



AGENDA DE INNOVACIÓN DE ZACATECAS

DOCUMENTOS DE TRABAJO

4.3 AGENDA DE ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN

MANUFACTURA AVANZADA

Octubre 2014

Índice

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN A LAS ÁREAS DE ESPECIALIZACIÓN SELECCIONADAS POR LA AGENDA | 8 |
| 1.1. Introducción a criterios de priorización utilizados | 8 |
| 1.2. Aplicación de criterios para la selección de áreas de especialización..... | 9 |
| 1.3. Áreas de especialización seleccionadas y gráfico representativo de la agenda.. | 10 |
| 2. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN EN EL ESTADO Y EN EL CONTEXTO NACIONAL..... | 11 |
| 2.1. Breve descripción del área de especialización | 11 |
| 2.2.1 Industria de Autopartes..... | 18 |
| 2.2.1 Sector Aeroespacial | 20 |
| 2.2.2 Sector Proveeduría Minera | 22 |
| 2.2. Distribución del área de especialización en México y en el estado | 25 |
| 2.2.3 Área de especialización en México y en el estado. | 27 |
| 2.2.4 Relevancia económica, social y política del área de especialización . | 36 |
| 2.2.5 Cadena de suministro y de valor del área de especialización | 52 |
| 2.3. Principales tendencias de la innovación en el área de especialización..... | 56 |
| 2.3.1. Tendencias tecnológicas actuales en los sistemas de producción | 56 |
| 2.3.2. Descripción de Tecnologías..... | 60 |
| 2.3.3. Tecnologías de nuevos materiales y operaciones de diseño..... | 65 |
| 2.3.4. Resumen de las tendencias tecnológicas de la manufactura avanzada | 66 |
| 2.4. El impacto de las tecnologías de manufactura avanzada en los sectores (autopartes, aeroespacial, proveeduría minera)..... | 67 |
| 2.4.1. Aplicaciones concretas de la MA en la industria aeroespacial..... | 68 |
| 2.4.2. Aplicaciones concretas de las MA en la industria Automotriz y autopartes | 68 |
| 3. BREVE DESCRIPCIÓN DEL ECOSISTEMA DE INNOVACIÓN PARA EL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN..... | 70 |
| 3.1. Mapa de los Agentes del Ecosistema de Innovación..... | 70 |

| | |
|---|------------|
| 3.2. Principales IES y Centros de Investigación y sus principales líneas de investigación | 71 |
| 3.2.1. Instituciones de Educación Superior y Centros de Investigación | 71 |
| 3.3. Detalle de empresas RENIECYT del área de especialización | 73 |
| 3.3.1. Empresas líderes en el estado (identificación de sus actividades y razón de ser de su liderazgo) | 74 |
| 3.3.2. Asociaciones que agrupen a las empresas del sector | 84 |
| 3.3.3. Clústeres y parques industriales | 85 |
| 3.4. Evolución de apoyos en el área de especialización..... | 88 |
| 3.4.1. Política pública federal y/o estatal..... | 89 |
| 4. ANÁLISIS FODA DEL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN | 92 |
| 4.1. Fortalezas | 92 |
| 4.2. Oportunidades | 92 |
| 4.3. Debilidades..... | 93 |
| 4.4. Amenazas | 93 |
| 5. MARCO ESTRATÉGICO Y OBJETIVOS DEL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN | 94 |
| 6. NICHOS DE ESPECIALIZACIÓN | 98 |
| 7. CARACTERIZACIÓN DE PROYECTOS PRIORITARIOS Y PLAN DE PROYECTOS | 100 |
| 7.1. Descripción de Proyectos | 100 |
| 7.1.1. Desarrollo de un Centro de Diseño y Capacitación en Maquinado de alta Precisión | 100 |
| 7.1.2. Estudio del Capital humano y competencias en un horizonte de 15 años. 104 | |
| 7.1.3. Centro técnico para desarrollo de nuevos productos. | 106 |
| 7.3. Matriz de proyectos..... | 109 |
| 7.4. Propuestas para fortalecer el sistema estatal de innovación en el área Manufactura Avanzada..... | 109 |
| 8. REFERENCIAS | 112 |
| Apéndice | 129 |

Índice de Ilustraciones

| | |
|--|----|
| Ilustración 1. Áreas y Nichos de especialización para la Agenda Estatal de Innovación de Zacatecas. | 10 |
| Ilustración 2. Estructura de los diferentes procesos de Manufactura | 12 |
| Ilustración 3. Principales países exportadores de productos de manufactura en el mundo..... | 14 |
| Ilustración 4. Histórico del valor de exportación de los principales subsectores de manufactura en los últimos años..... | 15 |
| Ilustración 5. Histórico del valor en IED de los principales subsectores de manufactura en los últimos años. | 16 |
| Ilustración 6. Principales países importadores de productos de manufactura en el mundo. | 17 |
| Ilustración 7. Comercio mundial de México (mdd)..... | 26 |
| Ilustración 8. Distribución sectorial de proyectos IED, 2009-2010 (bdd)..... | 29 |
| Ilustración 9. Industrias aeroespacial y automotriz en el SCIAN..... | 30 |
| Ilustración 10. México: empresas del sector aeroespacial 2005-2011. | 33 |
| Ilustración 11. Gráfico de comparación del impacto del sector de la manufactura avanzada en el PIB del Estado de Zacatecas | 37 |
| Ilustración 12. Gráfico de variación en el incremento del ingreso económico de la MA en Zacatecas del 2003 al 2012 | 37 |
| Ilustración 13. Distribución geográfica de las empresas de autopartes. | 38 |
| Ilustración 14. Oportunidades de negocio en la Industria Automotriz en México. | 40 |
| Ilustración 15. Producción de vehículos en México 2006-2012..... | 41 |
| Ilustración 16. Estimaciones de los ingresos en la fabricación de aviones, 2000-2009..... | 45 |

| | |
|--|-----|
| Ilustración 17. Valor de Mercado de la Industria Aeroespacial y de Defensa Global | 46 |
| Ilustración 18. Industria Aeroespacial Global 2008 | 47 |
| Ilustración 19. Total de producción aeroespacial en los países de la OECD 1980, 1990, 2000 y 2001 | 48 |
| Ilustración 20. Actividades Espaciales Globales, 2011 | 50 |
| Ilustración 21. Actividades del FIFOMI..... | 52 |
| Ilustración 22. Complejidad de la cadena de suministro del sector automotriz | 53 |
| Ilustración 23. Cadena de suministro del sector automotriz. | 54 |
| Ilustración 24. Aplicaciones tecnológicas..... | 68 |
| Ilustración 25. Tecnologías sobresalientes de la industria automotriz y autopartes | 69 |
| Ilustración 26. Ecosistema de Innovación del Área Manufactura Avanzada en Zacatecas | 71 |
| Ilustración 27. Parque Industrial de Calera | 85 |
| Ilustración 28. Parque Industrial de Guadalupe..... | 86 |
| Ilustración 29. Parque Industrial de Fresnillo..... | 87 |
| Ilustración 30. Parque Industrial Aeroespacial | 87 |
| Ilustración 31. Esquema de la metodología de trabajo para integrar la Agenda Sectorial..... | 95 |
| Ilustración 32. Mapa de ruta del Centro de Diseño y Capacitación en Maquinado de alta Precisión. | 104 |
| Ilustración 33. Mapa de Ruta del Estudio del Capital humano y competencias en un horizonte de 15 años. | 106 |
| Ilustración 34. Mapa de Ruta Centro técnico para desarrollo de nuevos productos. | 108 |

Índice de Tablas

| | |
|--|-----|
| Tabla 1. Procesos de Manufactura de Autopartes..... | 19 |
| Tabla 2. Top 10 de empresas aeroespaciales en el mundo..... | 32 |
| Tabla 3. Actividades desarrolladas por las empresas aeroespaciales en México..... | 34 |
| Tabla 4. Cifras preliminares del PIB en Zacatecas | 36 |
| Tabla 5. Producción de unidades por las plantas armadoras de México en 2013. | 42 |
| Tabla 6. Localización de plantas armadoras en México. | 43 |
| Tabla 7. Los 10 países productores de autos en el 2011 | 43 |
| Tabla 8. Empresas del sector aeroespacial y de defensa en 2010, en el ranking de Forbes | 49 |
| Tabla 9. Oferta académica para el sector aeroespacial y automotriz..... | 72 |
| Tabla 10. Oferta académica para el sector de proveeduría minera | 73 |
| Tabla 11. Empresas con registro RENIECYT en el área Manufactura Avanzada en Zacatecas | 74 |
| Tabla 12. Listado de empresas que componen Entrada Group en Fresnillo, Zacatecas... | 77 |
| Tabla 13. Listado de empresas de proveeduría en Zacatecas..... | 79 |
| Tabla 14. Identificación de los problemas y propuestas de innovación en Manufactura Avanzada..... | 95 |
| Tabla 15. Justificación y objetivos tecnológicos de los Nichos de especialización en Manufactura Avanzada de Zacatecas..... | 98 |
| Tabla 16. Matriz de proyectos del Área de Especialización en Manufactura Avanzada de Zacatecas | 109 |

| | |
|--|----|
| Tabla 17. Tendencia Tecnológica: Obtención de nuevos producto de máxima calidad a un coste razonable. | 1 |
| Tabla 18. Tendencia Tecnológica: Obtención de nuevos producto de máxima calidad a un coste razonable. | 6 |
| Tabla 19. Tendencia Tecnológica: Maximizar la productividad y competitividad con nuevos procesos..... | 7 |
| Tabla 20. Tendencia Tecnológica: Uso de tecnologías limpias y desarrollo sustentable. Fuente: desarrollo propio. | 8 |
| Tabla 21. Impacto de los principales procesos de MA en los sectores económicos de interés (primera parte). | 8 |
| Tabla 22. Cruce de Sectores Económicos de interés con los principales procesos de MA en desarrollo tecnológico identificados (segunda parte). Fuente: Desarrollo Propio. . | 12 |

1. INTRODUCCIÓN A LAS ÁREAS DE ESPECIALIZACIÓN SELECCIONADAS POR LA AGENDA

1.1. Introducción a criterios de priorización utilizados

La Agenda de Innovación del estado de Zacatecas se desarrolló de acuerdo al enfoque de las estrategias de especialización inteligente de investigación e innovación, el sector de manufactura avanzada en Zacatecas surgió como área de especialización mediante un análisis basado en criterios socioeconómicos, científico-tecnológicos y de mercado discutidos por líderes de opinión y representantes del sector empresarial, académico y gubernamental que conforman el Grupo Consultivo del Estado.

Dentro de los criterios socioeconómicos, el capital humano disponible y requerido, la competitividad, el valor agregado en los productos del sector y la mejora en calidad de vida fueron los factores con más peso.

De igual forma, dentro de los criterios científico-tecnológicos el aumento a la productividad y competitividad basado en desarrollo tecnológico fue el factor de mayor relevancia. En cuanto a los criterios de mercado las perspectivas futuras que tiene éste ramo en Zacatecas y la oportunidad de atender nichos de oportunidad en el ámbito internacional fue el criterio que más importancia obtuvo.

La agenda estatal de innovación del sector de manufactura tiene como objetivo identificar y apoyar proyectos de innovación tecnológica que impacten a este sector para el desarrollo competitivo del estado. La información que se presenta a continuación

facilitará el enfoque y desarrollo estratégico de los recursos disponibles en el estado, detonando procesos de innovación de alto impacto, logrando así que el sector de autopartes aumente su competitividad en el contexto global.

1.2. Aplicación de criterios para la selección de áreas de especialización

La selección de las áreas de especialización se realiza con base en la identificación de los problemas y oportunidades para generar competencias en el Estado de Zacatecas. Una vez hecho esto, se implementa un conjunto de conocimientos a través de plataformas tecnológicas en nichos definidos, que permitan solucionar los problemas del área de especialización y con ello, aprovechar las oportunidades reconocidas por los actores de la triple hélice.

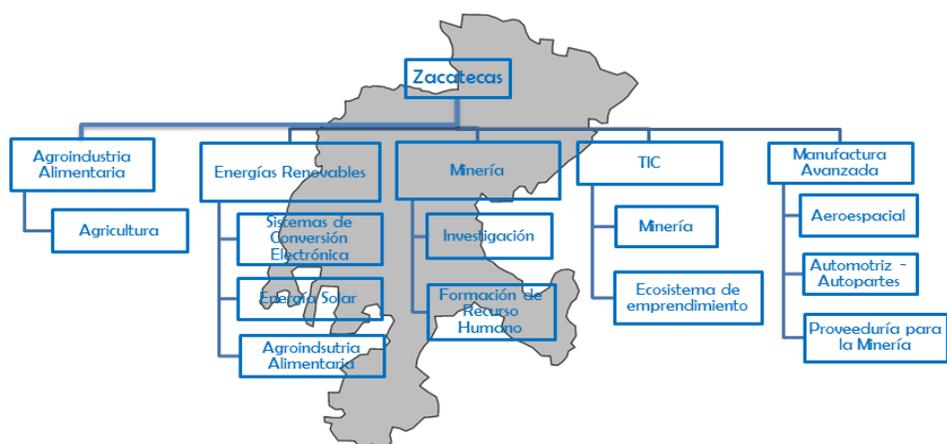
Para seleccionar las áreas prioritarias se utilizaron criterios basados en indicadores económicos, sociales, tecnológicos, ambientales, de competencia y de mercado.

La participación del Comité de Gestión, así como del Grupo Consultivo en la selección de las áreas fue relevante, sobre todo al proponer algunos rubros que no son considerados nichos prioritarios o áreas de especialización, pero que por su trascendencia en la política de desarrollo del Estado, se les considera como un elemento importante dentro de la Agenda.

1.3. Áreas de especialización seleccionadas y gráfico representativo de la agenda

Las áreas seleccionadas por el Comité de Gestión y validadas por el Grupo Consultivo del Estado de Zacatecas son:

Ilustración 1. Áreas y Nichos de especialización para la Agenda Estatal de Innovación de Zacatecas.



Fuente: CamBioTec, 2014

Cada uno de estos sectores incluye recomendaciones de política en materia de innovación y desarrollo tecnológico, que permitan aprovechar las oportunidades de crecimiento, desarrollo y competencia para la entidad. Uno de los objetivos es impulsar el crecimiento inteligente con base en conocimiento e innovación, aprovechando los recursos del estado, para crear las condiciones que articulen el avance tecnológico con el bienestar económico, social, ambiental y territorial.

El área manufactura avanzada tiene como objetivo incrementar su productividad y competitividad, empleando estrategias de impulso para el desarrollo de algunos nichos y proyectos, estableciendo mayor vinculación con la triple hélice.

2. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN EN EL ESTADO Y EN EL CONTEXTO NACIONAL

2.1. Breve descripción del área de especialización

Manufactura¹ es el proceso de convertir materias primas en productos, el término puede referirse a una amplia variedad de actividades humanas (desde artesanía hasta alta tecnología), sin embargo suele acotarse a la generación de productos industriales. La Manufactura Avanzada (MA) es el área de manufactura que depende del uso coordinado de información, automatización, computación, software, sensores y redes de colaboración y que hace uso de materiales de vanguardia y nuevas capacidades habilitadas por el ciencias físicas y biológicas como nanotecnología, química y biología (PCAST, 2011).

De acuerdo con el Office of Science and Technology Policy (OSTP) de Estados Unidos, la MA no se limita a las nuevas tecnologías; sino que se compone de procesos actuales que son eficientes, productivos, altamente integrados, muy controlados a través de una gama de fabricantes y proveedores competitivos a nivel mundial.

A diferencia de la manufactura tradicional, la MA no se soporta sobre una mano de obra de bajo costo y en escalas y volúmenes de producción; es una industria que recae en las habilidades y creatividad para manufacturar productos complejos de altas especialidad. La MA no existe como un conjunto de empresas aisladas, sino como una red conformada por ingenieros, desarrolladores de negocio, emprendedores, científicos, financieros y otros

¹ Manufactura deriva del latín *manus* (mano) y *factus* (hechura): hecho con las manos. La palabra ha evolucionado y actualmente la expresión “hecho a mano” describe el método manual de hacer cosas y manufactura se refiere a convertir materia prima en productos con maquinaria (Groover, 2007)

profesionales experimentados que colaboran y conjuntan su potencial creativo alrededor de soluciones innovadoras para usuarios y clientes (ProMexico, 2011).

