales, desde el punto de vista de comercio externo, representan un punto clave en el desarrollo de alianzas nacionales e internacionales para eliminar barreras existentes o, al menos, disminuirlas y, a su vez, crecer como región centroamericana.

Dentro del comercio internacional, se percibe al país como generador de calidad y de valor agregado por parte de la industria aeroespacial. Por ello, las grandes compañías consideran al país en sus procesos de tercerización y lo hacen partícipe de esta industria en el nivel mundial. Gracias a esto, las empresas nacionales no solo vienen apostando por entrar a la industria, sino también, por crecer y especializarse cada vez más de la mano con otras empresas de la región.

El potencial del país para crecer en esta industria es muy alto; ya el país ha dado muestras de su valor al ser parte de convenios internacionales y al aportar al compromiso por buscar proyectos de innovación y desarrollo, lo cual se muestra en el nivel de crecimiento de las exportaciones para el clúster aeroespacial.

Así, dentro de las CGV, destaca el desarrollo del país en temas de conocimientos e innovación. Ahí es donde surge la necesidad de fomentar la educación universitaria para apoyar a la industria y, a su vez, preparar al estudiantado para las carreras del futuro y las exigencias del mercado internacional. Actualmente en Costa Rica, solo hay dos universidades enfocadas en la preparación de profesionales en materia aeroespacial, y son el TEC y la Universidad Fidélitas; sin embargo, se busca que otras universidades que brinden programas de tecnología y comercio internacional, también, consideren el crecimiento de este sector, con el fin de preparar profesionales en otras áreas complementarias y necesarias para el éxito del sector en el nivel global.

El trabajo muestra, con detalle, las ventajas competitivas en las que destaca cada una de las empresas partícipes del CRAC, lo cual genera un panorama de cada una, en las CGV, para posicionarse y para crecer. Adicionalmente, permite detectar los temas de especialización para estudiantado de esta industria, incluso para comunidad experta en comercio internacional, que debe estar atenta al comportamiento de las industrias internacionales y adónde se marca el rumbo a seguir para el futuro.

Aunque el camino ya está trazado y solo queda el esfuerzo por recorrerlo y crecer en él, las empresas deben considerar una serie de retos por enfrentar. Entre ellos: el desarrollo de la academia, ya que, por una parte, implica la adecuación de sus planes de estudio para los requerimientos internacionales; por otra parte, es necesario garantizar la calidad por medio de diversas certificaciones para mantenerse en esta industria, y hay que tomar en cuenta que muchas de estas empresas hasta ahora están llegando a este mercado y apenas están en crecimiento; por lo tanto, requieren de un trabajo conjunto y del apoyo y la promoción que se le brinde a la industria.

Finalmente, los resultados presentan la importancia de conocer el estudio a fin de utilizar estos hallazgos ventajosos para la industria, para el Gobierno, para los empleadores y para las universidades de educación superior. Es una industria que necesita darse a conocer, que todos los esfuerzos de las empresas y de los entes participantes sean conocidos y pongan en contexto el panorama por el que pasan y se generen herramientas para impulsarlas.

REFERENCIAS

- ACAE. "ACAE". ACAE, 2023. <https://www.acae-ca.org/acae>.
- ACAE. "Proyecto Irazú | ACAE". 2023. <https://irazu.acae-ca.org/>.
- Ad Astra Rocket Company. "Ad Astra Servicios Energéticos y Ambientales - Liberia, Costa Rica." Ad Astra Servicios Energéticos y Ambientales - Liberia, Costa Rica. 2023. <https://www.adastrarocket.com/cr/>.
- Algarañaz, Luis, Andrey Barrantes, Evelyn Cooban y Michal Pothuis. "Condiciones y Oportunidades para el Desarrollo de un Clúster de la Industria Aeroespacial en Costa Rica". Estudios del INCAE Costa Rica. Alajuela, INCAE Business School. 2010.
- Anodisa. "Anodisa". 2023. <https://anodisa.com/>.
- AREX CR. "Project Polaris – AREX". 2023. <https://www.arexcr.com/projects/polaris/>.
- Atemisa Precisión. "Atemisa Precisión |". Atemisa Precision S.A. 2023. <https://www.atemisaprecision.com/index.php>.
- Avionyx. "Avionyx | DO178C & DO254 Services | Expert Solutions for the US Market". Avionyx. 2023. <https://www.avionyx.com>.
- AVNA. "Socios de innovación de por vida". AVNA. 2023. <https://avna.com/>.
- Bamber, Penny, Andrew Guinn, Andrew y Gary Gereffi, Gary. Costa Rica in the Aerospace Global Value Chain: Opportunities for Upgrading. Estudios de Duke CGGC. 2013. https://www.globalvaluechains.org/wp-content/uploads/2013_08_20_Ch4_Aerospace.pdf
- Banco Mundial. "Costa Rica: panorama general". Text/HTML. World Bank. 2024. <https://www.bancomundial.org/es/country/costarica/overview>.
- Banco Mundial. "World Bank Open Data". World Bank Open Data. 2023. <https://data.worldbank.org>.
- Banco Mundial. "World Bank Open Data." World Bank Open Data. 2024. <https://data.worldbank.org>.
- Bonilla Bohórquez et al. "Colombia Aeroespacial 2026". Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería, Taller de Proyectos Interdisciplinarios. Bogotá, Colombia, 2016.
- Cámara de Industrias de Costa Rica. "CICR: Una Estrategia Integral de IED Debe Hacer a Costa Rica Más Eficiente y Competitiva – CICR". 19 de julio, 2023. https://cicr.com/noticias_pt/cicr-una-estrategia-integral-de-ied-debe-hacer-a-costa-rica-mas-eficiente-y-competitiva/.
- CAMÉRICA. "CAMÉRICA Calibraciones de América". 2023. <https://www.camericacr.com/>.
- CAMTIC. "Industria aeroespacial de Costa Rica promocionó su oferta en feria NBAA". Camtic (blog). 18 de octubre de 2021. <https://www.camtic.org/actualidad-tic/industria-aeroespacial-de-costa-rica-promociono-su-oferta-en-feria-nbaa/>.
- Camtronics. "Camtrónica | Camtronics". 2023. <https://www.camtronicscr.com/>.
- CASS. "CASS | Central America Silicon Suppliers". 2023. <https://casilicone.com/>.
- Castillo Rodríguez, Jesús. "Exportaciones de la Industria Aeroespacial Mexicana en el Contexto del Covid-19. Un Análisis de Regresión Econométrica Múltiple". Economía y Negocios 15, n.o 1 (enero, 2024): 1–9. <https://doi.org/10.29019/eyn.v15i1.1264>.
- Castillo Rodríguez, Jesús. "Globalización y localización de la industria aeroespacial en México". Intersticios sociales, n.o 26 (2023): 181–201. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-49642023000200181&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