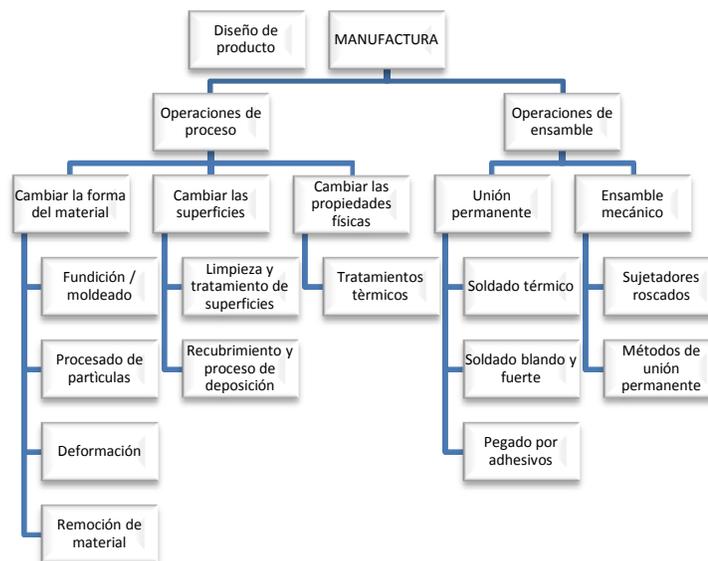
La manufactura comprende gran variedad de procesos y operaciones aplicables a diferentes sectores económicos como el sector automotriz y de autopartes, minería, electrónica, entre muchos otros. Para su estudio, los procesos de manufactura pueden dividirse en dos tipos (Groover, 2007):

Operaciones de proceso: transformar un material de trabajo (agregándole valor) al cambiar la geometría, las propiedades o su apariencia.

Operaciones de ensamble: unión de dos o más componentes para crear una nueva entidad llamada ensamble.

A su vez, estos dos sectores se subdividen en una gran variedad de procesos y operaciones, mismos que se ilustran gráficamente a continuación:

Ilustración 2. Estructura de los diferentes procesos de Manufactura



Fuente: (Kalpakjian, 2008)

La MA surge al aplicar de manera coordinada hardware y software para automatizar junto con sensores y redes de colaboración los procesos y operaciones tradicionales de manufactura, e ingresar el uso de materiales de vanguardia y nuevas capacidades y habilidades tecnológicas.

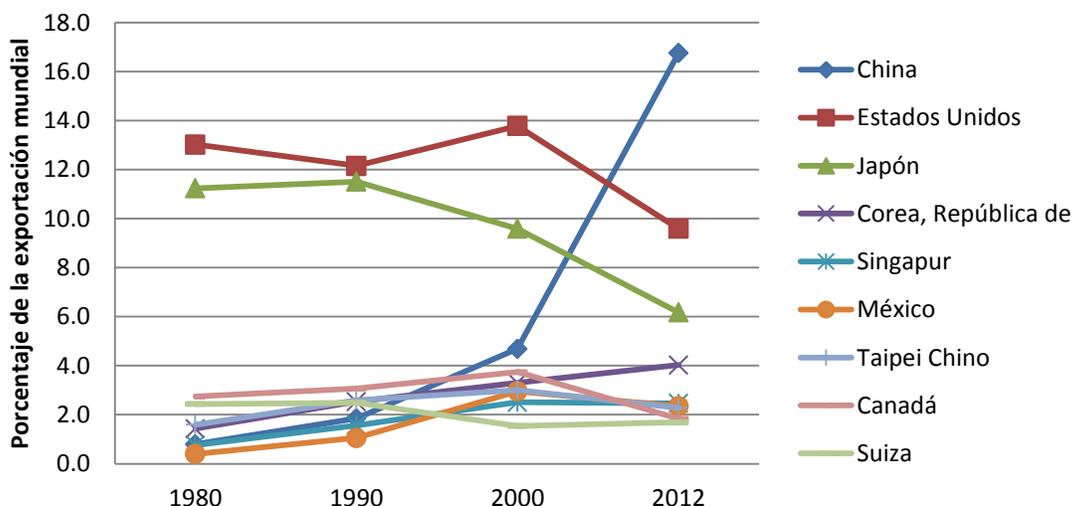
Quizá, la innovación más importante de la época moderna sea el CN (Control Numérico) en máquinas herramienta (década de 1950), a partir de ese momento el desarrollo ha sido vertiginoso en la MA, ligado al desarrollo de software y su integración en los sistemas productivos y en la industria (Martínez, 2013).

Para los próximos años, las tendencias de mercado demandan sectores productivos que desarrollen procesos industriales flexibles, robustos y medioambientalmente benignos, permitiendo una alta productividad, pero también la producción de lotes pequeños a precios asequibles (producción personalizada); en el mismo sentido, el desarrollo tecnológico en la MA busca atender la creciente demandas de calidad del cliente, la reducción de los tiempos de desarrollo y entrega de productos, la competencia de nuevos materiales, la demanda de subensamblajes por parte de los fabricantes de equipo originales, la legislación medioambiental y la exigencia de ofrecer servicios de alto valor añadido (OPTI, 2010).

El sector de manufactura avanzada fue seleccionado por el Consejo Consultivo del Estado de Zacatecas al inicio del desarrollo de ésta agenda puesto que se considera uno de los sectores importantes para ser impulsados en el estado. El sector de manufactura avanzada, ramo del sector automotriz representa una de las industrias de mayor valor en el país puesto que México gracias a su privilegiada localización geográfica es calificado el segundo país exportador más importante de la economía.

México se encuentra entre las 10 economías de mayor exportación de productos manufacturados en el mundo, en 2013 exportó 269.4 millones de dólares en productos manufacturados colocándose como el quinto mayor exportador a nivel mundial y el segundo mayor exportados en todo el continente americano con una participación del 2.3% de las manufacturas exportadas en el mundo (WTO, 2013).

Ilustración 3. Principales países exportadores de productos de manufactura en el mundo.

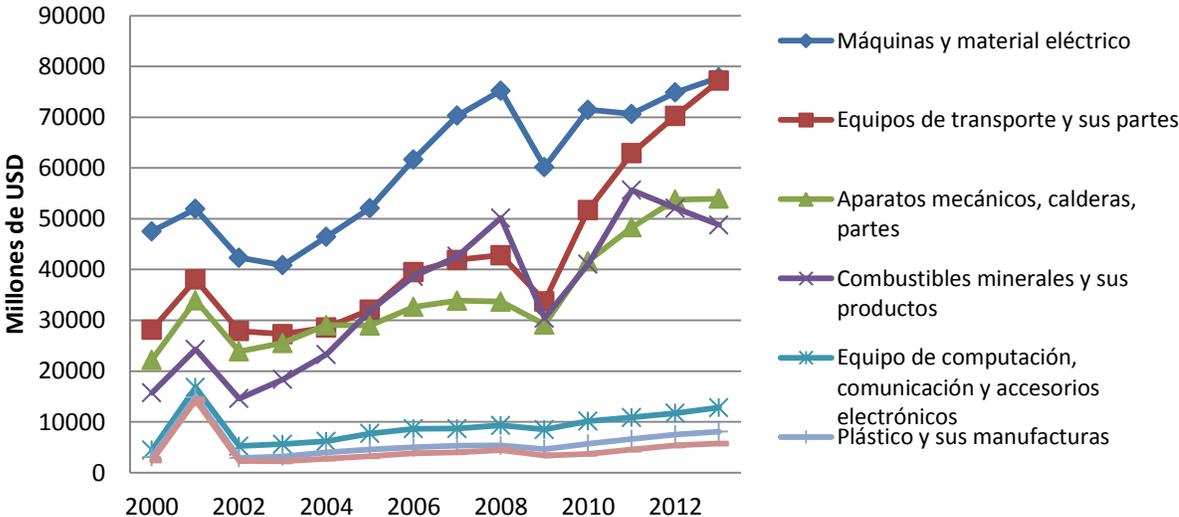


Fuente: CamBioTec, 2014, partir de información estadística de (WTO, 2013)

Concretamente en el mercado nacional, los productos manufacturados de mayor producción y exportación en los últimos años han sido equipos de transporte (vehículos y autopartes), así como maquinaria y material eléctrico; estos sectores representaron 20.3 y 20.4% respectivamente del valor total de exportación nacional en 2013 (BANXICO, 2014). La ilustración 4 **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** presenta el desempeño de los principales productos manufacturados de exportación en los últimos años.

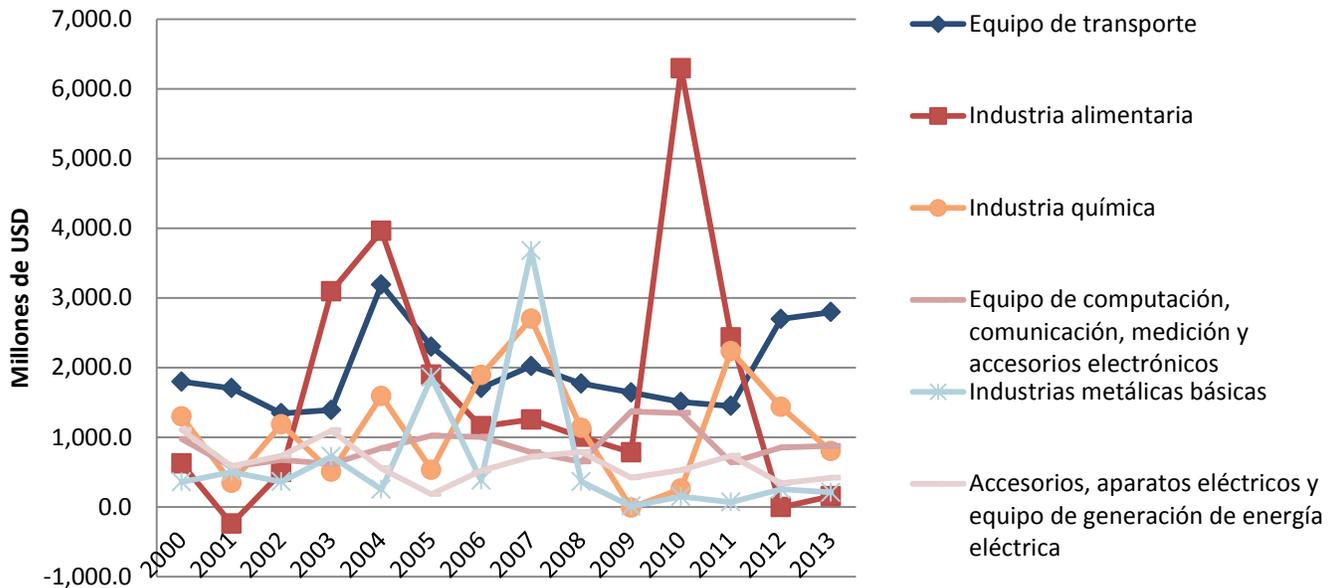
En cuanto a inversión extranjera directa (IED), la industria manufacturera mexicana, ha captado el 46.79% de la inversión en los últimos 10 años. El sector automotriz y la industria alimentaria representan el segundo y tercer sector de mayor IED con 8.7% y 6.8% del total de sectores económicos del país en los últimos 12 años (SE, 2014), la distribución de la IED en la última década se muestra en la ilustración 5.

Ilustración 4. Histórico del valor de exportación de los principales subsectores de manufactura en los últimos años.



Fuente: CamBioTec, 2014, a partir de los datos de (BANXICO, 2014)

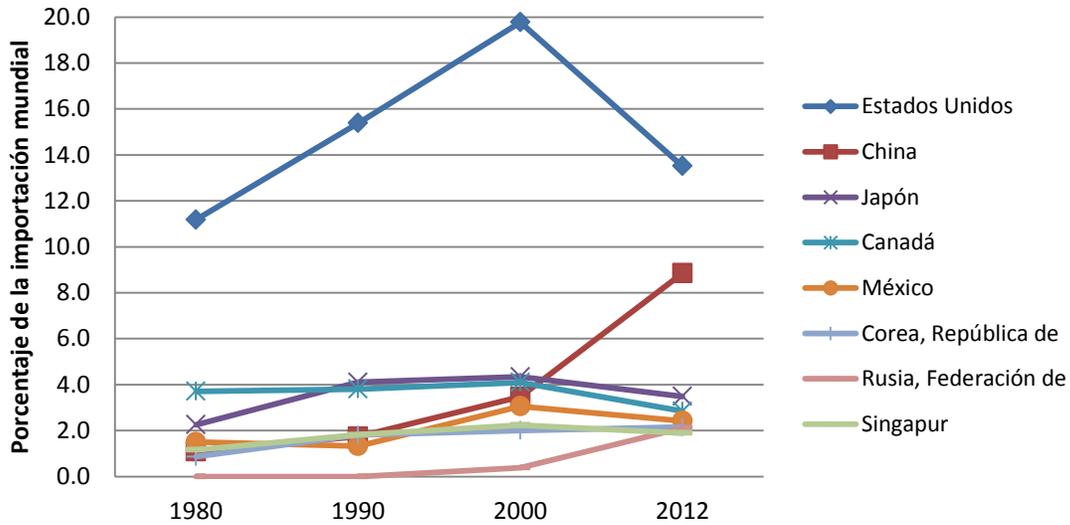
Ilustración 5. Histórico del valor en IED de los principales subsectores de manufactura en los últimos años.



Fuente: CamBioTec, 2014, a partir de los datos de (SE, 2014).

No obstante, aunque los anteriores indicadores económicos dan cuenta de la importancia de la industria manufacturera en el territorio nacional, gran parte de los bienes manufacturados son importaciones que se re-exportan con bajos niveles de valor agregado y con limitado uso de suministros locales (ProMexico, 2011). Cuenta de lo anterior son los 289.8 millones de dólares en productos manufacturados importados en 2013 (contra 269.4 millones exportados en el mismo año), cifra que coloca a México como el quinto país de mayor importación de productos manufacturados en el mundo (ligeramente por debajo de Japón y Canadá) con una representación del 2.4% de las importaciones de la industria en manufactura a nivel mundial (WTO, 2013).

Ilustración 6. Principales países importadores de productos de manufactura en el mundo.



Fuente: CamBioTec, 2014, a partir de información estadística de (WTO, 2013).

El desempeño del comercio en manufactura nacional es atribuido a sus costos de mano de obra comparativamente menores (en contraste con el incremento significativo del costo de mano de obra en los países occidentales) (OPTI, 2012 - 3), más que a un alto y creciente nivel de productividad o capacidad de innovación. Es ésta un área de oportunidad para el desarrollo de las plataformas de manufactura avanzada que sumadas a ventajas competitivas y geográficas de México, podrían posicionar el desarrollo de una industria basada en la innovación de alto valor agregado.

Por lo tanto, dentro de éste proceso de investigación se pretende dar una caracterización general de éste sector en México y específicamente en el Estado de Zacatecas para así realizar un estudio en el que se propongan proyectos estratégicos para poder hacer de éste un sector competitivo a corto, mediano y largo plazo.

Por tal motivo, resulta sumamente interesante conocer el funcionamiento de este sector, para así recopilar elementos necesarios, mediante esfuerzos de cooperación, intercambio de experiencias, información y otros recursos para plantear estrategias eficientes para el desarrollo tecnológico de ésta industria.

Para la elaboración de la Agenda Estatal de Innovación del Sector de Autopartes, como parte de la metodología RIS 3 aplicada en el desarrollo de las Agendas Estatales y regionales de innovación, se realizaron distintos diagnósticos a partir de entrevistas con líderes estratégicos del sector, se convocó a un taller en el cuál se convocaron a empresarios, académicos y al gobierno, actores fundamentales en la participación de éste sector en el Estado, y se realizó una revisión exhaustiva de documentos públicos, para la realización de ésta agenda.

2.1.1 Industria de Autopartes.

La industria de autopartes representa 3% del total de la producción del sector manufacturero a nivel mundial. La industria es muy diversa, engloba los bienes de consumo final que se utilizan para suministrar a la industria terminal de automóviles (armadoras), así como también se encarga de abastecer el mercado de reemplazo o refacciones para automóviles usados.

La industria se Automotriz se encuentra organizada en tres niveles de producción:

- **Tier 1**

Proveedores directos de las empresas armadoras. Entre los componentes que desarrollan encontramos partes del motor, sistemas de dirección y suspensión, sistemas de aire acondicionado, componentes electrónicos, entre otros.

- **Tier 2**

Empresas proveedoras de los Tier 1, fabrican equipos y productos utilizados en los componentes más avanzados y especializados de la industria automotriz: partes forjadas, estampadas, partes de inyección de aluminio, partes fundidas, partes plásticas, partes maquinadas, etc.

- **Tier 3**

Empresas proveedoras de insumos de los Tier 2 que cumplen los requerimientos de calidad necesarios que demanda la industria automotriz.