- Castillo Rodríguez, Jesús y Antonina Ivanova Boncheva. "Impacto del COVID19 en la educación y empleo sobre la industria aeroespacial en México." RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo 13, n.o 26 (2023). <https://doi.org/10.23913/ride.v13i26.1488>.
- Castillo Rodríguez, Jesús y Antonina Ivanova-Boncheva. "Crecimiento económico y competitividad de la industria aeroespacial de México en la etapa ante y post Covid-19". Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional 34, n.o 63 (2024). <https://doi.org/10.24836/es.v34i63.1412>.
- CEPAL. "Cadenas Globales de Valor y Diversificación de Exportaciones El Caso de Costa Rica," 2014. <https://www.zotero.org/nm22/collections/SDFTQL3N/items/8654SF33/reader>.
- Chacón, Krisia. "Costa Rica pretende despegar hacia el espacio con creación de 'cluster' aeroespacial". El Financiero, 8 de marzo de 2016. <https://www.elfinancierocr.com/tecnologia/costa-rica-pretende-despegar-hacia-el-espacio-con-creacion-de-cluster-aeroespacial/N4F3SK6O75EX3JKHV3NDOM62FA/story/>.
- CINDE. "CINDE | Costa Rica Manufacturing". cinde.org. 2023. <https://www.cinde.org/en/sectors/smart-manufacturing/manufacturing>.
- CINDE. "Costa Rica Será Hogar Del 1er Congreso Espacial Centroamericano 2023". cinde.org. setiembre 2023. <https://www.cinde.org/es/noticias/costa-rica-sera-hogar-del-1er-congreso-espacial-centroamericano-2023>.
- CINDE. "OKAY Industries Crece En Costa Rica y Fortalece Operaciones Para Sector Ciencias de La Vida". cinde.org. 27 de abril de 2022. <https://www.cinde.org/es/noticias/okay-industries-crece-en-costa-rica-y-fortalece-operaciones-para-sector-ciencias-de-la-vida>.
- "Content.Pdf". Acceso 21 de abril de 2024. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/833935d2-7ccd-4db8-92f5-82336e2e2125/content>.
- COOPESA. "Cooperativa". 2023. <https://coopesa.com/>.
- Costa-Rica-Aerospace-Cluster. "Catalog-Costa-Rica-Aerospace-Cluster2020-03-17_21-18-28.Pdf". Acceso 21 de abril de 2024. https://www.procomer.com/wp-content/uploads/Materiales/catalog-costa-rica-aerospace-cluster2020-03-17_21-18-28.pdf.
- Costa Rica Aerospace Cluster. "Maestría en Ingeniería Aeroespacial en CR (UCR)". Costa Rica Aerospace Cluster (blog). 7 de junio de 2023. <https://costaricaaerospace.com/maestria-en-ingenieria-aeroespacial-en-cr-ucr/>.
- Díaz Rodríguez, Héctor Eduardo, Mario Alberto Morales Sánchez y Seyka Sandoval Cabrera. "Dinámica de la cadena global aeroespacial: un análisis de teoría de grafos". Contaduría y Administración 65, n.o 4 5 de setiembre, 2019): 201. <https://doi.org/10.22201/fca.24488410e.2020.2418>.
- Do Precision. "Members". Costa Rica Aerospace Cluster (blog), 2023. <https://costaricaaerospace.com/members/>.
- Costa Rica Aerospace Cluster_Do Precision. "DO PRECISION." Costa Rica Aerospace Cluster (blog). 2023. <https://costaricaaerospace.com/portfolio/do-precision/>.
- Deutsche Welle. "Costa Rica lanza el primer satélite centroamericano – DW – 03/04/2018". dw.com. 3 de abril de 2018. <https://www.dw.com/es/costa-rica-lanza-el-primer-sat%C3%A9lite-centroamericano/a-43229579>.
- DIFACOM. "Sobre Nosotros – Difacom". 2023. <https://difacomcr.com/sobre-nosotros/>.
- "Estudio Aeroespacial EEUU.Pdf". Acceso 21 de abril de 2024. <https://sistemas.procomer.go.cr/DocsSEM/Estudio%20aeroespacial%20EEUU.PDF>.