Tabla 1. Procesos de Manufactura de Autopartes.

| Procesos de Manufactura de Autopartes | | |
|---------------------------------------|---------------------|-------------------------|
| Sistemas de suspensión | Carrocería | Sistemas de freno |
| Maquinado | Troquelado | Maquinado |
| Forja | Laminado | Troquelado |
| Soldadura | Pintura | Forja |
| Inyección a presión | Electrostática | Soldadura |
| Tratamiento | Tratamiento | Sinterización |
| Térmico | Superficial | Tratamiento |
| Tratamiento | Plásticos | Térmico |
| Superficial | Soldadura | Tratamiento |
| | | Superficial |
| Sistema de transmisión | Sistema de tracción | Sistema de enfriamiento |
| Maquinado | Maquinado | Maquinado |
| Forja | Forja | Troquelado |
| Troquelado | Troquelado | Laminado |
| Inyección a presión | Soldadura | Soldadura |
| Sinterización | Inyección a presión | Ensamble mecánico |
| Ensamble mecánico | Ensamble mecánico | Tratamiento térmico |
| Tratamiento | Tratamiento térmico | Tratamiento |

| | | |
|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| Térmico | Tratamiento Superficial | Superficial Plásticos |
| Sistema de dirección | Sistema de seguridad | Comp. eléctricos/electrónicos |
| Inyección a presión | Maquinado | Maquinado |
| Ensamble mecánico | Troquelado | Troquelado |
| Tratamiento Superficial | Ensamble mecánico | Soldadura |
| | Tratamiento Térmico | Ensamble mecánico Plásticos |
| Sistema de escape | Ruedas y neumáticos | Alimentación de combustible |
| Maquinado | Maquinado | Maquinado |
| Troquelado | Troquelado | Extrusión |
| Soldadura | Laminado | Laminado |
| Inyección a presión | Tratamiento Térmico | Soldadura |
| Ensamble mecánico | Térmico | Tratamiento Superficial |
| Tratamiento Térmico | Tratamiento Superficial | Troquelado |
| Tratamiento Superficial | | Estampado Plásticos |

Fuente: CamBioTec, 2014

2.1.2 Sector Aeroespacial

La industria aeroespacial es la industria que se ocupa del diseño, fabricación, comercialización y mantenimiento de aeronaves (aviones, helicópteros, vehículos aéreos no tripulados, misiles, etc.), naves espaciales y cohetes, así como de equipos específicos asociados (propulsión, sistemas de navegación, etc.). Es una de las actividades del sector económico de la industria aeronáutica, automovilística y espacial. Estos sectores están estrechamente ligados a las actividades de abastecimiento de materiales militares, y a su consiguiente uso con fines destructivos. La industria aeroespacial es la aplicación de las actividades de la aeronáutica a los vuelos al espacio exterior, cuya aplicación para la defensa tiene fines militares.

En la Unión Europea, las compañías EADS, BAE Systems, Thales, Dassault, Saab y Finmeccanica representan una gran parte de la industria aeroespacial y esfuerzo de

investigación, con la Agencia Espacial Europea como uno de los mayores consumidores de tecnología y productos aeroespaciales. En Rusia, las mayores compañías aeroespaciales son Oboronprom y la United Aircraft Corporation que engloban a Mikoyán, Sujói, Iliushin, Túpolev, Yakovlev y Beríyev.

En Estados Unidos, el Departamento de Defensa y la NASA con los mayores consumidores de tecnología y productos aeroespaciales. Mientras que las compañías Boeing, United Technologies Corporation y Lockheed Martin se encuentran entre los fabricantes aeroespaciales más ampliamente conocidos.

Entre las locaciones importantes de la industria aeroespacial civil en todo el mundo se encuentra Seattle en Estados Unidos (Boeing), Montreal en Canadá (Bombardier), Toulouse en Francia y Hamburgo en Alemania (ambos Airbus/EADS), el noroeste de Inglaterra y Bristol en el Reino Unido (BAE Systems, Airbus y AgustaWestland), así como São José dos Campos en Brasil donde se encuentra la sede de Embraer.²

La industria aeroespacial es un tipo de industria que se mantiene en una continua innovación y en el desarrollo de nuevas tecnologías y materiales. Requiere contar con una ingeniería avanzada tanto en áreas del dominio sistémico como especializadas. En la industria colaboran, ingenieros aeroespaciales y aeronáuticos, así como ingenieros mecánicos, mecatrónicos, en telecomunicaciones, electrónicos, en materiales, químicos, civiles, en computación e informática, así como industriales.

México en las dos últimas décadas se ha convertido en el principal receptor mundial de inversiones en el sector de manufactura aeroespacial y uno de los más importantes en inversiones de Ingeniería, Investigación y Desarrollo.

² Desconocido . (2013). Industria Aeroespacial . 9 de Octubre del 2013, de Wikipedia Sitio web: http://es.wikipedia.org/wiki/Industria_aeroespacial

Las mayores inversiones en la industria aeroespacial mundial han sido para reparación y mantenimiento mayor 39%, manufactura 31% e Ingeniería, Investigación y Desarrollo con 20% (ICF SH&E, 2011)³

Por medio del análisis de los siguientes rubros se presenta el entorno del sector aeroespacial en donde México está inmerso y con continuo crecimiento:

- 1.- Estructura de la Industria a nivel Mundial:
- 2.- Situación de la industria aeroespacial en México
- 3.- La balanza comercial de México 2009-2012
- 4.- Empresas en el sector aeroespacial
- 5.- Inversión extranjera
- 6.- Competitividad
- 7.- Regulación y Certificación:
- 8.- Tecnología e Innovación
- 9.- Industria aeroespacial y el empleo en México

2.1.3 Sector Proveeduría Minera

Los clústeres mineros de Zacatecas, Sonora y Chihuahua han estado muy activos en el desarrollo de proveedores para este sector.

Y no es para menos, si se toma en cuenta que la demanda de equipos de las empresas mineras nacionales e internacionales que operan en México experimenta un crecimiento

³ La Ingeniería en la Industria Aeroespacial. Academia de Ingeniería de México. Enero 2013.

de 6% entre 2009 y 2014, de acuerdo con el documento *Mexican Mining Sector*, elaborado por el Swedish Trade Council.

Por mencionar un caso, el Clúster Minero de Zacatecas (Clusmin) se está preparando para atraer a una empresa fabricante de maquinaria pesada para la industria minera. “Cuando pensamos en traer una armadora de maquinaria pesada no lo hacemos de manera local, sino de manera regional y la buscamos porque queremos impulsar las exportaciones”, dijo Jaime Lomelín Guillén, presidente del clúster, durante la primera reunión del año de este organismo, que se llevó a cabo en marzo.

También informó que el año pasado, se logró que 42 nuevas compañías proveedoras locales se afiliaran al Comité de Proveedores del Clusmin. Además de que, gracias al trabajo realizado por siete compañías del estado se desarrolló un modelo para la certificación de proveedores mineros.

En suma, el año pasado 14 empresas proveedoras del sector invirtieron en Zacatecas 16.7 millones de dólares (mdd) y generaron 550 empleos directos y 2,800 indirectos. La estrategia es atraer más empresas al estado a fin de reducir tiempos y costos de transporte, así como mejorar la interacción entre los clientes y sus proveedores.

“Tenemos, por ejemplo, las grandes empresas como Atlas Copco, que fue uno de los fundadores. La empresa había operado en Zacatecas desde hace muchos años para dar servicio de mantenimiento de equipos de minería subterránea, y ahora está haciendo una importante inversión en el parque industrial que el gobierno de Zacatecas está impulsando. Hay otras empresas, como la danesa FLSmidth y la estadounidense Emerson que ya suministran a varias minas de Zacatecas, pero no se han establecido formalmente en el estado”, comenta Lomelí en entrevista.

Según los datos más recientes disponibles, en 2011, había en México 174 proveedores de la industria minera, y más del 90% de la maquinaria que se ofrecía era importada, ya que los fabricantes locales se centran en el suministro de componentes para bandas transportadoras, tamizadores, trituradoras y equipos para demolición.

Grupo México, Industrias Peñoles, Empresas Frisco, Minera Autlán y Grupo Acerero del Norte representan alrededor del 80% de la demanda de equipos, además de que tienen en puerta proyectos de inversión para nuevas minas o ampliación de su producción. El 20% restante proviene de más de 500 pequeñas y medianas empresas mineras.

La tendencia en la industria minera mexicana, según el Swedish Trade Council, es que en los próximos años crezca la demanda de excavadoras subterráneas y robóticas, servicios de digitalización e imágenes de satélite para detectar reservas de mineral, servicios de biótica y biolixiviación para extracción de metales, equipos operados a distancia, camiones y palas autónomos, equipos de excavación rápida, entre otras.

Actualmente, el segmento de equipos de minería está dominado por empresas extranjeras, Estados Unidos es el principal proveedor de equipo y maquinaria para extracción y perforación minera y dos empresas suecas, Sandvik y Atlas Copco, se han posicionado con éxito en el mercado mexicano, colocando a Suiza en el segundo lugar.

Las oportunidades de negocio tanto para empresas nacionales como extranjeras, están a la vista, ya que 70% del territorio mexicano no ha sido explorado y tiene potencial para apertura de nuevas minas.

“Es un círculo virtuoso, donde las empresas se familiaricen con la mediana minería y empezar a identificar las oportunidades de negocio en la cadena de suministro. Nuestra

intención es que estas empresas no vean a Zacatecas como su única alternativa. Por ejemplo, algunos de ellos han desarrollado productos que ya están exportando”, añade el presidente del Clusmin.⁴

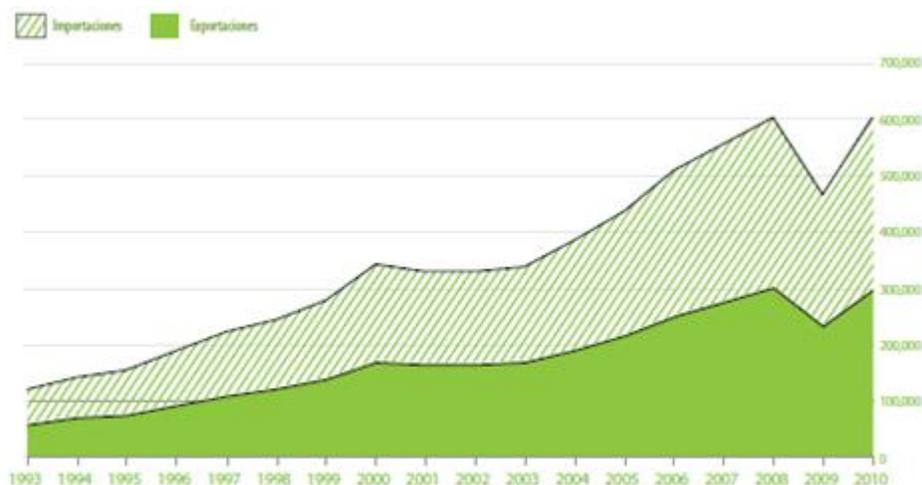
2.2. Distribución del área de especialización en México y en el estado

México es el centro de manufactura más importante de Latinoamérica. De hecho, una gran proporción de los productos manufacturados para Norteamérica y el mundo provienen de México. En ese sentido, actualmente México concentra el 2.16 por ciento del comercio mundial y el 2.20 por ciento del comercio mundial no petrolero. Lo anterior se debe, en gran parte, a su apertura económica y a su amplia red de acuerdos comerciales (11 tratados que le dan acceso preferencial a 43 países) entre los cuales destacan el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) y el Tratado de Libre Comercio México-Unión Europea (TLCUEM).

Gracias a sus ventajas competitivas, México es actualmente el principal exportador de Latinoamérica. En 2010, las exportaciones del sector manufacturero mexicano sumaron 243 mil 772 millones de dólares (mdd), lo que representa cerca del 48 por ciento del total de las exportaciones de América Latina.

⁴ Reportero Industrial Mexicano . (2014). "Oportunidades en proveeduría minera". 2014, de Reportero Industrial Mexicano Sitio web: <http://www.rim.com.mx/enfoqueRIM/MINERIA/20/Articulo1.asp>

Ilustración 7. Comercio mundial de México (mdd)



Fuente: SE con datos del Banco de México, 2011

De forma más pronunciada, a partir de la firma del TLCAN, México entró gradualmente y de forma exitosa a un modelo de desarrollo económico basado en las exportaciones (export driven economy)⁵, que se complementó de forma natural con el programa de industria maquiladora que surgió en los años sesenta.

Esta convergencia de acuerdos, en conjunto con la devaluación del peso y su relación con el dólar, así como la experiencia lograda con la industria electrónica y automotriz, generaron una zona de alta competitividad para el desarrollo de una industria manufacturera de exportación. En las últimas décadas, esta situación ha logrado atraer a una gran cantidad de empresas interesadas en exportar desde México, aprovechando la mano de obra e ingeniería calificada, los acuerdos comerciales y su pertenencia a una zona dólar (sobre todo para los países europeos y asiáticos interesados en exportar a los Estados Unidos).

⁵ ProMéxico, Mexico at a Glance, 2009 con datos del Banco de México (BANXICO).

Por otra parte, este modelo de desarrollo, si bien ha logrado mantener a México en una posición competitiva respecto al volumen de exportaciones, no ha generado una base de proveedores significativa, capaz de aportar innovación endógena y propiedad intelectual con registro nacional, que sumada a la inversión extranjera, pudiera elevar el valor agregado de los bienes producidos y la posición estratégica de México en el mercado de la innovación.⁶

2.2.1 Área de especialización en México y en el estado.

En la última década, en México, se han identificado industrias estratégicas para el crecimiento económico y el desarrollo del país. A las ya consolidadas industrias automotrices y eléctrico-electrónicas, se les suma la industria aeroespacial, la industria de dispositivos médicos y la proveeduría minera, reconocidas como manufactura avanzada.

Este tipo de manufactura, a diferencia de otras, genera más valor agregado y hace un mayor uso de las tecnologías de información (TI). También, plantea escenarios alentadores en torno a actividades científicas, tecnológicas y de innovación que se requieren para mantener el nivel de competitividad que impera en estas industrias.

La amplia literatura que aborda el estudio teórico, empírico y de política pública de la MA, plantea infinidad de definiciones para este tipo de manufactura. Para fines de este estudio, la definición que se puede ajustar más al caso mexicano, con base a la revisión bibliográfica, expresa lo siguiente:

⁶ Manuel Sandoval Ríos, María Cristina Carreón Sánchez, Diego Humberto Ortiz Porcayo, José Mariano Moreno Blat. (2011). Mapa de ruta de diseño , ingeniería y manufactura avanzada. Ciudad de México, Octubre del 2011, de PROMEXICO Sitio web: <http://www.promexico.gob.mx/documentos/mapas-de-ruta/MRT-Manufactura-Avanzada.pdf>

“La Manufactura Avanzada describe el negocio que usa un alto nivel de diseño o habilidades científicas para producir productos y procesos tecnológicamente complejos. Debido a los requerimientos especializados involucrados, usualmente son bienes y servicios asociados con alto valor. La Manufactura Avanzada con frecuencia está basada en nuevas tecnologías de la plataforma industrial que tienen múltiples aplicaciones comerciales. La Manufactura Avanzada es posible a través de un gran rango de actividades que abarcan la industria moderna, desde las grandes compañías aeroespaciales a pequeñas empresas que salieron de la investigación universitaria”. (Department for Business Innovation & Skills (BIS), 2009)

Bajo esta perspectiva, se identifica a la MA como una actividad económica con alto nivel agregado, que requiere de capacidades y habilidades específicas y que implica un uso complejo de tecnología. En los casos de países en vías de desarrollo, como México, se distingue como una actividad con orientación exportadora, y que incluso, conduce a que se generen diversos sub-mercados y segmentaciones, como las pequeñas empresas o albergues que ofrecen servicios de apoyo al negocio como servicios contables, administrativos, fiscales, nómina, entre otros. Algunos de estos, son provistos por subcontratación o incluso en la modalidad de cómputo en la nube.⁷

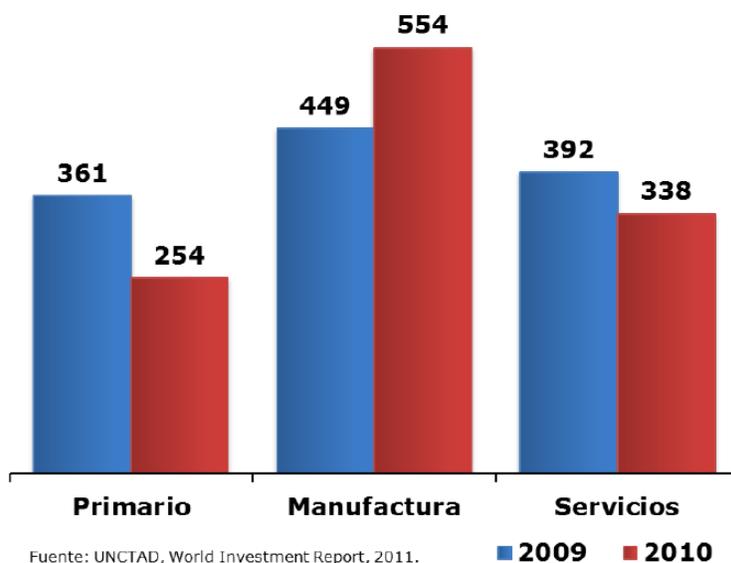
Por otro lado, esta definición identifica, “un alto nivel de diseño”, lo cual, se refiere a una de las actividades inmanentes en las empresas de manufactura avanzada: el diseño asistido por computadora y la manufactura asistida por computadora, CAD-CAM, respectivamente, por sus siglas en inglés. Este tipo de diseño digital es utilizado por la industria aeroespacial y automotriz, y se ha extendido a la de dispositivos médicos y de algunos componentes eléctrico-electrónicos. Si bien, el CAD-CAM se había venido empleando desde la década de los ochenta del siglo XX, ha tenido una evolución en los

⁷ Cloud computing, entendido como un servicio bajo demanda, multitenant, auto-administrado y con servicio remoto vía Internet.

años recientes hacia una mayor digitalización y simulación de procesos, acompañados de imágenes 3D.

Uno de los indicadores que ilustra la trascendencia de la manufactura a nivel global es la inversión extranjera directa (IED) que se destina al sector manufacturero. Del total de la IED en 2010, 48% fue destinada al sector manufacturero, lo que equivale a \$554 billones de dólares, por arriba del sector servicios.

Ilustración 8. Distribución sectorial de proyectos IED, 2009-2010 (bdd)

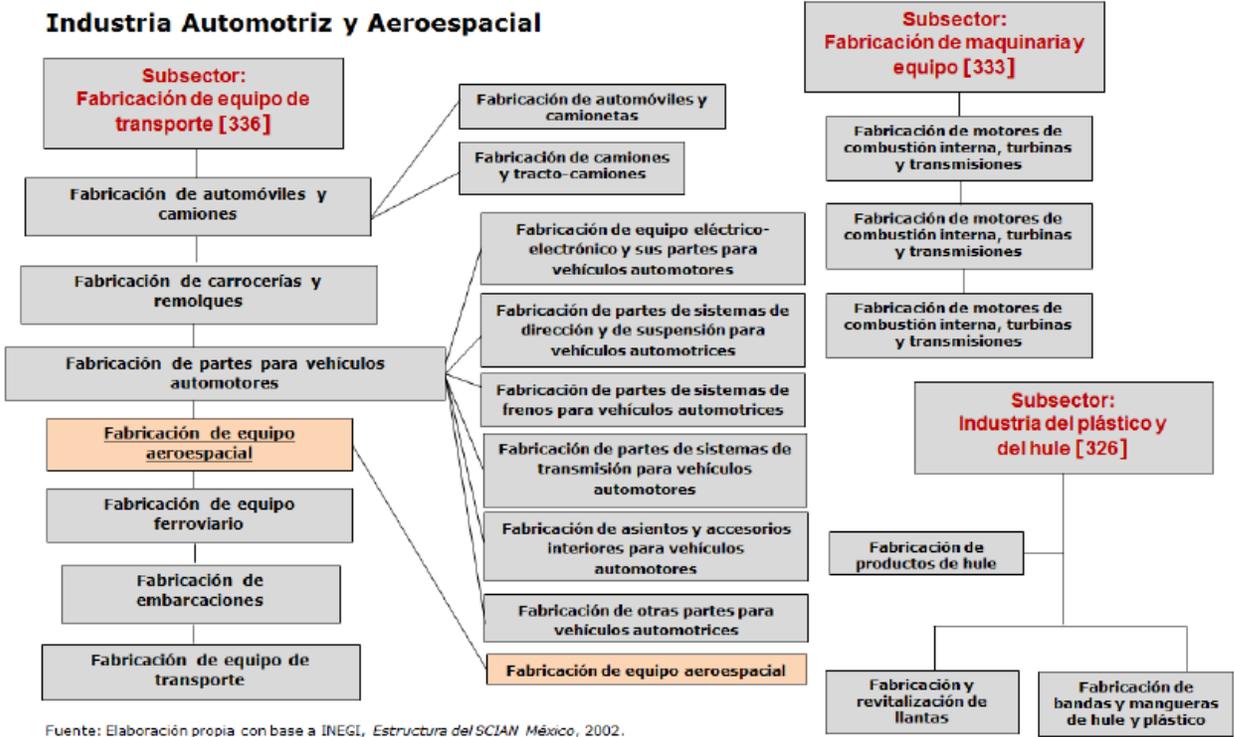


Es destacable este indicador, porque el sector servicios es el que tiene una mayor proporción del PIB mundial, sin embargo, para el caso de la IED, la manufactura es quién recibe el mayor monto de recursos provenientes del extranjero.

La actividad económica de los cuatro nichos de Manufactura Avanzada, como cualquier otro sector económico, se registra dentro de los Censos Económicos por medio de los códigos del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN). Por tal, la

agrupación se puede conformar por las actividades de manufactura correspondiente a estos cuatro nichos sin considerar la serie de actividades complementarias como las actividades comerciales o de servicios que apoyan a la cadena de valor y de comercialización de manufactura avanzada. La conformación de grupos de actividad económica por nicho a través de los censos económicos, se pueden agrupar en dos grandes grupos: 1) la industria automotriz y aeroespacial:

Ilustración 9. Industrias aeroespacial y automotriz en el SCIAN



Para el caso de estos dos nichos, el subsector que los aglomera es la fabricación de equipo de transporte, que a su vez está constituido de siete ramas económicas donde podemos encontrar la fabricación tanto de automóviles y camiones, así como de equipo aeroespacial, y también la fabricación de autopartes. Cabe aclarar que ésta identificación de la actividad productiva manufacturera solo considera a las áreas de la cadena

productiva relacionadas a la producción y manufactura, incluyendo a las empresas maquiladoras.

Sin embargo, no considera a los sectores de comercialización y de servicios que apoyan la cadena productiva de estos dos nichos de manufactura avanzada.⁸

Sector Aeroespacial⁹

La inversión en productos aeroespaciales se ha acelerado e involucra a los fabricantes de diferentes países. Entre los factores que aceleran el crecimiento en la cadena de oferta global están las políticas gubernamentales que tienen el objetivo de fomentar una industria manufacturera espacial doméstica, la necesidad de difundir entre una gran cantidad de proveedores de componentes aeroespaciales el riesgo de traer al mercado nuevos modelos de aviones, y un interés por los fuselajes por tener una diversidad de proveedores (Department of Commerce of US, 2011).

Otra tendencia general es desplazar el duopolio de los productores aeroespaciales (en los Estados Unidos y Europa) del mercado global con competidores prominentes de varias regiones. Manufactureros espaciales regionales en Brasil y Canadá están comenzando a producir aeronaves que competirán con Boeing y Airbus. Otros países con industrias aeroespaciales emergentes incluyen a China, Japón, India, Israel y Rusia, e incluso, el propio México.

En esta industria se ubican empresas con presencia global que realizan inversiones en todo el mundo. Las 10 con mayor presencia son:

⁸ Erick Rodríguez Solares. (2012). "Oportunidades de TI en Manufactura Avanzada en México". Agosto, 2012, de SELECT Sitio web: http://www.prosoft.economia.gob.mx/Imagenes/ImagenesMaster/Estudios%20Prosoft/GREF_04.pdf

⁹ Los sectores de la industria aeroespacial están divididos por el Departamento de Comercio de Estados Unidos como sigue: 1) Grandes aeronaves civiles, 2) Aviación general, 3) Aeronaves de alas giratorias, 4) Sistemas de aviación no tripulados, 5) Motores de aeronaves, 6) Piezas de aviones, 7) Aeropuerto y equipos de seguridad de la aviación y 8) Espacio comercial.

Tabla 2. Top 10 de empresas aeroespaciales en el mundo

| Ranking | Empresa |
|---------|-----------------|
| 1 | Airbus |
| 2 | BAE Systems |
| 3 | Boeing |
| 4 | Bombardier |
| 5 | EADS |
| 6 | Embraer |
| 7 | GE |
| 8 | Honeywell |
| 9 | Lockheed Martin |
| 10 | Rolls-Royce |

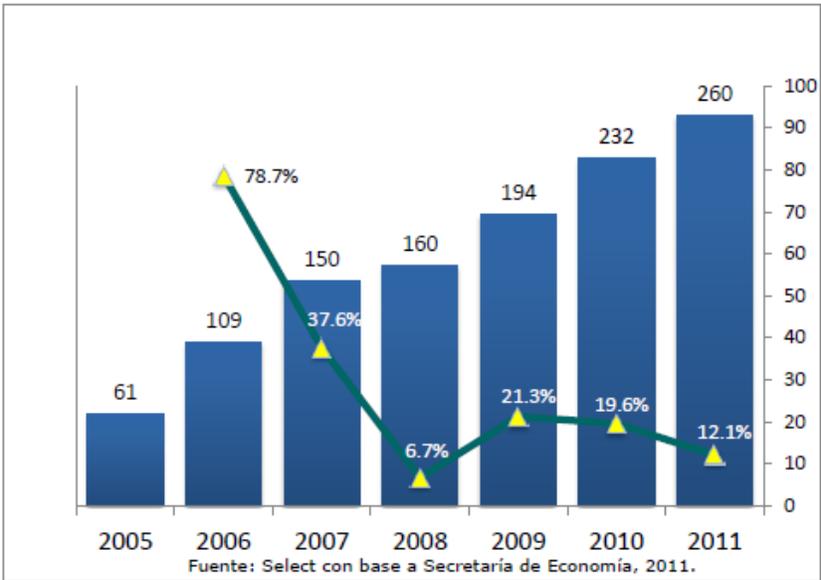
Fuente: Select, marzo 2012.

La tendencia a nivel mundial respecto a la industria aeroespacial es la competitividad, que paulatinamente se aminora el duopolio existente surgiendo nuevos jugadores con potencial de obtener una proporción del mercado. Países como China, Brasil y Rusia, son algunos ejemplos, los cuales, buscan fortalecer la industria manufacturera espacial doméstica a pesar de los obstáculos.

El sector aeroespacial en México sentó sus cimientos a mediados de 1990, labor que fue impulsada desde la Dirección General de Aeronáutica Civil. A esto le siguió la participación clave de distintas empresas como GE IQ (Centro de Ingeniería Avanzada en Turbomáquinas) que se instaló en 1999 en Querétaro y que comenzó desarrollando turbinas de aviación para transitar después de un tiempo al desarrollo de motores. También, la ubicación de Bombardier Aerospace en esta misma demarcación en 2005, fue crucial para preparar el camino hacia el primer envío de fuselajes de avión producidos por técnicos mexicanos en 2007.

El crecimiento del sector ha sido rápido y sostenido, en 2005, México contaba con un puñado de empresas, pero en los últimos seis años, de 2006 a 2011, las empresas del sector han crecido a una tasa de crecimiento promedio de 29%. En 2011 se contabilizaron 260 empresas pertenecientes al sector.¹⁰

Ilustración 10. México: empresas del sector aeroespacial 2005-2011.



Hoy en día podemos encontrar tres tipos de empresas: a) las que realizan manufactura aeroespacial, b) aquellas que se dedican a la ingeniería, diseño y educación en el sector aeroespacial, y c) las que sus actividades se centran en el mantenimiento y reparación aeroespacial. Las empresas aeroespaciales en México trabajan principalmente en las siguientes áreas:

¹⁰ Erick Rodríguez Solares. (2012). "Oportunidades de TI en Manufactura Avanzada en México". Agosto, 2012, de SELECT Sitio web: http://www.prosoft.economia.gob.mx/Imagenes/ImagenesMaster/Estudios%20Prosoft/GREF_04.pdf

Tabla 3. Actividades desarrolladas por las empresas aeroespaciales en México.

| Manufactura y ensamble (79.7 %) | Actividades de ingeniería y diseño (10.4%) | Servicios de Mantenimiento, Reparación y Operación (MRO) (9.9%) |
|---------------------------------------|--|---|
| Componentes de ingeniería | Turbinas y motores | Dinámica aeroespacial |
| Ameses y cables | Sistemas Unitarios de Poder (APU) | Sistemas de control |
| Componentes de sistemas de aterrizaje | Fuselajes | Dinámicas de proyección computacional (CFD) |
| Inyección y moldes de plástico | Sistemas eléctrico-electrónicos | Instrumentación |
| Intercambiadores de calor | Sistemas de aterrizaje | Simulación de vuelos |
| Maquinado de precisión | Componentes dinámicos | Técnicas de pruebas no destructivas (NDT) |
| Sistemas de audio y video | Hélices | Instrumentación virtual |
| Aislamiento en fuselajes | Cubrimientos, corrosión y protección | Procesamiento de datos e imágenes |
| Producción y control de software | Arreglo y rediseño de interiores | Sistemas de información de negocios especializados |

Fuente: Secretaría de Economía

A pesar de que México tuvo estrecha relación con el sector aeroespacial desde hace muchos años, en los últimos 70 años tuvo un atraso significativo en la creación de aeronaves, así como en la producción y desarrollo de nuevas tecnologías.

No fue hasta el 2004 cuando se anuncia la instalación de la primera planta aeroespacial en Querétaro, México, la compañía Bombardier Aerospace. El 11 de enero del 2007 se realizó el primer envío a Canadá de fuselajes de avión manufacturados por completo por especialistas mexicanos.

Desde enero del 2006, Bombardier Aerospace empezó a preparar a los primeros técnicos especializados e ingenieros mexicanos para producir la primera etapa aeropartes y posteriormente, aviones, un proyecto que duró hasta 2012. El fuselaje “hecho en México” y decretado durante el sexenio del Presidente de la República Felipe Calderón Hinojosa,

fue utilizado para el avión ejecutivo Challenger 850 enviando un avión cada 20 días a Canadá.

El sector aeroespacial se ha convertido en los últimos años en uno estratégico para el desarrollo nacional, no solo por las inversiones que ha generado sino también por los desarrollos tecnológicos que ha generado e incrementando el índice de empleabilidad en el país.

Actualmente existen más de 120 empresas aeroespaciales en 13 de los 32 estados del país, estas compañías generan más de 12,500 empleos y suman exportaciones que superan a los \$350 millones de dólares.

Entre los componentes que se fabrican en México están, los componentes de turbinas de avión, fuselajes, partes de fuselajes, componentes de los trenes de aterrizaje, cableado, arneses e interiores de avión.¹¹

Sector Automotriz

La trascendencia de éste sector parte en el hecho de que representa un mecanismo de arrastre en toda la economía, cualquier impacto ya sea positivo o negativo puede ser medible y afecta al resto de la economía. (OECD, 2011).

La industria automotriz y el ciclo económico usualmente se mueven en línea pero la amplitud del ciclo económico es mayor que el de la industria automotriz. La volatilidad de la industria automotriz es más alta

¹¹ esolis@economia.gob.mx. (2005). Historia de la industria aeronáutica. 2005, de Secretaría de Economía Sitio web: http://www.economia-snci.gob.mx/sic_php/pages/bruselas/trade_links/esp/febesp2007.pdf

2.2.2 Relevancia económica, social y política del área de especialización

Basándonos en los censos del 2004 y 2009, las unidades económicas de la manufactura en el país representaron un 10.9% del total de unidades económicas en México en el 2004 siendo que para el 2009 incrementó a 11.7%. En Zacatecas se registró a partir del 2003 al 2012 un incremento significativo en el total de la actividad económica en el Estado.

En la tabla que se presenta a continuación se puede observar cómo fue incrementando la aportación al PIB del sector de la manufactura avanzada en el Estado de Zacatecas según datos que se obtuvieron del INEGI.

Tabla 4. Cifras preliminares del PIB en Zacatecas

| Periodo | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| Total de la actividad económica Zacatecas | 57,259.79 | 66,294.14 | 69,178.20 | 81,020.41 | 88,680.24 | 98,072.97 | 113,737.87 | 137,397.77 | 169,872.63 | 182,003.25 |
| Total industrias manufactureras | 6,277.51 | 7,136.17 | 8,075.18 | 9,237.42 | 9,821.25 | 10,781.77 | 12,424.30 | 13,456.95 | 13,338.95 | 14,064.72 |

Fuente: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México.

Estos datos representados anteriormente representan un 7.7% del total del PIB en el estado de Zacatecas. Esta dimensión del sector manufacturero es bastante considerable para el ingreso económico del estado.