- Fernández, Andrés et al. "Disruption in Resource-Intensive Supply Chains: Reshoring and Nearshoring as Strategies to Enable Them to Become More Resilient and Sustainable". Sustainability 14, n.o 17 (enero 2022): 10909. <https://doi.org/10.3390/su141710909>.
- Ferreira, Héctor. "Análisis de CGV para la definición de una estrategia selectiva de atracción de IED en la región SSE". FIDESUR. 2020.
- Fong, Carlos y Alma Isela Rodríguez Hernández. "Alianzas en empresas de base tecnológica: análisis de la industria del software en Jalisco". Acta universitaria 30 (2020). <https://doi.org/10.15174/au.2020.2216>.
- Gutiérrez Godínez, Adrián. "Balances y perspectivas de la industria aeroespacial en Querétaro, a 10 años del comienzo de su expansión". Universidad Autónoma de Querétaro. México. 2019.
- Hernández Chavarría, Juana, Lilia Domínguez Villalobos y Flor Brown Grossman. "La política gubernamental en la industria aeronáutica: un análisis comparativo de México, Brasil y España". Perfiles latinoamericanos 28, n.o 55 (2020): 253-75. <https://doi.org/10.18504/pl2855-010-2020>.
- Hernández Chavarría, Juana, y Carrillo, Jorge. "Posibilidades de Inserción de Pymes Mexicanas.Pdf". Estudios Fronterizos, 19, e002, doi:10.21670/ref.1802002. 2018.
- INEC. "ÍNDICE DE PRECIOS AL CONSUMIDOR CULMINA EL 2023 CON VARIACIÓN ANUAL NEGATIVA: -1,77 %". INEC, enero 2024. <https://inec.cr/noticias/indice-precios-al-consumidor-culmina-el-2023-variacion-anual-negativa-177>.
- INFOCOOP. "COOPESA, R.L. | INFOCOOP". 2019. <https://www.infocoop.go.cr/node/977>.
- InfoDefensa, Revista Defensa. "Excesivos impuestos frenan la industria aeroespacial en Costa Rica". Infodefensa - Noticias de defensa, industria, seguridad, armamento, ejércitos y tecnología de la defensa, 2 de febrero de 2011. <https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrar/3145697/excesivos-impuestos-frenan-industria-aeroespacial-costa-rica>.
- keywords/-/meta/redaccion-e-n. "Costa Rica tendrá su primer satélite en el espacio." www.revistaeyn.com. 18 de abril de 2016. <https://www.revistaeyn.com/lasclavesdeldia/costa-rica-tendra-su-primer-satelite-en-el-espacio-JHEN951282>.
- López, Andrés. "Economía espacial e desenvolvimiento: o caso da Argentina" Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS, vol. 14, núm. 40, 2019, Enero-Febrero, pp. 111-133 Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas Argentina. (2019). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92459230004>
- Martínez, Alonso. "Costa Rica es seleccionada como sede para instalación de Radar Espacial de Nueva Generación". Delfino. 22 de julio de 2020. <https://delfino.cr/2020/07/costa-rica-es-seleccionada-como-sede-para-instalacion-de-radar-espacial-de-nueva-generacion>.
- Mayorga Sánchez, José Zacarías y Clemencia Martínez Aldana. "Paul Krugman y el nuevo Comercio Internacional." Criterio Libre 6, n.o 8 (2008): 73-86. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4547087>.
- Micro Finish. "Micro Finish: Servicios de Acabados de Superficie.". 2023. <https://microfinish.co.cr/>.
- Monge, Ricardo. "Las Cadenas Globales de Valor ¿Qué tanto las estamos aprovechando? | Ecoanálisis - Consultores Económicos y Financieros." 21 de octubre de 2019. <https://www.ecoanalisis.org/eco-articulos/articulo/las-cadenas-globales-de-valor-que-tanto-las-estamos-aprovechando/>.
- Mora, Erick. "Estudio Aeroespacial EEUU.Pdf." 2017. <https://sistemas.procomer.go.cr/DocsSEM/Estudio%20aeroespacial%20EEUU.PDF>.
- Morante Granobles et al.; Morante Granobles, Diego Fernando (compilador). Clústeres aeroespaciales polo de desarrollo en Colombia — Santiago de Calí: Escuela Militar de Aviación "Marco Fidel Suárez", 2021. <https://tinyurl.com/emavi119263>

- Mosquera, Arnold. "Importancia de las tecnologías de la información en el proceso de incorporación del talento humano en la industria aeroespacial colombiana". Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, 2022.
- Muñoz Ibarra, Rocío Dolores, and Ryszard E. Rózgá Luter. "Estrategias para el desarrollo de industrias de tecnología avanzada. El caso de la industria aeroespacial de Querétaro y Sonora." *región y sociedad* 34 (27 de abril, 2022): e1549. <https://doi.org/10.22198/rys2022/34/1549>.
- Narda-MITEQ. "Home: RF/Microwave components, subsystems, and SATCOM". Narda-MITEQ. 2023. <https://www.nardamiteq.com/>.
- Oberg Industries. "Advanced Manufacturing Powered by Ingenuity". Oberg Industries. 2023. <https://www.oberg.com/>.
- OPM. "Mecanizado de Precisión Olímpica Costa Rica". 2023. <https://opmachining.com/>.
- Precisión Azvi S.A. "Precisión Azvi S.A.". 2023. <https://www.precisionazvi.com/>.
- Preinsa. "Preinsa," 2023. <https://www.preinsa.com/>.
- PROCOMER. "SERTEX – Buy From Costa Rica". 2023. <https://buyfromcostarica.com/exporter/sertex/>.
- Procomer. "Costa Rica promueve su oferta aeroespacial en el evento de negocios más importante de este sector". Procomer Costa Rica (blog), 21 de octubre de 2022. <http://https%253A%252F%252Fwww.procomer.com%252Fnoticia%252Fcomprador-internacional-noticia%252Fcosta-rica-promueve-su-oferta-aeroespacial-en-el-evento-de-negocios-mas-importante-de-este-sector%252F>.
- Procomer. "Clúster aeroespacial de Costa Rica despegó con destino a los mercados internacionales". Procomer Costa Rica (blog), 8 de marzo de 2016. <http://https%253A%252F%252Fwww.procomer.com%252Fnoticia%252Fclster-aeroespacial-de-costa-rica-despega-con-destino-a-los-mercados-internacionales%252F>.
- Procomer. "Empresas ticas industriales buscan encadenarse con multinacional del sector electrónico". Procomer Costa Rica (blog) 20 de julio de 2015. <http://https%253A%252F%252Fwww.procomer.com%252Fnoticia%252Fempresas-ticas-industriales-buscan-encadenarse-con-multinacional-del-sector-electrnico%252F>.
- Procomer. "PROCOMER promueve la industria aeroespacial costarricense en la feria internacional más importante del sector". Procomer Costa Rica (blog). 18 de octubre de 2023. <http://https%253A%252F%252Fwww.procomer.com%252Fnoticia%252Fprocomer-promueve-la-industria-aeroespacial-costarricense-en-la-feria-internacional-mas-importante-del-sector%252F>.
- Ramírez, Elizabeth. "Costa Rica en el espacio. Cruce de miradas entre la ciencia y el Diseño Gráfico." Sede Interuniversitaria Alajuela (blog), 1 de 2023. <https://sia.ucr.ac.cr/costa-rica-en-el-espacio-cruce-de-miradas-entre-la-ciencia-y-el-diseno-grafico/>.
- Ruiz, Francisco. "Clúster aeroespacial: la apuesta de Costa Rica para insertarse en una industria mundial en expansión". *El Financiero*, 23 de octubre de 2023. <https://www.elfinanciero.cr/tecnologia/clster-aeroespacial-la-apuesta-de-costa-rica-para/3WQJL7RGYRCZTDMOKYGAG7CELE/story/>.
- Sandoval Cabrera, Seyka, Mario Alberto Morales Sánchez y Héctor Eduardo Díaz Rodríguez. "Estrategia de escalamiento en las cadenas globales de valor: el caso del sector aeroespacial en México". *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento* 7, n.o 20 (31 de julio, 2019). <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2019.20.68425>.
- SCS. "Home - Parylene". Specialty Coating Systems. 2023. <https://scscoatings.com/>.
- Serpimetal. "Serpimetal | Metalmecánica & Recubrimientos." 2023. <http://www.serpimetal.com/>.