Ilustración 11. Gráfico de comparación del impacto del sector de la manufactura avanzada en el PIB del Estado de Zacatecas



FUENTE: SEZAC, 2013

La variación del incremento del ingreso económico de la manufactura avanzada alcanza hasta un 1.7% como se ve en la tabla a continuación:

Ilustración 12. Variación en el incremento del ingreso económico de la MA en Zacatecas del 2003 al 2012



FUENTE: SEZAC, 2013

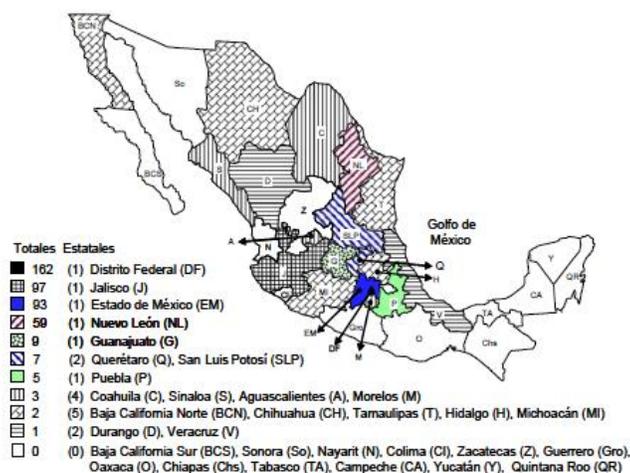
De manera general, el valor de la producción del sector manufacturero se ha incrementado en los últimos años en México, con un crecimiento promedio anual de 15.03%, 11.9% y 10.5% de 2010 a 2012 respectivamente (INEGI, 2014).

2.2.4.1. Relevancia en el Sector Automotriz

El sector de autopartes está compuesto por dos ramos, el de componentes que se utiliza directamente en la fabricación de automóviles y el de repuesto. Según estudios realizados en la Industria Nacional de Autopartes, A.C. (INA) la producción de autopartes, considerando importaciones y exportaciones ascendieron aproximadamente a los 29 mil millones de dólares.

El sector se compone en un 70% por empresas de inversión extranjera y el resto 30% por empresas de capital mexicano. Del total de compañías, 345 son empresas de primer nivel y el resto corresponden a proveedores de insumos, materias primas y proveedores de 3er nivel.

Ilustración 13. Distribución geográfica de las empresas de autopartes.



Fuente: Román, 2004

En los últimos años, éste sector ha resultado ser uno de los más dinámicos participando con una proporción muy importante de las exportaciones no petroleras.¹²

Entre 1980 y 1985 el PIB de la rama de autopartes creció a un promedio anual de 4%. El periodo en el que se registró el mayor crecimiento fue de los años 1986 a 1990 con una tasa promedio anual del 9%, porcentaje que se vio en decaimiento en 1995 debido a la crisis que se registró.

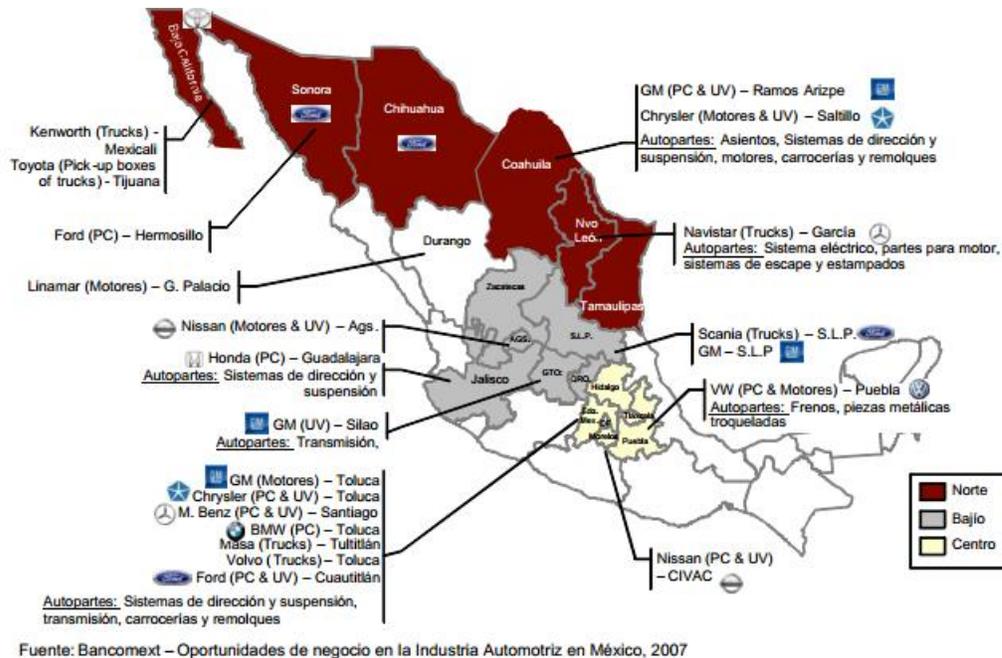
El sector automotriz, se encuentra entre los puntos prioritarios a desarrollar del mandatario Lic. Miguel Alonso Reyes, para promover la industrialización y desarrollo local, según datos obtenidos de la Secretaria de Economía.

Zacatecas, se encuentra en un proceso de crecimiento en cuanto al sector automotriz ya que en los últimos años distintas empresas de éste ramo se han instalado y otras más tiene interés de establecerse en él. El estado cuenta con excelente ubicación geográfica, y su cercanía a los distintos centros de distribución destacan como ventajas competitivas para el desarrollo del mismo.

A continuación se presenta un mapa de la república dónde se puede ver la ubicación de las plantas armadoras y cómo es que Zacatecas resulta ser un estado con características positivas para las industrias de autopartes y aeronáuticas.

¹² Jiménez Sánchez, José Elías. "Un análisis del sector automotriz y su modelo de gestión en el suministro de las autopartes". En: Publicación técnica No. 288, 2006. P.p. 50.

Ilustración 14. Oportunidades de negocio en la Industria Automotriz en México.



Fuente: Bancomext, 2007

El estado cuenta con una infraestructura vial de 10,319 kilómetros, una ley de atracción e inversión extranjera que traerá consigo beneficios fiscales, así como el trabajo que actualmente se está realizando para contar con una aduana interna y gas natural. Todos estos aspectos importantes para que la industria automotriz pueda expandir sus horizontes en el estado.

El ramo automotriz ha registrado dentro de los últimos años grandes crecimientos los cuáles se pueden observar en estudios estadísticos de análisis económico del estado y rápidamente se ha convertido en uno de los principales empleadores de mano de obra zacatecana empleando a un aproximado de 10, 400 personas.

En el siguiente gráfico podremos ver cómo ha ido incrementando el flujo de producción automotriz en México, lo que ha causado a su vez un incremento en el trabajo de las empresas representativas de éste ramo en Zacatecas.

Ilustración 15. Producción de vehículos en México 2006-2012



Fuente: AMIA. Estadísticas de Producción y Ventas

Se pretende aprovechar la ubicación geográfica del estado, el cual se encuentra en el centro norte del país. Contando en la actualidad con un total de 12 empresas del ramo automotriz, lo que permite sacar un mayor provecho al sector.

Zacatecas, recibió nuevas inversiones en el actual sexenio. Entre las que destacan empresas de capital norteamericano, japonés, chino y por primera ocasión una de capital coreano productora de amortiguadores para vehículos.

En la actualidad 7 de las empresas armadoras de vehículos ligeros están instaladas en México. Zacatecas como proveedor de autopartes principalmente exporta sus productos finales a plantas ubicadas en Toluca, Ramos Arizpe, Silao, entre otros, así como también a algunos lugares estratégicos en Estados Unidos.

Las principales plantas armadoras serían: Chrysler, Ford Motor Company, General Motors, Honda, Nissan, Toyota y Volkswagen. Posteriormente MAZDA anuncio su instalación en 2011 de su primera planta en México.

Tabla 5. Producción de unidades por las plantas armadoras de México en 2013.

| Periodo | Chrysler | Fiat | Ford | GM | Honda | Nissan | Toyota | Volkswagen | Total |
|------------------|-----------------|-------------|-------------|-----------|--------------|---------------|---------------|-------------------|------------------|
| Ene (2013) | 25 927 | 3 616 | 44 113 | 57 290 | 5 313 | 65 364 | 4 913 | 36 319 | 242 855 |
| Feb (2013) | 28 562 | 5 054 | 42 485 | 51 773 | 4 670 | 56 356 | 4 787 | 52 510 | 246 197 |
| Mar (2013) | 27 599 | 5 740 | 42 950 | 53 145 | 4 489 | 53 304 | 5 019 | 46 273 | 238 519 |
| Abr (2013) | 32 177 | 5 866 | 47 164 | 31 088 | 4 839 | 58 032 | 5 517 | 54 083 | 238 766 |
| May (2013) | 33 449 | 6 032 | 46 415 | 49 254 | 5 847 | 57 300 | 5 807 | 51 370 | 255 474 |
| Jun (2013) | 33 564 | 4 674 | 45 719 | 59 669 | 5 348 | 59 581 | 5 602 | 52 194 | 266 351 |
| Jul (2013) | 31 744 | 4 625 | 43 157 | 61 117 | 6 128 | 48 496 | 4 812 | 39 232 | 239 311 |
| Ago (2013) | 29 718 | 5 107 | 45 848 | 53 113 | 5 827 | 64 115 | 5 885 | 49 493 | 259 106 |
| Sep (2013) | 37 352 | 4 229 | 43 456 | 58 764 | 5 466 | 56 454 | 5 399 | 30 620 | 241 740 |
| Oct (2013) | 41 932 | 3 893 | 51 231 | 65 894 | 6 274 | 65 878 | 6 198 | 43 930 | 285 230 |
| Nov (2013) | 36 505 | 2 548 | 43 655 | 64 131 | 5 250 | 56 759 | 5 762 | 41 085 | 255 695 |
| Dic (2013) | | | | | | | | | |
| Acumulado | | | | | | | | | 2 769 244 |

Fuente: AMIA, 2013

Tabla 6. Localización de plantas armadoras en México.

| Empresa | Estado | Ciudad | Producto |
|-----------------------|-----------------------|----------------------------|---|
| Chrysler | Coahuila | Saltillo | Motores Camiones Ram Promaster |
| | México | Toluca | Journey y Fiat 500 |
| Ford Motor | México | Cuautitlán | Ford Fiesta |
| | Sonora | Hermosillo | Ford Fusion y Lincoln MKZ, así como sus versiones híbridas. |
| | Chihuahua | Chihuahua | Motores y fundición |
| General Motors | Coahuila | Ramos Arizpe | Chevrolet Sonic, Chevrolet Captiva Sport y Cadillac SRX Motores y transmisiones |
| | Guanajuato | Silao | Chevrolet Cheyenne, Chevrolet Silverado y GMC Sierra, en versiones cabina regular y crew cab Motores y transmisiones |
| | México | Toluca | Motores |
| | San Luis Potosí | San Luis Potosí | Chevrolet Aveo y Chevrolet Trax Transmisiones |
| | | | |
| Mazda | Guanajuato | Salamanca | Mazda 3 |
| Honda | Jalisco | El Salto | CR- V |
| | Guanajuato | Celaya | Fit |
| Nissan | Morelos | Civac | Camiones pick up, Frontier L4, Tsuru, Tiida, Tiida HB, NV200, New YorkTAXI, Versa. |
| | Aguascalientes | Aguascalientes 1 | March, Versa, Sentra, Note Motores 4 cilindros |
| | Aguascalientes | Aguascalientes 2 | Sentra |
| Toyota | Baja California Norte | Tecate | Tacoma |
| Volkswagen | Puebla | Puebla | Beetle, Clasico, Clasico TDI, Nuevo Jetta y Golf. |
| | Guanajuato | Guanajuato Puerto Interior | Motores de alta tecnología |

Fuente: CambioTec, 2014, con datos de AMIA, con datos de páginas de internet y sus asociados.

Tabla 7. Los 10 países productores de autos en el 2011

| Posición | País | Producción |
|----------|----------------|------------|
| 1 | China | 18,400,000 |
| 2 | Estados Unidos | 8,700,000 |

| | | |
|----------|---------------|-------------------------------------|
| 3 | Japón | 8,000,000 |
| 4 | Alemania | 6,300,000 |
| 5 | Corea del Sur | 4,700,000 |
| 6 | India | 3,900,000 |
| 7 | Brasil | 3,400,000 |
| 8 | México | 3,200,000 (2013)² |
| 9 | España | 2,400,000 |
| 10 | Francia | 2,300,000 |

Fuente: CamBioTec, 2014

2.2.4.2. Sector Aeroespacial

La mayor parte de la actividad del sector aeroespacial se encuentra en el área comercial (infraestructura espacial e industrias de soporte, que comprenden la fabricación de naves espaciales y satélites, servicios de lanzamiento, plataformas en el espacio, así como equipo y estaciones en tierra; los productos y servicios comerciales espaciales, como la televisión satelital directa al hogar, las comunicaciones satelitales, los servicios de observación terrestre y los servicios de navegación y geolocalización). En conjunto éstas concentran el 75% (\$217 mil de millones de dólares) de las actividades espaciales globales¹³.

El mayor productor de la industria aeroespacial en el 2003 fue Estados Unidos (126 mil millones de dólares), seguido por el resto de los países del Grupo de los 7.

La manufactura en la industria aeroespacial permanece relativamente como un sector pequeño. Esta industria a nivel mundial ha tenido ganancias en cerca de 10.5 mil millones

¹³ Ibídem 2

de dólares en 2008 para llegar en el 2009 a 13.5 mil millones de dólares (Satellite Industry Association, 2010)¹⁴.

Ilustración 16. Estimaciones de los ingresos en la fabricación de aviones, 2000-2009



Fuente: DATAmonitor, 2011

La situación del sector aeroespacial en el periodo 2005-2006 indica que en Estados Unidos su industria aeroespacial tuvo éxito en 2006, con entregas de productos aeroespaciales cercanos a los 184 mil millones, que significó más de 8% que en 2005. En Europa esta industria continuó su tendencia al alza, el volumen de entregas alcanzó los 121 mil millones de euros, incremento del 7.17 % con respecto al 2005.

El valor de mercado de la industria aeroespacial y de defensa global fue valuado en 1,066.60 miles de millones dólares en 2010 y se estima que para 2015 alcance 1,204.2 miles de millones dólares (Datamonitor, 2011)¹⁵.

¹⁴ OECD (2011), "The manufacturing space industry", in The Space Economy at a Glance 2011, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264113565-9-en>

Ilustración 17. Valor de Mercado de la Industria Aeroespacial y de Defensa Global



Valor de Mercado de la Industria Aero espacial y de Defensa Global

Desde el año 2004 las ventas de aviones han crecido debido a la demanda de nuevos aviones y al surgimiento de nuevas aerolíneas de bajo costo, de tal forma que se alcanzó la venta de aviones por un valor de 450 mil millones de dólares.¹⁶

En el periodo 2005 a 2010 el sector aeroespacial experimentó un crecimiento anual del 10% y se espera un crecimiento optimista en los próximos cinco años que puede alcanzar una tasa del 13 % en 2015. El segmento de la industria de defensa representó el 74.2 % del mercado, mientras que Estados Unidos conformó la mayor participación del sector con el 52% en la industria aeroespacial y de defensa mundial (Datamonitor, 2011)¹⁷.

Estados Unidos es el principal país en la industria aeronáutica generando ingresos por 204 mil millones de dólares, el 45.3% del total, seguida de Francia, Reino Unido y Alemania que son los socios principales de la compañía Airbus, posteriormente Canadá que se ubica en la 5ª posición con ingresos de 22 mil millones de dólares. Brasil se encuentra en el 10º lugar, todos ellos son los países de origen de las principales empresas fabricantes de aviones y motores en el mundo. México se encuentra ubicado en el 15º lugar mundial¹⁸.

¹⁵ Carlos A. Morán Moguel, Alfonso Mayo Hernández, enero 2014. La Ingeniería en la Industria Aeroespacial, Academia de Ingeniería de México.