SGCR. "SGCR". SGCR. 2023. <https://www.sensorsgroupcostarica.com>.

SICA. "SICA Conoce Sobre Industria Aeroespacial Costarricense". 2010. https://www.sica.int/noticias/sica-conoce-sobre-industria-aeroespacial-costarricense_1_49922.html.

TAGOSA. "Sucursales". Taller Hermanos González (blog). 2023. <https://www.tallergonzalez.com/sucursales/>.

Taller Hermanos González. "Pintura de vehículos Pérez Zeledón". Taller Hernamos González (blog). 2023. <https://www.tallergonzalez.com/servicios/>.

TechShop. "Home". Techshop International. 2023. <https://tsicr.com/>.

Thalesgroup. "Espacio 4.0: desvelando el valor de la transformación digital | Thales Group". 17 de junio de 2020. <https://www.thalesgroup.com/es/el-mundo/space/news/espacio-40-desvelando-el-valor-transformacion-digital>.

The Central American Group. "Industria Aeroespacial de Costa Rica". The Central American Group (blog). 2023. <https://www.thecentralamericangroup.com/industria-aeroespacial-de-costa-rica/>.

Tico Electronics. "Capacidades - Tico Electronics". Electrónica Tico, 2023. <https://www.ticoelectronics.com/es/capabilities/>.

Tico Electronics. "Por qué Costa Rica - Tico Electronics". Electrónica Tico, 2023. <https://www.ticoelectronics.com/es/why-costa-rica/>.

Tico Electronics. "Tico Electronics - Su socio de fabricación Near-Shore". Electrónica Tico, 2023. <https://www.ticoelectronics.com/es/>.

Umaña, Johan. "Clúster Aeroespacial es reconocido por Procomer gracias a su planeación estratégica". Text. Hoy en el TEC. 20 de mayo de 2019. <https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2019/05/20/cluster-aeroespacial-reconocido-procomer-gracias-su-planeacion-estrategica>.

Umaña, J. (2018, 19 de setiembre). "Sector aeroespacial espera crecer y consolidarse como pilar del desarrollo del país". Text. Hoy en el TEC, 19 de setiembre de 2018. <https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2018/09/19/sector-aeroespacial-espera-crecer-consolidarse-pilar-desarrollo-pais>.

Vargas, Alejandra. "¿Un congreso espacial centroamericano? Sí, ha leído bien". El País América. 12 de setiembre de 2023. <https://elpais.com/america-futura/2023-09-12/un-congreso-espacial-centroamericano-si-ha-leido-bien.html>.

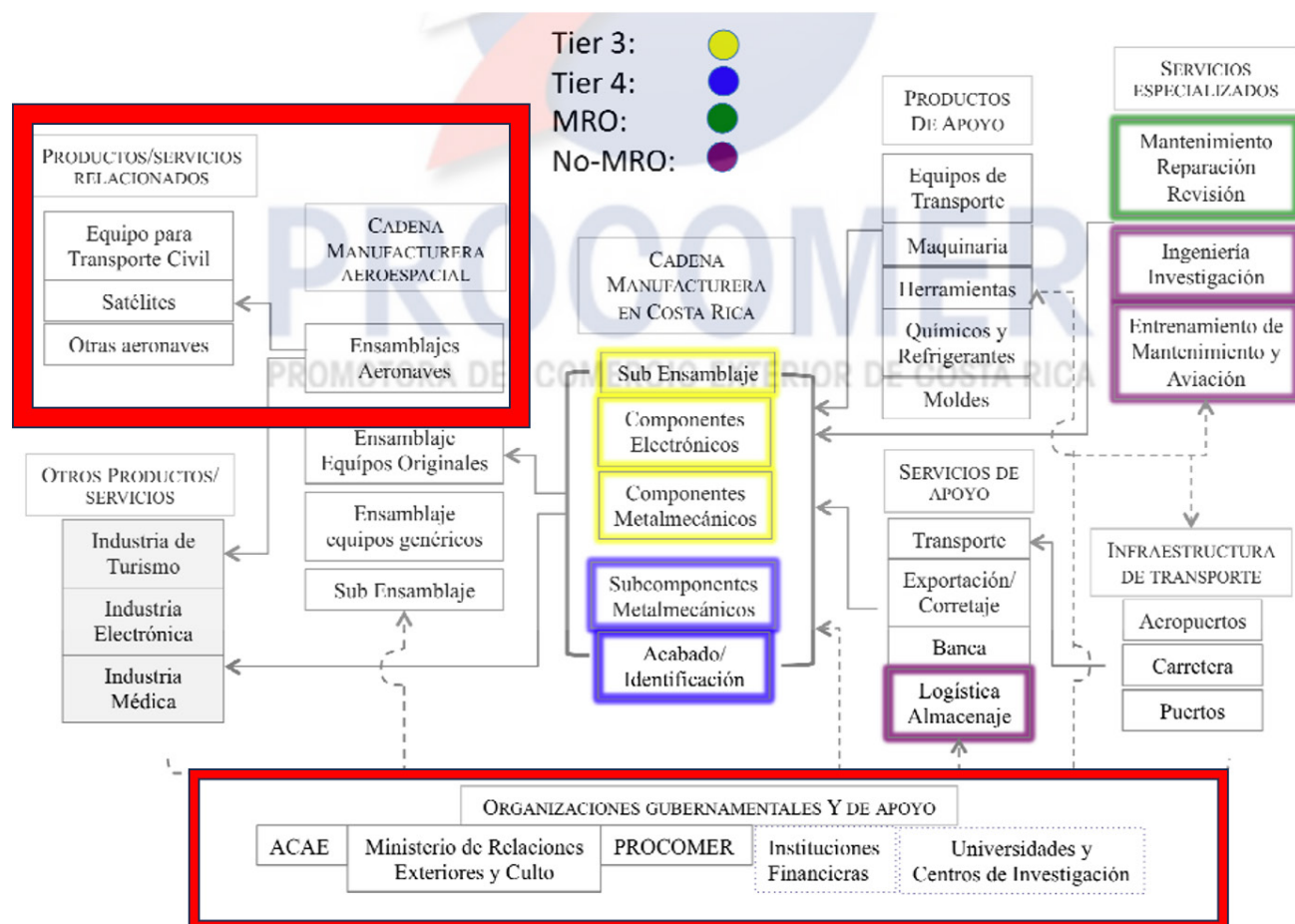
Vázquez, Miguel Ángel et al. "La industria aeroespacial en México: características y retos en Sonora." Problemas del desarrollo 49, n.o 195 (2018): 153–76. <https://doi.org/10.22201/ieec.20078951e.2018.195.63183>.

Villarreal González, Amado, Saidi Magaly Flores Sánchez y Miguel Alejandro Flores Segovia. "Patrones de co-localización espacial de la industria aeroespacial en México". Estudios Económicos de El Colegio de México, 1 de junio de 2016: 169–211. <https://doi.org/10.24201/ee.v31i1.15>.

ANEXOS

FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Mapa clúster aeroespacial de Costa Rica



Fuente: Tomado de PROCOMER (Algarañaz et al., s.f.).