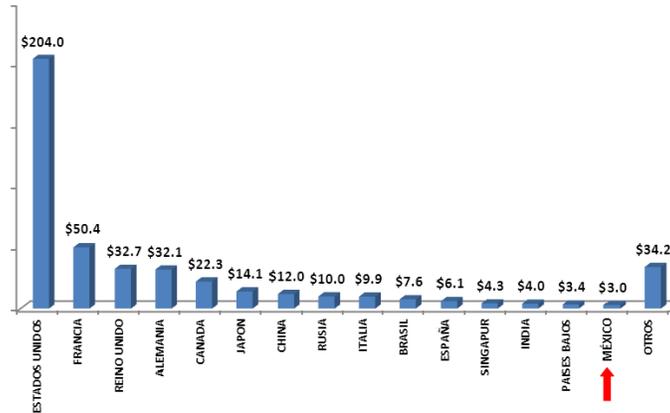
¹⁶ Industria Aeronáutica en México, Marzo 2012, Secretaría de Economía, Dirección General de Industrias Pesadas y de Alta Tecnología

¹⁷ Ibídem 2.

¹⁸ Datos tomados de "Aerospace Globalization 2.0: Implications for Canada's Aerospace Industry", A discussion paper, noviembre de 2009, AeroStrategy Management Consulty, www.aerostrategy.com

Ilustración 18. Industria Aeroespacial Global 2008

Industria Aeroespacial Global 2008 (Ingresos en miles de dólares)



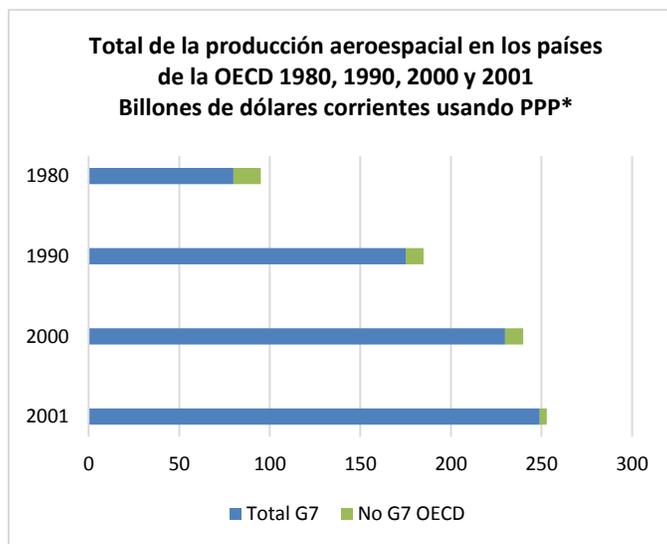
Fuente: Aerospace Globalization, 2009

La producción de la OCDE¹⁹ desde 1980 muestra dos tendencias sobre estimaciones basadas en monedas nacionales:

1. El valor de la producción que ha crecido.
2. El dominio de la industria aeroespacial por parte de la OCDE en los países del G-7 no es un fenómeno nuevo, pero las condiciones económicas actuales han cambiado. En 2001, por ejemplo, el 95% de la producción de la OCDE vino del G7, pero en las últimas dos décadas, la producción en los G7 se ha alejado de los Estados Unidos e Italia hacia Francia, Alemania y Canadá.

¹⁹ Fuente: OECD, estadísticas de análisis estructural, Stan base de datos industriales, abril 2007.

Ilustración 19. Total de producción aeroespacial en los países de la OECD 1980, 1990, 2000 y 2001



Fuente: OCDE, 2007

La siguiente ilustración presenta la estructura de la industria aeroespacial en el mundo de acuerdo a Forbes²⁰, se observa que las compañías fabricantes de avión en los Estados Unidos – Boeing, Lockheed Martin, Northrop Grumman, General Dynamics, Raytheon, L-3 Communications, Goodrich, Precision Castparts y Rockwell Collins –tuvieron ventas de aviones en 2010 por 247.17 mil millones de dólares que representan el 55.08 % de las ventas totales.

²⁰ OECD (2011), "Production and value-added", in The Space Economy at a Glance 2011, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264113565-30-en>, Pág. 107.

Tabla 8. Empresas del sector aeroespacial y de defensa en 2010, en el ranking de Forbes

| Empresas del sector aeroespacial y de defensa en 2010, en el ranking de Forbes | | | | | |
|--|----------------|---------------------------------------|--|--|------------------------|
| Compañía | País | Ventas (miles de millones de dólares) | Ganancias (miles de millones de dólares) | Valor del mercado (miles de millones de dólares) | Actividades espaciales |
| Boeing | Estados Unidos | 68.28 | 1.31 | 48.45 | Si |
| EADS | Holanda | 61.44 | -1.09 | 16.75 | Si |
| Lockheed Martin | Estados Unidos | 45.19 | 3.02 | 29.61 | Si |
| Northrop Grumman | Estados Unidos | 33.76 | 1.69 | 19.08 | Si |
| BAE Systems ⁵ | Inglaterra | 32.91 | -0.11 | 19.99 | Si |
| General Dynamics | Estados Unidos | 31.98 | 2.39 | 28.51 | Si |
| Raytheon | Estados Unidos | 24.88 | 1.94 | 21.53 | Si |
| Finmeccanica | Italia | 20.94 | 0.8 | 7.49 | Si |
| Bombardier | Canadá | 19.44 | 0.81 | 9.68 | No |
| Thales | Francia | 17.96 | -0.28 | 7.67 | Si |
| Roll-Royce Group | Inglaterra | 16.82 | 3.59 | 15.57 | Si |
| L-3 Communications | Estados Unidos | 15.62 | 0.9 | 10.62 | Si |
| Safran | Francia | 14.72 | 0.89 | 9.32 | Si |
| SAIC | Estados Unidos | 10.68 | 0.49 | 7.72 | Si |
| Goodrich | Estados Unidos | 6.69 | 0.6 | 8.42 | Si |
| Precision Castparts | Estados Unidos | 5.65 | 0.94 | 16.46 | No |
| Dassault Aviation | Francia | 5.22 | 0.52 | 7.4 | Si |
| Embraer | Brasil | 5.12 | 0.19 | 3.96 | No |
| Rockwell Collins | Estados Unidos | 4.44 | 0.56 | 9.18 | Si |
| Singapore Technologies | Singapur | 3.95 | 0.32 | 6.68 | Si |
| Cobham | Inglaterra | 3.04 | 0.3 | 4.22 | No |

Fuente: Forbes, 2011

Existe una fuerte competencia entre los dos principales fabricantes de aviones con capacidad para más de 100 pasajeros: Boeing y Airbus, corporaciones que buscan satisfacer los requerimientos actuales de sus clientes ofreciendo aviones con mayor capacidad, menores costos de operación y atractivas innovaciones que cumplan con normas ambientales más estrictas.

Por otra parte, se encuentra el segmento de aviones de menor capacidad (menos de 100 pasajeros) y alcance con los cuales se atienden las necesidades de compañías de aviación que ofrecen servicios regionales. Entre los principales fabricantes de este tipo de unidades se encuentran la canadiense Bombardier y Embraer de Brasil. Además, también existen

otras compañías que fabrican aviones de tipo ejecutivo o firmas fabricantes de helicópteros.

Las actividades espaciales del sector en el año 2011 muestran los componentes que participan en la economía espacial mundial, el componente correspondiente a presupuestos gubernamentales destinados a actividades espaciales constituyó el 25% (72.77 mil millones de dólares) de la economía espacial, sin embargo ésta disminuyó considerablemente respecto a 2010 cuando representó el 32% (87.12 mil millones de dólares), lo que representa un decrecimiento total del 16%, debido fundamentalmente a la disminución de presupuesto que el gobierno de los Estados Unidos asigna a sus actividades espaciales. Éste pasó de 64.63 a 47.25 mil millones de dólares en ese periodo²¹ (ver siguiente ilustración).

Ilustración 20. Actividades Espaciales Globales, 2011



Fuente: The Space Reports 2012, Space Foundation.

²¹ La Ingeniería en la Industria Aeroespacial. Academia de Ingeniería de México. Enero 2013.

2.2.4.3. Sector de la Proveeduría Minera

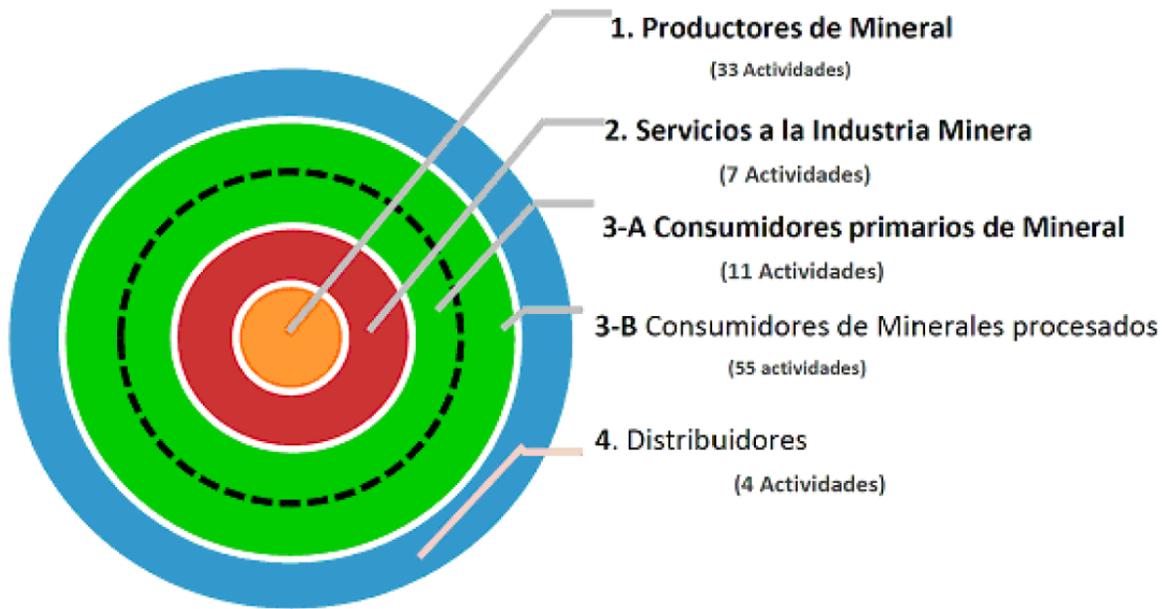
La minería es un sector estratégico para el desarrollo nacional y del estado, provee de materias primas básicas a un amplio número de actividades industriales, tiene gran importancia en la captación de divisas y representa una importante fuente de empleos permanentes y bien remunerados. Modernizar el área productiva del sector minero, impulsar el crecimiento y distribuir los beneficios del progreso son tareas que requieren de un sector minero fuerte y competitivo. Por lo que resulta importante impulsar al sector de proveeduría minera para poder brindar a nivel estatal y nacional herramientas de apoyo para el impulso total de la minería en el país.

El fideicomiso del fomento minero es una institución del gobierno federal cuyo objetivo es fomentar y promover el desarrollo de la minería nacional. Su antecedente es la Comisión del Fomento Minero, fundada en 1934 para otorgar créditos y asistencia técnica para la minería nacional, entonces y prácticamente inaccesible para los pequeños y medianos mineros.

Este fideicomiso es un actor relevante para la consolidación de las pequeñas y medianas empresas, no sólo mineras, sino también de la cadena de suministro de la industria en su conjunto. El FIFOMI está asociado con la operación de los clústeres de minería en los que se contribuye a desarrollar un nuevo esquema de financiamiento para la proveeduría del sector.

La presencia del fideicomiso de Fomento Minero en todas las entidades se facilita con la cobertura regional de sus oficinas.

Ilustración 21. Actividades del FIFOMI



Fuente: Fondo Minero, 2012

2.2.3 Cadena de suministro y de valor del área de especialización

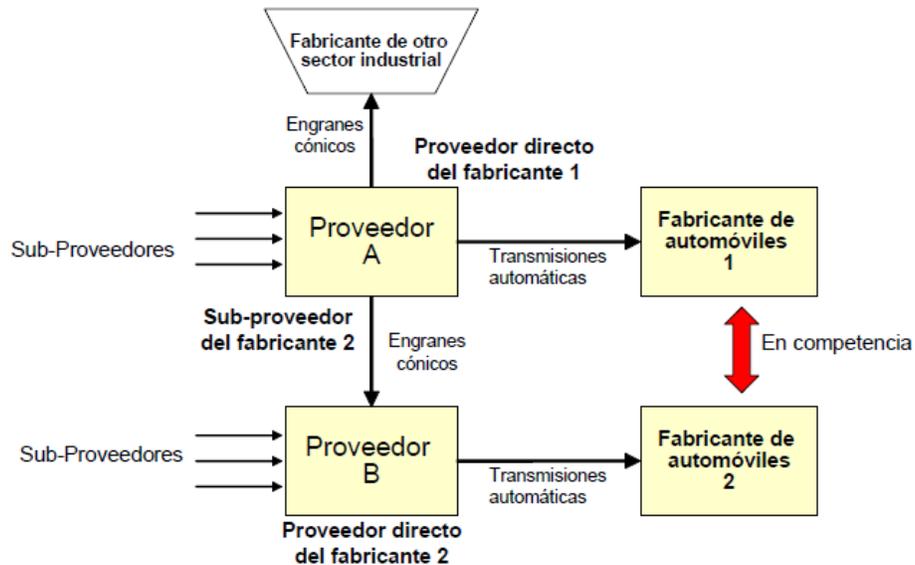
2.2.5.1. Sector Automotriz

Es completo especificar como está compuesta la cadena de suministros en éste sector, pues éste depende de distintos tipos de proveedores, directos e indirectos; primarios, secundarios y terciarios. En la mayor parte de los casos las empresas diseñan y producen. Los proveedores directos pueden ser abastecidos por sub-proveedores que le añaden valor al producto o servicio que le brindan al cliente principal.

A continuación en un gráfico extraído del documento “un análisis del sector

Automotriz y su modelo de gestión en el suministro de las autopartes”²²

Ilustración 22. Complejidad de la cadena de suministro del sector automotriz

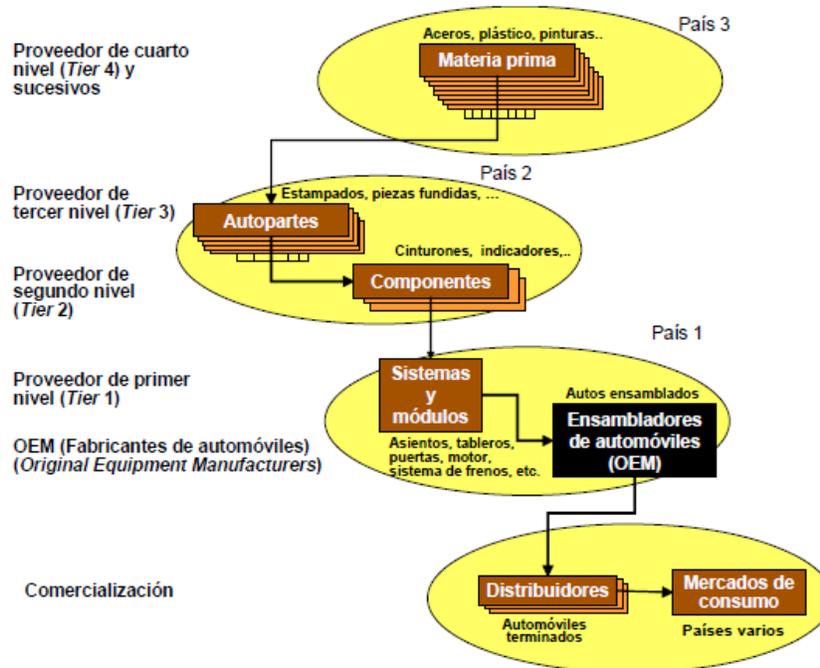


La cadena de suministro de este sector se identifica como un lazo vertical desde el proveedor que brinda las herramientas de la materia prima, hasta aquel proveedor que ayuda al empuje del producto final. En éste caso Zacatecas, cuenta con más de 12 empresas proveedoras de primer a tercer nivel.

A continuación se muestra un diagrama en las cuáles se encontrarían ubicadas estas fábricas proveedoras de autopartes y componentes.

²² Jiménez Sánchez, José Elías. “Un análisis del sector automotriz y su modelo de gestión en el suministro de las autopartes”. En: Publicación técnica No. 288, 2006. P.p. 29.

Ilustración 23. Cadena de suministro del sector automotriz.



Fuente: Elaboración Jiménez Sánchez, José Elías. “Un análisis del sector automotriz y su modelo de gestión en el suministro de las autopartes”.

2.2.5.2. Sector Aeroespacial

La cadena de suministro de la industria aeroespacial se conforma fundamentalmente por fabricantes de equipo original (OEMs) y proveedores de nivel 1, nivel 2 y nivel 3.²³

Fabricantes de equipo original (OEM): Se encargan del diseño y desarrollo de los nuevos modelos de avión, de la fabricación del fuselaje y el montaje del avión, así como de la venta final al cliente (por ejemplo, Boeing y EADS), son el componente más crítico de la

²³ Carlos A. Morán Moguel, Alfonso Mayo Hernández, enero 2014. La Ingeniería en la Industria Aeroespacial, Academia de Ingeniería de México.

cadena de valor y se caracteriza por las duras barreras de entrada, debido a los altos costos relacionados y requisitos tecnológicos.