Figura 2. Detalle de productos y servicios por empresa

Empresa Ad Astra Rocket Company Año: 2006 - Servicio de Ingeniería Especializada Productos: tableros de circuitos y fabricación eléctrica - ingeniería eléctrica por radiofrecuencia - fuentes de plasma de alta potencia - entornos de campo magnético - diseño de ambiente de vacío criogénica - instrumentación de sistemas de adquisición de datos y FPGA - diseño mecánico 3D, CAD, CAM, FEA - mecanizado especializado en estándares aeroespaciales - tecnología de generación, almacenamiento y uso de hidrógeno - integración de energías renovables con almacenamiento de hidrógeno - modelos informáticos	Empresa Anodizados Internacionales S.A Año: 2008 - Proceso de recubrimientos y acabados Productos: adonizado	Empresa Atemisa Precision S.A Año: 2006 - Industria Metalmeccánica, Mecánica de precisión enfocado en la industria médica y aeroespacial Productos: accesorios de fabricación, prototipos y piezas - producción en serie - rectificado de formas planas, cilíndricas y de alta precisión (+/- 0.001mm)
Empresa Avionyx S.A Año: 2005 en Costa Rica - Servicios de ingeniería de software enfocado en la industria Aeroespacial Productos: verificación y desarrollo de software para sistemas incorporados siguiendo los estándares RTCA DO - 178C y DO - 254	Empresa Calibraciones de América CAMÉRICA S.A. Año: 2001 - Servicios de calibración de equipos de medición, consultorías en aseguramiento metrológico, servicios de capacitación y diagnóstico metrológico. Productos: calibración de equipos de medición de variables eléctricas, presión, temperatura dimensional y otras.	Empresa Camtronics Año: 1985 - Fabricante por Contrato para los Sectores Aeroespaciales, Médico, de Telecomunicaciones e Industrial (en aplicaciones Mecánicas y Electrónicas) Productos: conjuntos de PCB de montaje superficial - conjuntos de PBC con orificio pasante - conjuntos de arneses de cables y alambres - montaje final de electrónica y productos mecánicos - montaje de dispositivos médicos electrónicos - montaje de supresores de gas mecánicos - unidades de soporte - montaje de cables RF+ 18 GHZ y atenuadores - montaje de equipos médicos estériles / invasivos - dispositivos - acabado del conector de fibra óptica - carcasas - fabricación de alta temperatura - sondas de termopar - servicios de inspección por rayos X.
Empresa Central American Silicone Suppliers CASS Año: 2014 - Diseño y desarrollo de herramientas, creación de prototipos para industrias médicas y otras. Productos: moldeo de silicona - moldeo por transferencia - moldeo por inyección de líquidos - moldeo por inserción - sobremoldeo	Empresa Cooperativa Autogestionaria de Servicios Aeroindustriales, R.L. (Coopesa R.L) Año: 1963 - Mantenimiento, reparación y revisión de aeronaves. Productos: servicios de mantenimiento pesado.	Empresa DO Precision Machine Shop Año: 2008 - Taller de Mecanizado CNC de Precisión. Productos: taller internacional de máquinas de precisión CNC especializado en la fabricación de componentes de precisión a partir de variedad de metales y plásticos. - trabajos de producción y prototipos en las industrias aeroespacial, médica y de productos de consumo.
Empresa DIFACOM Materiales Compuestos Año: 2014 - Servicios de diseño y fabricación enfocados en materiales compuestos avanzados. Productos: fabricación y reparación en fibra de carbono, aramida y fibra de vidrio.	Empresa Irazú Electronics (IRAZUE) Año: 2000 - Servicios de Fabricación por Contrato Productos: electrónica - eléctrico - productos electromecánicos - conjuntos PCB - conjuntos de cables - revestimiento conformado y encapsulado.	Empresa L3 (Filial de L3 Narda-Míteq) Año: 2001 en Costa Rica - Fabricación y prueba de dispositivos electrónicos para telecomunicaciones. Productos: terminaciones - acopladores - interruptores - divisores de potencia - amplificadores - convertidores ascendentes y descendentes - productos de seguridad.
Empresa Micro Acabado S.A. Año: 1996 - Proceso de galvanoplastia y acabado de superficies. Productos: película química, conversión de cromato: ML-C5541E: recubrimientos de conversión química sobre aluminio y aleaciones de aluminio; chemfilm, iridita, alodine 1500 clase 1a, clase 3. - anodizado: MIL-A-8625 F: cromo y anodizado con ácido sulfúrico tipo I, tipo II; tipo III, clase 1 y clase 2. - nicotef: níquel químico con teflón por B733-90 - níquel electrolítico: según B733-90 - zinc: revestimiento de zinc según ASTM B633-98 - óxido negro: según MIL-C-13924 - 1 (acero), MIL-C-13924-4 (acero inoxidable) - DOW7, DOW17: SAE (AMS-M-3171, tipo III-MIL-M-3171, tipo III) - pasivado: (estándar ASTM A967-05e2 especificación para pasivación química. tratamientos para piezas de acero inoxidable) - flash chrome: revestimiento AMS - 2460 cromo. - cromado sobre plástico - tratamiento térmico - pintura líquida (aerosol).	Empresa Oberg Industries Año: 2003 - Trabajo de Metales Industriales: Mecanizado de Precisión. Productos: fabricante de piezas mecanizadas de alta precisión para diversas industrias (telecomunicaciones, dispositivos médicos, aeronáuticas, energía, petróleo y gas, automotrices y construcción).	Empresa OKAY INDUSTRIES COSTA RICA, S.R.L. - AVNA Año: 2012 - Servicios de Fabricación por Contrato enfocados en la industria médica (incluyendo mecanizado) Productos: piezas metálicas y plásticas, barras de manguera, retenciones de cuchillas, acoples, adaptadores, hipotubos, cánulas...

Empresa OPM Machining

Año: 2001 - Servicios de Manufactura por Contrato enfocados en la Industria Aeroespacial y Médica.
Productos: industria metalmecánica - precisión mecanizado - procesos de recubrimientos y acabados – subconjuntos.

Empresa Operadores de Tecnología y Mantenimiento S.A. (OPTYMA INDUSTRIAL)

Año: 2008 - Manufactura por Contrato: servicios mecanizados para diferentes tipos de industrias.
Productos: fabricación de prototipos, piezas, conjuntos y accesorios en diferentes tipos de metales y algunos plásticos.

Empresa Precisión AZVI

Año: 1999 - Industria Metalmecánica. **Productos:** mecanizado de precisión.

Empresa PREINSA Leading Service & High Precision

Año: 2001 - Taller Mecánico.

Productos: fabricación y servicios de fabricación para la fabricación de piezas de precisión hechas de metales sólidos, polímeros y piezas fundidas con tratamientos térmicos, acabados como pintura y otros procesos electrolíticos.

Empresa SPECIALTY COATING SYSTEMS (SCS) S.R.L.

Año: 2006 en Costa Rica - Proveedor de servicios de recubrimiento.

Productos: recubrimiento de parileno para productos médicos, automotrices y aeroespaciales.

Empresa SGCR

Año: 2006 - Montaje de dispositivos eléctricos, electromecánicos y electrónicos de precisión para la industria aeroespacial.

Productos: eléctrico y electrónico: cables y componentes eléctricos. - equipo de electricidad y electrónica especializadas.

Empresa SERPIMETAL Metalmecánica & Recubrimientos

Año: 2001 - Fabricación por contrato.

Productos: servicio de conformado de chapa y recubrimiento en polvo. - todo tipo de metales, armarios, carcasas y placas para dispositivos electrónicos. - servicio de recubrimiento en polvo para piezas fundidas o mecanizadas.

Empresa SERTEX Manufactura de Precisión

Año: 2000 - Servicios de manufactura de precisión, enfocados a la industria Médica, Electrónica, Industrial y Aeroespacial.

Productos: CNC - tornos convencionales - fresado convencional - diseño y rectificado - energía de molino - penetración erosión.

Empresa Taller González -TAGOSA

Año: 1991 - Industria Metalmecánica (Mecanizado de Precisión).

Productos: dispositivos médicos - industrias aeronáuticas - energía, petróleo y gas - industrias automotrices y de construcción.

Empresa TechShop

Año: 2000 - Industria Metalmecánica: Mecanizado de Precisión, Fabricación y Ensamblaje.

Productos: componentes mecanizados con desafíos geométricos fabricados a partir de metales exóticos y otros productos. - clientes: industria de las telecomunicaciones, dispositivos médicos, industria aeronáutica, energía, petróleo y gas e industria automotriz.

Empresa Tico Electronics

Año: 1995 - Servicios de Fabricación por Contrato (incluido mecanizado) enfocados en la industria aeroespacial y médica.

Productos: motores – estatores – rotores - mini - joysticks – PCB - conjuntos de cables y arneses.

Empresa UTITEC Medical S.A.

Año: 2005 - Componentes críticos de precisión para la industria Médica, Aeroespacial y Electrónica.

Productos: embutición – estampación – mecanizado.

Fuente: Elaboración propia, 2024, con datos de “Catalog-Costa-Rica-Aerospace-Cluster2020-03-17_21-18-28.Pdf.” y de cada empresa.

Tabla 1. Detalle de documentos seleccionados

Documento	Título	Autor (es)	Año	País
Publicación #1	Clúster aeroespacial de Costa Rica ya inició actividades*	El Financiero	2023	Costa Rica
Publicación #2	AVIONYX fortalece su presencia en costa rica y anuncia impulso de contratación para industria aeroespacial*	Ministerio de Comercio Exterior de Costa Rica	2022	Costa Rica
Publicación #3	Industria aeroespacial costarricense promueve su oferta comercial en feria internacional*		2021	Costa Rica
Publicación #4	Clúster Aeroespacial es reconocido por PROCOMER gracias a su planeación estratégica*	Johan Umaña Venegas	2019	Costa Rica
Publicación #5	Sector aeroespacial espera crecer y consolidarse como pilar del desarrollo del país*	Johan Umaña Venegas	2018	Costa Rica
Publicación #6	Industria aeroespacial de Costa Rica tiene opciones para ingresar a EE. UU.*	Marvin Barquero	2017	Costa Rica
Publicación #7	PROCOMER: Clúster aeroespacial de Costa Rica despegó con destino a los mercados internacionales*	PROCOMER	2016	Costa Rica
Publicación #8	Clúster aeroespacial de Costa Rica promueve sus productos y servicios en Canadá*	Ministerio de Comercio Exterior de Costa Rica	2016	Costa Rica
Publicación #9	Lanzan Clúster Aeroespacial en Costa Rica*	Carolina Rodríguez	2016	Costa Rica
Publicación #10	Unas cien empresas costarricenses están vinculadas a industria aeroespacial*	LegisComex	2015	Costa Rica
Publicación #11	Costa Rica promueve su oferta aeroespacial en feria especializada*	Ofelia Fernández	2002	Costa Rica
Documento #1	Costa Rica Aerospece Clúster – Portafolio de empresa*	PROCOMER (se adiciona información de cada empresa participante dentro del portafolio)	2024	Costa Rica
Documento #2	Costa Rica: Empresas del sector aeroespacial expondrán sus servicios y capacidades en Las Vegas*	Erick Mora	2017	Costa Rica

Documento #3	Costa Rica in the Aerospace Global Value Chain: Opportunities for Upgrading*	Bamber, Penny & Guinn, Andrew & Gereffi, Gary.	2013	Costa Rica
Documento #4	Condiciones y Oportunidades para el desarrollo de la Industria Aeroespacial en Costa Rica*	Algarañaz, Luis, Andrey Barrantes, Evelyn Cooban, y Michal Pothuis	2010	Costa Rica
Documento #5	Globalización y localización de la industria aeroespacial en México*	Jesús Castillo Rodríguez	2023	México
Documento #6	Impacto del COVID-19 en la educación y empleo sobre la industria aeroespacial en México*	Jesús Castillo Rodríguez y Antonina Ivanova Boncheva	2023	México
Documento #7	Análisis de CGV para la definición de una estrategia selectiva de atracción de IED en la región SSE	Héctor Ferreira	2021	México
Documento #8	Patrones de colocación espacial De la industria aeroespacial en México	Amado Villarreal González Saidi Magaly Flores Sánchez Miguel Alejandro Flores Segovia	2016	México
Documento #9	La política gubernamental en la industria aeronáutica: un análisis comparativo de México, Brasil y España	Juana Hernández Chavarría, Lilia Domínguez Villalobos, Flor Brown Grossman	2020	México
Documento #10	La industria aeroespacial en México: características y retos en Sonora	Miguel Ángel Vázquez y Carmen Bocanegra	2018	México
Documento #11	Estrategia de escalamiento en las cadenas globales de valor: el caso del sector aeroespacial en México	Seyka Sandoval Cabrera, Mario Alberto Morales Sánchez, Héctor Eduardo Díaz Rodríguez	2019	México
Documento #12	Posibilidades de inserción de pymes mexicanas en la cadena de valor de la industria aeroespacial, el caso de Baja California	Juana Hernández Chavarría y Jorge Carrillo	2018	México
Documento #13	Crecimiento económico y competitividad de la industria aeroespacial de México en la etapa ante y post covid-19	Jesús Castillo Rodríguez y Antonina Ivanova Boncheva	2024	México
Documento #14	Estrategias para el desarrollo de industrias de tecnología avanzada. El caso de la industria aeroespacial de Querétaro y Sonora	Rocío Dolores Muñoz Ibarra y Ryszard E. Rózga Luter	2022	México

Documento #15	Economía del espacio y desarrollo: el caso argentino*	Andrés López, Paulo Pascuini y Adrián Ramos	2019	Argentina
Documento #16	Exportaciones de la Industria Aeroespacial Mexicana en el Contexto del Covid-19. Un Análisis de Regresión Econométrica Múltiple	Jesús Castillo-Rodríguez	2024	México
Documento #17	Clústeres aeroespaciales polo de desarrollo en Colombia	Morante Granobles, Diego Fernando	2021	Colombia
Documento #18	Colombia Aeroespacial 2026	Jorge Andrés Bonilla Bohórquez, Oscar Iván Ojeda Ramírez, Leidy Johana Villagrán Cortes, Felipe Andrés Villamil Quintero, Camilo Andrés Zorro Mendoza y Mario Julián Cañón Ayala	2016	Colombia
Documento #19	Importancia de las tecnologías de la información en el proceso de incorporación del talento humano en la industria aeroespacial colombiana	Arnold Mosquera	2022	Colombia
Documento #20	Balances y perspectivas de la Industria aeroespacial en Querétaro, a 10 años del comienzo de su expansión	Adrián Gutiérrez Godínez	2019	México

Fuente: Elaboración propia, 2024, con base en publicaciones y artículos científicos de interés.