Proveedores de Nivel 1 (Tier 1): Son responsables de la fabricación de equipos y sistemas esenciales de un avión, tales como motores, sistemas de control de vuelo, alas y sistema de combustible (por ejemplo: Rolls Royce, GE Aviation y Pratt & Whitney); éstos generalmente tienen contratos de proveedor exclusivo con los OEMs.

Proveedores de Nivel 2 (Tier 2): Manufacturan y desarrollan partes, de acuerdo con las especificaciones proporcionadas por los OEMs y los proveedores de Nivel 1; realizan subensambles de sistemas y subsistemas.

Proveedores de Nivel 3 (Tier 3): Son responsables del suministro de aeropartes y componentes a proveedores que están más arriba de la cadena.

La cadena de suministro obtiene el apoyo de la industria de postventa (mantenimiento, reparación y mantenimiento mayor) que administra el mantenimiento y la actualización de un avión.

Las empresas de manufactura de nivel 1 y nivel 2 fueron muy afectadas por la desaceleración económica de 2009 en comparación con los OEMs, que fueron salvados gracias a sus pedidos de largo plazo, aunque el flujo de efectivo de éstos se vio afectado debido a aplazamientos de pago por clientes y por una cancelación generalizada de pedidos, que a su vez impactó en gran medida a los proveedores de los niveles 1 y 2.

2.3. Principales tendencias de la innovación en el área de especialización

Gran parte de las tendencias tecnológicas en materia de MA se relacionan con procesos innovadores que actualmente ya se encuentran en el mercado nacional, por lo que en ocasiones resulta fácil confundir las futuras tendencias tecnológicas con tecnologías de vanguardia que ya son utilizadas actualmente en los sectores económicos. Lo anterior puede agravarse cuando se identifican procesos y operaciones de MA que usan equipos y tecnologías ampliamente usados en Estados Unidos o Europa, pero que en México, debido al contexto nacional de algunos sectores económicos, aún son tecnologías incipientes. Debido a lo anterior, a continuación se describirán de manera muy breve las principales tecnologías de vanguardia que recientemente son usadas en la industria nacional, para posteriormente, en secciones ulteriores del documento profundizará en la descripción de las tendencias tecnológicas en MA de los próximos años²⁴.

2.3.1. Tendencias tecnológicas actuales en los sistemas de producción

En el corto plazo, el común denominador de los nuevos desarrollos tecnológicos es buscar altos niveles de productividad para ofrecer una industria competitiva en el mercado mundial, sin embargo, en el mediano y largo plazo, se aprecia una tendencia al desarrollo de servicios altamente especializados en conjunto con tecnologías se enfocan al llamado

²⁴ Es muy importante mencionar que varias de las tecnologías actualmente usadas en el mercado, seguirán evolucionando y por ello forman parte de la expectativa de tendencias tecnológicas en el área de MA.

“Concepto Cero” con cero emisiones, cero accidentes, cero muertes, cero defectos y cero violaciones de la seguridad. En el mediano plazo las empresas evolucionarán a un enfoque en el desarrollo de productos hacia las tecnologías que “innovación al concepto Cero” (OPTI, 2005), (Frost & Sullivan, 2012), (Frost & Sullivan, 2012). A partir de esta tendencia general, las líneas tecnológicas que se aprecian son las siguientes:

- **Eficiencia de fabricación y explotación**

Tecnologías que buscan mejorar la competitividad y productividad en la industria para no perder participación en mercados globales. Los objetivos son la reducción en tiempos de desarrollo, flexibilidad, disminución de consumo de energía e intensidad de capital humano, actividades que repercuten en la reducción de costos y maximización de tiempo.

Tecnologías con este enfoque son por ejemplo:

- Desarrollo de productos con materiales no metálicos (principalmente nuevos polímeros con nano partículas) para obtener altas prestaciones y bajo costo.
- Nuevas tecnologías de unión de componentes como adhesivos estructurales.
- Tecnologías avanzadas de fabricación en materiales compuestos.
- Estructuras y materiales inteligentes para un conformado que requiera menor consumo energético.
- Nuevos materiales más eficientes y tolerantes al daño (corrosión-desgaste-fricción, tecnologías de protección)
- Conformado superplástico
- Modelización, simulación de productos y procesos.
- Tecnologías de nuevos materiales y operaciones de diseño
- Métodos de predicción y ensayo de estructuras primarias.
- Nuevas formas de maquinado y procesos de fabricación (normalización de componentes)
- Uniones compuesto-metal.

En particular, las fundiciones, forja y aceros son factores sensibles debido a su importancia en la estructura de costos de los vehículos, así como la relativa brecha que existe en México en cuanto a la disponibilidad de estos insumos respecto a los competidores (SE, 2007).

- **Desarrollo de soluciones innovadoras**

Actualmente, se está dando prioridad a la innovación relacionada con tecnologías que buscan aumentar el atractivo de la oferta a partir de productos innovadores que otorguen beneficios significativos a los usuarios del sector o del producto terminal.

- Tecnologías de e-movilidad.
- Sistemas interiores con alto valor agregado, versátiles e innovadores usando por ejemplo sistemas de pantalla de estado sólido, audio y entretenimiento, asientos electrónicos y con calefacción.
- Uso de nuevos materiales en interiores y nuevas dinámicas de diseño.

- **Seguridad**

Gran número de tecnologías en desarrollo se enfocan a desarrollar medidas para reducir significativamente el número de accidentes y evitar los daños a usuarios de automóviles involucrados en accidentes, varias de las tecnologías refuerzan la seguridad con sistema que garanticen la integridad de los ocupantes ante choques frontales y laterales. Algunas de las tecnologías identificadas son:

- Nuevos diseños y materiales con capacidad de absorción de energía en percances automovilísticos
- Altas prestaciones y aligeramiento de vehículos.
- Protección y baja agresividad para ocupantes y peatones.

- Resistencia al fuego, baja toxicidad de humos.
- Materiales inteligentes.
- Sensores electrónicos avanzados para prevención de colisiones de baja velocidad para una mayor seguridad y protección de peatones.
- Materiales con elevada tolerancia al daño

En cuanto al chasis, la tendencia por alcanzar un mejor desempeño y estabilidad del auto potenciará tecnologías de suspensión electrónica asistida (*semi and full-active*).

- **Sostenibilidad (CO₂)**

Se busca dar respuesta a problemas derivados de la emisión de contaminantes en motores de combustión interna (principalmente CO₂, CO, NO_x, compuestos orgánicos volátiles y partículas metálicas), se buscan alternativas de independencia de combustibles fósiles (tecnologías a partir de fuentes de energías renovables) y el reciclado de los vehículos.

- Tecnologías de propulsión avanzada:
 - Aligeramiento: sustituir el acero por aleaciones de aluminio (vehículos más ligeros que contribuyan a incrementar la eficiencia del gasto de combustibles).
 - Altas temperaturas en motores, y reactores.
 - Baja fricción y desgaste.
 - Reducción de pérdidas: térmicas (aislamiento, intercambiadores eficientes –turbocompresor–) y mecánicas (recuperación y almacenamiento de energía).
 - Reducción de emisiones gaseosas y acústicas.

- Debido a un aumento en la rigidez de la regulación ambiental, aumentará la demanda de sistemas de control de emisiones con nuevas tecnologías de convertidores catalíticos y trampas de partículas.
- Instalación de sensores “inteligentes” que proporcionen un ahorro energético y de eficiencia

- Tecnologías de propulsión alternativa:
 - Baterías avanzadas y otros sistemas de almacenamiento de energía.
 - Células de combustible: membranas, catalizadores y conductores iónicos.
 - Almacenamiento, distribución y uso de H₂
 - Sistemas de bajo peso y bajo costo.

- Tecnologías para análisis del ciclo de vida:
 - Reciclado, reutilización, revalorización.
 - Materiales biodegradables.
 - Tecnologías de diagnóstico de vida residual.

2.3.2. Descripción de Tecnologías

Las tendencias tecnológicas agrupadas de acuerdo a cada uno de los principales sistemas de la industria automotriz y de autopartes se presentan en la tabla 17. Véase apéndice.

- **Métodos avanzados de ingeniería del producto:**
 - Ingeniería concurrente: Se refiere a un enfoque para el diseño de producto en el cual las empresas intentan reducir el tiempo que se requiere para introducir un nuevo producto al mercado. Aquí la planeación de manufactura empieza cuando el diseño del producto se está desarrollando.

El diseño para la manufactura y el ensamble es el aspecto más importante de la ingeniería concurrente, debido a que tiene el mayor impacto en los costos de producción y en el tiempo de desarrollo del producto.

- Procesos para la obtención de productos multimaterial: Las tecnologías multi-material (co-inyección, by-inyección, deposición metálica, etc.) están experimentando una considerable expansión, debido a los numerosos beneficios y prestaciones que ofrecen. Estas tecnologías portan un incremento importante de posibilidades de diseño y transformación de producto, hacen posible procesos y piezas impensables, y mucho más costosas desde el punto de vista convencional.

- **Integración CAD/CAM/CAE**

- CAD (*Computer Aided Design*): Los sistemas CAD son paquetes de graficación por computadora, que permiten analizar las especificaciones de diseño de un producto o servicio, con el objeto de verificar la calidad de dicho producto o servicio, así como generar los requerimientos de materiales y/o procesos. Por ejemplo, existen sistemas CAD para analizar las dimensiones de una pieza de un equipo, o para evaluar y diseñar la disposición de los talleres en una planta de manufactura, o la disposición de los centros de atención de una oficina en donde se presta un servicio.
- CAM (*Computer Aided Manufacturing*): Es el control computarizado del proceso de manufactura haciendo uso de aplicaciones de software de control numérico para crear instrucciones detalladas que conducen las máquinas de herramientas para manufactura controladas numéricamente por computadora (CNC).

- **CAE: (*Computer Aided Engineering*):** Conjunto de programas informáticos que permiten analizar y simular los diseños de ingeniería realizados con la computadora, para valorar sus características, propiedades, viabilidad y rentabilidad. Su finalidad es optimizar su desarrollo y consecuentes costos de fabricación y reducir al máximo las pruebas para la obtención del producto deseado.

- **Sistemas flexibles de manufactura (*Flexible Manufacturing System FMS*):** Sistema de manufactura que puede realizar varios procesos simultáneamente (se manufacturan piezas distintas utilizando las mismas máquinas), bajo el control de una computadora. Un FMS, por lo general, está constituido por máquinas con control numérico, unidas mediante dispositivos automáticos de transporte o robots, y una computadora que controla el proceso, y en particular, el flujo de las diferentes piezas en proceso a través de las diferentes máquinas. Desde hace varias décadas, diferentes sectores económico manufactureros en México instalan FMS automatizados, que funcionan de forma integrada bajo el control de una computadora y están en capacidad de producir una gran gama productos. Con sistemas flexibles de manufactura, las empresas buscan mejorar su competitividad y rentabilidad a través de un proceso de fabricación eficiente y un manejo eficaz de los recursos se en los procesos de manufactura (Capuz, 2001).

- **CIM (Computer Integrated Manufacturing):** Es la integración de CAD, CAM y FMS. Un sistema CIM permitiría la integración automática de todos los procesos productivos: diseño, manufactura y administración..

- **Robótica en manufactura:** en las últimas décadas se han incluido en gran cantidad de los sectores de manufactura nacional, robots controlados

numéricamente, en donde el operador le proporciona un programa de movimientos al equipo y éste los efectúa periódicamente sin manejo manual del operario; en sectores muy selectos se están introduciendo “robots con inteligencia artificial” que pueden entender e interactuar con cambios en el medio ambiente.

- **Procesos de manufactura por láser:** la utilización del láser ha estado muy extendida en las aplicaciones de corte, soldadura y perforado, otras aplicaciones como el marcado en cerámicos y textil. Ésta industria no ha cesado y siguen surgiendo nuevas aplicaciones como es el tratamiento de superficies y procesado de materiales no metálicos.
 - Corte con láser: principal aplicación, es usado en la industria aeroespacial (para corte de aleaciones de titanio, aluminio y acero inoxidable), fibra de vidrio (elimina polvo generado por cortes tradicionales así como grietas en los bordes) e incluso material kevlar (polímero muy utilizado por su ligereza y resistencia, por ejemplo en los chalecos antibalas, el láser es de las pocas técnicas que permiten su corte).
 - Soldadura con láser: segunda aplicación más extendida, permite el control de parámetros como, focalización de soldadura, diferentes configuraciones geométricas de unión, , alta calidad de cordón que no requiere un post-proceso.
 - Perforación y taladrado: fuentes láser pulsadas que permiten perforaciones de gran precisión y calidad, en especial la ausencia de rebabas, siendo innecesario un post-procesamiento o tratamiento de acabado.

- **Sistemas de visión en manufactura:** el control de calidad es un requisito fundamental de los procesos de manufactura, existen muchas pruebas del control de calidad que se basan en inspección visual de productos y que continuamente se automatizan con ayuda de sensores y ordenadores (sistemas de inspección o visión en manufactura). Novedosos sistemas automáticos de visión continuamente se instalan en la industria manufacturera, ellos han permitido unificar proceso de inspección en etapas intermedias de los procesos productivos, permitiendo eliminar piezas defectuosas en dichas etapas con el correspondiente ahorro de costos y oportunidad de reciclar el material (Groover, 1997). En la convención anual Expo Manufactura Monterrey 2013, entre las novedades que se presentaron, estuvieron sistemas de visión artificial diseñados para realizar procesos industriales y satisfacer distintos requerimientos específicos (MANUFACTURAMX, 2013).
- **Recubrimientos avanzados:** los recubrimientos son materiales que al momento de ser aplicados sobre una superficie, protegen e impiden que elementos extraños entren en contacto con la misma. Los procesos de recubrimiento de última generación en manufactura nacional permiten alargar la vida de piezas y herramientas, así como realizar geometrías de herramientas e insertos altamente especializados. Nuevos recubrimientos (primordialmente pinturas) que elimina la necesidad de pre-tratamiento para metales con mayor protección anticorrosiva debido a la optimización en la adherencia de la pintura al sustrato metálico. Éstos buscan evitar el proceso de pre-tratamiento y eliminar una etapa productiva en la industria (García, 2001).
- **Tecnologías de ensamble: Nuevos procedimientos y técnicas** de incrementación de la calidad de ensamblaje aplicadas a proceso tradicionales de ensamble como

remachado radial CNC, remachado con múltiples ejes y ajustes en prensado y estampado.

2.3.3. Tecnologías de nuevos materiales y operaciones de diseño

- **Métodos de prototipado y manufactura rápidos:** Sistema de prototipado rápido mediante el sinterizado láser selectivo de materiales metálicos y no metálicos. Es una familia de procesos de fabricación singulares, desarrollados para hacer prototipos de ingeniería en el menor tiempo posible. Los métodos más utilizados son la **estereolitografía** (obtención de un modelo sólido de polímero fotosensible endurecido por un rayo láser mediante un sistema gráfico computarizado), **sinterizado selectivo** (polvos que se comprime por efecto de un rayo láser hasta formar capas que van a formar la pieza) y **modelado por deposición fundida** (con ayuda de un rayo láser se da forma a un material similar a la cera).
- **Digitalización 3D para ingeniería inversa:** Proceso de captura de información digital sobre la forma/geometría de un objeto con un equipo que utiliza un láser o luz para medir la distancia entre el escáner y el objeto. El escaneado 3D pueden capturar los datos de los objetos muy pequeños hasta los aviones de gran tamaño y/o edificios. Se puede utilizar para la ingeniería inversa, Inspección asistido por computadora, o simplemente documentar la forma del objeto para su uso futuro.
- **Método de elemento finito para el diseño y desarrollo de productos:** método numérico que permite resolver ecuaciones diferenciales asociadas a un problema físico sobre geometrías complicadas. Se usa en diversos software de diseño para optimizar y validar geometrías, así como para simulaciones y calcular

desplazamientos, deformaciones y tensiones de los componentes internos y externos.

2.3.4. Resumen de las tendencias tecnológicas de la manufactura avanzada

El objetivo de todo sector empresarial, es obtener ganancias a partir de ofrecer un producto o servicio, estas ganancias pueden aumentar por ejemplo al controlar y disminuir costos y gastos, al mejorar la eficiencia de producción o al eliminar pérdidas por mermas; de tal forma que se ofrezca un mejor producto al cliente fijando una calidad dada. Otra manera, mucho más valiosa, para mejorar las utilidades de un sector industrial es ofrecer productos diferenciados de alta calidad y con un alto valor agregado.