Nota: *Estudios y publicaciones específicos para la industria espacial.

Tabla 2. Análisis del entorno y perfil de oportunidades y amenazas

Análisis del entorno - perfil oportunidades y amenazas – (POAM)					Oportunidades			Amenazas		
	Importancia	Impacto	Ponderado	Mapa de calor	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
Políticas	Beneficios tributarios	5	5	25			3		2	
	Protección a la inversión	5	5	25			3		2	
	Legislación laboral	5	4	20		2				3
	Forma de Gobierno	4	5	20			3			3
	Alianzas políticas internacionales	5	4	20			3		2	
	Estabilidad política	4	4	16		2				3
	Riesgo político	4	5	20		2				3
Promedio					2,57			2,57		
Económicas	PIB	4	3	12		2			2	
	Nivel de desempleo	5	5	25			3		2	
	Nivel salarial	4	5	20			3			3
	Creación de Nuevos Impuestos	5	5	25	1					3
	Inflación	4	5	20	1					3
Promedio					2,00			2,60		
Sociales, culturales y ambientales	Inseguridad social	5	5	25	1					3
	Compromiso Social	4	4	16			3		2	
	Nivel educativo poblacional	5	5	25			3		2	
	Crecimiento de la población	3	5	15		2			2	
	Valores culturales	4	4	16		2			2	
	Uso de energías renovables	5	5	25			3		2	
	Regulaciones ambientales	5	5	25		2				3
Promedio					2,29			2,29		
Tecnológicas	Incentivos a la modernización tecnológica	4	3	12			3	1		
	Impacto de las TICS	4	3	12			3	1		
	Inversiones en I+D	5	5	25			3			3
	Tamaño de las inversiones en I+D	5	5	25			3			3
	Impacto en nuevas tecnologías como 4.0	4	4	16			3	1		
Promedio					3,00			1,80		
Comercio	Alianzas estratégicas	5	5	25			3	1		
	Convenios y Acuerdos internacionales	5	5	25			3	1		
	Regulaciones internacionales	4	5	20		2				3
	Barreras de entrada	5	5	25	1					3
	Barreras de salida	5	5	25	1					3
Promedio					2,00			2,20		
Geográfico	Ubicación de la empresa	3	3	9			3			3
	Recursos naturales	4	4	16			3	1		
	Infraestructura	4	5	20	1					3
	Vías de acceso	3	1	3	1				2	
	Ubicación del país	5	5	25			3	1		
Promedio					2,20			2,00		

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Tabla 3. Empresas aeroespaciales del clúster participantes en CGV

	Nombre de la empresa	Origen de la inversión	CV Segmento	Est. año	Ventas a la industria aeroespacial
1	Ad Astra Rocket	Costa Rica	Diseño & Ingeniería	2005	100%
2	AEC Aerospace	Estados Unidos	posventa - Técnico Manuales	2010	100%
3	Agilis Engineering	Estados Unidos	Diseño & Ingeniería	2006	50%
4	AKA Precisión	Costa Rica	Componentes Acabado/ Mecanizado	1991	
5	Avionyx	Estados Unidos	Componentes - Software	2004	100%
6	C & K CoActive S.A.	Estados Unidos	Componentes - Eléctrico	1988	33%
7	Camtronics	Estados Unidos	Componentes - Electrónica/ Plástico	1992	
8	Coopesa	Costa Rica	posventa - MRO	1963	100%
9	Diez Orlich (DO)	Estados Unidos	Componentes Acabado/ Mecanizado	n / A	33%
10	Etipres	Costa Rica	Etiquetado	1985	
11	FEMA	Costa Rica	Componentes - Metal Acabado/Mecanizado	1983	
12	FORTECH	Costa Rica	Componentes - Metal Acabado/Mecanizado	1994	
13	H&S Metalmecánica	Costa Rica	Componentes - Metal Acabado/Mecanizado	n / A	
14	Helicorp	Estados Unidos	posventa - MRO - Helicóptero Ensamblajes	2004	100%
15	Irazú Electronics	Estados Unidos	Componentes - Electrónica	2001	40%
16	L3 Communications	Estados Unidos	Componentes - Electrónica	2001	60%
17	Mechania Engineering	Costa Rica	Diseño & Ingeniería	2002	
18	Micro Technologies	Estados Unidos	Componentes - Electromecánica	1999	10%
19	Microtechnology S.R.L.	Estados Unidos	Componentes - Eléctrico	1999	
20	Olympic Precision	Estados Unidos	Componentes - Acabado/Mecanizado	1996	20%
21	R&R Precision SA	Costa Rica	Componentes - Metal Mecanizado/Acabado	1979	10%
22	Ridge Run	Estados Unidos	Componentes - Software	2006	
23	Sansaa Aircraft parts CR	Estados Unidos	posventa - MRO - ruedas, hidráulica, aterrizaje engranaje	n / A	100%
24	Sensor Group Costa Rica	Estados Unidos	Componentes - Electrónica	2006	33%
25	Tech Shop	Costa Rica	posventa - MRO - Metal	1981	100%
26	Teradyne de Costa Rica	Estados Unidos	posventa - MRO - Electrónica	2000	
27	Tico Electronics	Estados Unidos/ Costa Rica	Componentes - Eléctrico	1995	100%
28	Trimpot Electronics, Ltda	Estados Unidos	Componentes - Eléctrico	1979	10%
29	West Star (Estrella de Precisión Tecnológica S. A.)	Estados Unidos	Subensamblajes - Metal Asambleas de fuselaje	2000	50%

Fuente: Tomado de Bamber, et al., 2013.