Las tendencias tecnológicas en el área de MA, buscan atender en su mayoría estas dos necesidades presentes en prácticamente toda industria manufacturera; lo hacen buscando mejorar el desempeño técnico de procesos de producción, el desempeño de uso para clientes especializados o buscando máxima calidad.

Las diferentes tendencias tecnológicas identificadas en el presente estudio, pueden agruparse en tres grandes áreas:

1. Obtención de nuevos productos de máxima calidad a un costo razonable
 - Materiales de propiedades físicas diferenciadas que permiten generar nuevos productos de alta especialización
 - Nuevos recubrimientos y tratamientos térmicos que permiten alargar la vida de productos
 - Nuevas tecnologías de diseño de producto y proceso

- Nuevas técnicas de Diseño
- 2. Maximizar la productividad y competitividad con nuevos procesos rápidos, flexibles y de alta calidad
 - Maquinaria para procesos de máxima versatilidad o de alta especialización
 - Nuevas tecnologías de Procesos
 - Uso de información como herramienta fundamental de trabajo (revolución de la sociedad de la información)
- 3. Uso de tecnologías limpias y desarrollo sustentable
 - Nuevos materiales
 - Uso de materiales y energía limitados
 - Reciclado de materiales

En las tablas II al IV (véase apéndice) se desglosa con más detalle, ejemplos de las tecnologías que conforman cada una de las tendencias antes mencionada, así como el beneficio técnico buscado.

2.4. El impacto de las tecnologías de manufactura avanzada en los sectores (autopartes, aeroespacial, proveeduría minera)

Las MA son una gama de tecnologías transversales a la mayoría de sectores económicos de interés. Intentando hacer más específica las principales áreas de investigación que prometen los próximos desarrollos tecnológicos aplicables a las diferentes tecnologías, en la siguiente tabla se identifica el impacto de las tendencias tecnológicas de MA en los Sectores Económicos de interés (la organización de las tecnologías se efectúa de acuerdo a la clasificación de procesos de manufactura indicados en las tablas V y VI del apéndice).

2.4.1. Aplicaciones concretas de la MA en la industria aeroespacial

Como se puede apreciar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.11** y REF _Ref385966856 \h * MERGEFORMAT **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.12**, prácticamente el cien por ciento de las nuevas tecnologías de MA tienen áreas de aplicación en diferentes procesos dentro de la industria aeroespacial. Efectuar un análisis de cada uno representa un universo de información que queda fuera del alcance de este estudio, motivo por el cual, en las siguientes líneas se presentará únicamente ejemplos sobresalientes de aplicaciones tecnológicas futuras de MA en el sector.

Ilustración 24. Aplicaciones tecnológicas

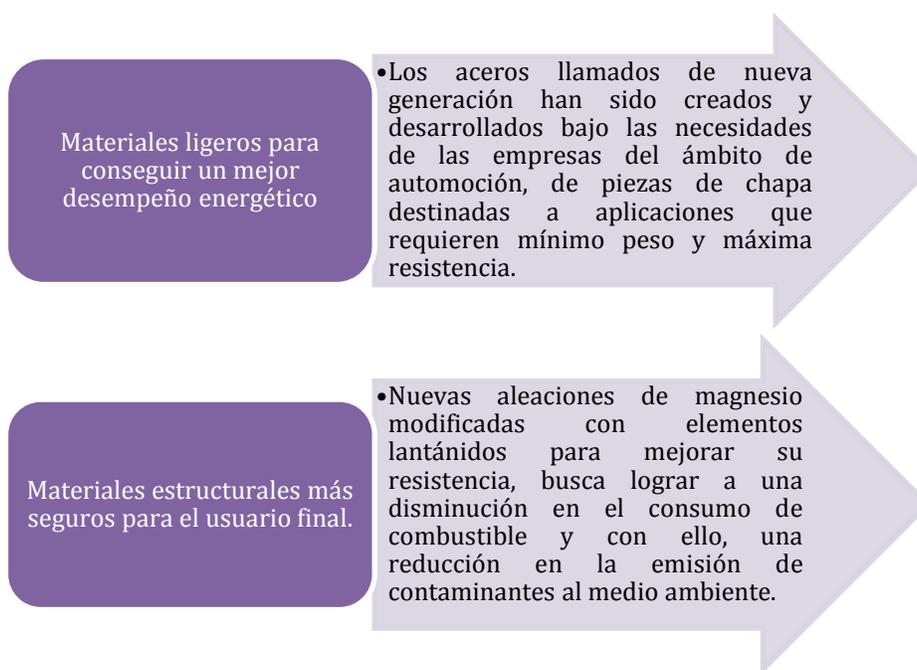


Fuente: CamBioTec, 2014

2.4.2. Aplicaciones concretas de las MA en la industria Automotriz y autopartes

La industria automotriz no llega a trabajar a temperaturas tan altas como la aeronáutica, pero padece igual que la aeronáutica de los costos de los combustibles, una alternativa para mejorar la eficiencia del combustible se puede lograr si se usan materiales más ligeros, pero con ellos se reduce su nivel de funcionabilidad. Los objetivos constantes en la industria del automóvil son fabricar vehículos más ligeros y reducir costos de fabricación, pero garantizando una seguridad adecuada en caso de choque, por ello gran número de técnicas avanzadas de fabricación están recibiendo una creciente atención. Los metales avanzados tendrán una participación destacada en la industria automotriz en dos líneas (OPTI, 2011 - 3).

Ilustración 25. Tecnologías sobresalientes de la industria automotriz y autopartes



Fuente: CamBioTec, 2014

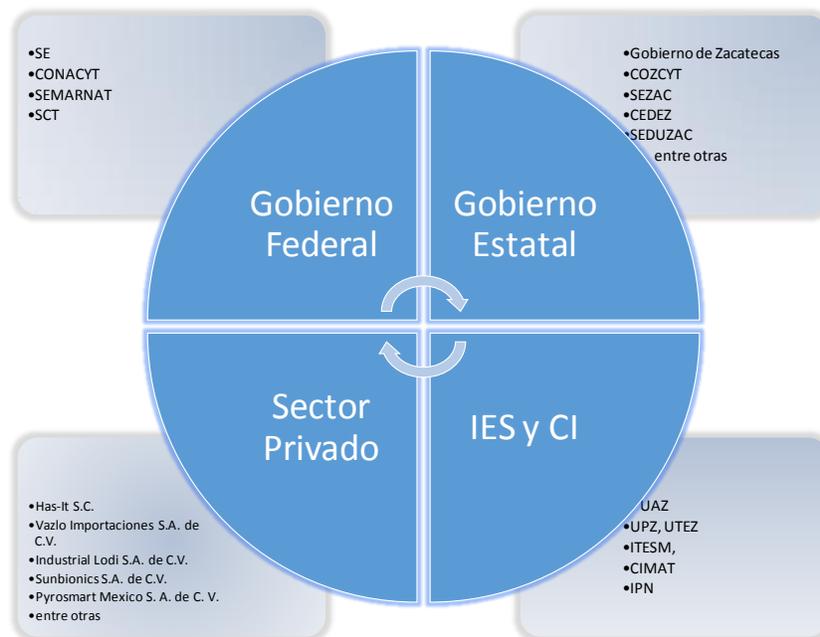
3. BREVE DESCRIPCIÓN DEL ECOSISTEMA DE INNOVACIÓN PARA EL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN

El ecosistema de innovación del área Manufactura Avanzada en México se integra por diversos actores, entre los que destacan: el gobierno, mediante sus distintas dependencias, programas e instrumentos de política (convenios con organismos internacionales); las empresas de los diversos subsectores; las Instituciones de Educación Superior (IES), y Centros de Investigación (CI).

3.1. Mapa de los Agentes del Ecosistema de Innovación

Los actores relevantes en el área manufactura avanzada en el estado de Zacatecas son los productores, líderes empresariales, directivos de empresas, académicos, funcionarios de gobierno y políticos, relacionados con las actividades de manufactura avanzada, desde la proveeduría hasta la comercialización y fomento del sector mediante programas y políticas públicas. Véase Ilustración 26.

Ilustración 26. Ecosistema de Innovación del Área Manufactura Avanzada en Zacatecas



Fuente: CamBioTec, 2014

3.2. Principales IES y Centros de Investigación y sus principales líneas de investigación

3.2.1. Instituciones de Educación Superior y Centros de Investigación

Tabla 9. Oferta académica para el sector aeroespacial y automotriz

| | | |
|----------------------------------|---|---|
| Automotriz y aeroespacial | Ingeniería en Electromecánica | Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte |
| | | Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Sur |
| | Ingeniero Químico | Universidad Autónoma de Zacatecas |
| | Ingeniero Mecánico | Universidad Autónoma de Zacatecas |
| | Ingeniería en Sistemas Computacionales | Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte |
| | | Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Occidente |
| | | Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo |
| | | Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Sur |
| | | Instituto Tecnológico Superior de Jerez |
| | | Instituto Tecnológico Superior de Loreto |
| | | Instituto Tecnológico de Zacatecas |
| | | Universidad Politécnica de Zacatecas |
| | | UNIDEP |
| | Ingeniería Industrial | Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Occidente |
| | | Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo |
| | | Instituto Tecnológico Superior de Loreto |
| | | Instituto Tecnológico de Zacatecas |
| | | Universidad Politécnica de Zacatecas |
| | Ingeniería Electrónica | Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo |
| | Ingeniería en Logística | Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo |
| | Ingeniería Mecatrónica | Instituto Tecnológico Superior de Jerez |
| | | Instituto Tecnológico Superior de Loreto |
| | | Universidad Politécnica de Zacatecas |
| | | Universidad Politécnica del Sur de Zacatecas |
| | Ingeniería Eléctrica | Instituto Tecnológico de Zacatecas |
| | Ingeniería en Sistemas y Productividad Industrial | Universidad Autónoma de Fresnillo |
| | Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica | Universidad Autónoma de Zacatecas |
| | | Universidad Autónoma de Zacatecas |

| | | |
|--|------------------------|-----------------------------------|
| | | Campus Jalpa |
| | Ingeniero Electricista | Universidad Autónoma de Zacatecas |

Fuente: CamBioTec, 2014

Tabla 10. Oferta académica para el sector de proveeduría minera

| IES / CI | Oferta Académica |
|---|--|
| Instituto Tecnológico de Zacatecas | Ingeniería Electromecánica Ingeniería en Materiales Ingeniería en Sistemas Computacionales |
| Instituto Tecnológico Superior de Jerez | Ingeniería en Sistemas Computacionales Ingeniería Mecatrónica |
| Instituto Politécnico Nacional | Ingeniería Ambiental Ingeniería en Sistemas Computacionales Ingeniería Mecatrónica Ingeniería en Metalurgia (Agosto 2014) |
| Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey | Ingeniería en Mecatrónica Ingeniería Industrial y de Sistemas Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicación |
| Instituto Tecnológico de Fresnillo | Ingeniería en Sistemas Computacionales Ingeniería de Minas Ingeniería en Electrónica Ingeniería Ambiental |
| Universidad Politécnica de Zacatecas | Ingeniería en Energía Ingeniería en Mecatrónica Ingeniería Industrial |

Fuente: CamBioTec, 2014

“Las IES y los CI contribuyen a la creación de una masa crítica con la capacidad de utilizar el conocimiento en diferentes campos, y con la capacidad de crear nuevo conocimiento susceptible de coadyuvar al desarrollo socioeconómico del Estado”. (Villavicencio et al., 2012: 242).

3.3. Detalle de empresas RENIECYT del área de especialización

En Zacatecas, las empresas que cuentan con RENIECYT y que pertenecen al sector económico manufactura avanzada, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 11. Empresas con registro RENIECYT en el área Manufactura Avanzada en Zacatecas

| Empresas | Actividad | Tamaño |
|---|---|---------------|
| Has-It S.C. | Reparación y mantenimiento de maquinaria y equipo industrial | Micro |
| Vazlo Importaciones S.A. de C.V. | Comercio al por menor de partes y refacciones nuevas para automóviles camionetas y camiones | Grande |
| Industrial Lodi S.A. de C.V. | Fabricación de productos metálicos forjados y troquelados | Pequeña |
| Sunbionics S.A. de C.V. | Otras industrias manufactureras | Micro |
| Pyrosmart Mexico S. A. de C. V. | Fabricación de explosivos | Mediana |

Fuente: CamBioTec, 2014

3.3.1. Empresas líderes en el estado (identificación de sus actividades y razón de ser de su liderazgo)

Sector Automotriz

La industria Automotriz en México, es un mercado de gran importancia para el desarrollo del país, ya que genera el 3.6% del PIB mexicano, y es un importante factor de la economía mexicana. Las empresas ensambladoras han decidido invertir en México por sus condiciones geográficas privilegiadas, mano de obra barata, bajos costos de operación y por el Tratado de Libre comercio de América del Norte.

Tiene niveles competitivos y de calidad comparados a los de China, India, Corea del Sur y Brasil.

- Produce 3.2 millones de autos anualmente (2013).
- Las ventas internas del país son de 930 mil unidades.
- Es el octavo país productor de vehículos del mundo.
- Genera 530 mil empleos directos e indirectos.
- Las plantas de Nissan son el principal productor de vehículos ligeros de México.

En el Estado de Zacatecas:

Entre las empresas que concretaron inversiones en los últimos años se encuentra la empresa de capital norteamericano, Delphi, la cual cuenta con 4 plantas; dos en Fresnillo y dos más en Guadalupe, convirtiéndose en la mayor empleadora del ramo automotriz en el estado.

Delphi, en su última inversión en la segunda planta localizada en el municipio de Guadalupe, alcanzó 35 millones de dólares y tiene como objetivo emplear a más de 1,500 trabajadores zacatecanos en el presente año con la fabricación de arneses automotrices para FIAT y Chrysler hasta el momento.

Yusa Autoparts México, filial mexicana de Yamashita Rubber que se especializa en la producción de tubos y mangueras de control de abastecimiento de combustible, monturas y soportes para motores y otros productos hechos de caucho para la industria automotriz y aeroespacial, que trabaja con Honda, Mitsubishi Motors, General Motors y Ford Motors. La inversión final aproximada de dicha empresa fue de 100 millones de dólares, con una empleabilidad de 1000 plazas.

Nagakura, de capital japonés, destinará 20 millones de dólares en el establecimiento de su planta, generando así un aproximado a 350 empleos con la creación de pistones y válvulas para Honda, Chrysler y Hitachi.

Johnson Electric, de capital chino. Encargados en el desarrollo de tecnología de punta con la fabricación de motores, sistemas de movimiento, en la primera etapa de la planta aproximadamente 400 empleados con una proyección a dos años de 2000 empleados.

Murakami, empresa japonesa especializada en la fabricación de espejos retrovisores, invertirá más de 25 millones de dólares en la generación de un aproximado a 500 empleos.

Factoría KFC, fabricantes de forjado en frío invertirá un total de 18.2 millones de dólares en el estado de Zacatecas para el 2014 ocupando 100 empleos de mano de obra zacatecana hasta el momento.

Ahresty, industria japonesa, genera más de 400 empleos directos, proyectando un crecimiento para el 2015 en el estado y la cual se encuentra en el Parque Industrial Guadalupe.

Yulchon, primera empresa de capital coreano, invertirá 25 millones de dólares, en la generación de 300 empleos teniendo como límite hasta el 2015. Quiénes fabricarán tubos de acero al carbono en frío (Tubos DOM) para columnas y engranajes de dirección, cilindros de gas, cilindros hidráulicos y amortiguadores de uso en la industria automotriz.

Tachi's empresa de capital japonés, líder en fabricación de asientos automotrices impactó, con la inversión de la aplicación de nuevas tecnologías con un costo mayor a los 3 millones de dólares.

Koide México SA de CV empresa de capital japonés, establecida en noviembre de 2011 en el parque industrial aeropuerto en Morelos Zacatecas, se dedica a la fabricación de tubos de acero de precisión para la industria automotriz con una producción mensual de 2.8 millones de piezas, que cuenta con 56 empleados actualmente y con una proyección a 250 empleados. Esta empresa surtirá partes a Nissan y Mazda.

Linamar automotriz empresa de capital canadiense dedicada a productos de precisión para la transmisión en vehículos, quien firmó acuerdo con el gobierno del estado para instalarse en Zacatecas y generar 600 empleos directos en los próximos dos años.

Entrada Group, empresa maquiladora norteamericana localizada en el Parque Industrial Fresnillo, que actualmente manufactura 14 empresas más, 11 relacionadas con el ramo automotriz y 3 enfocadas en el ramo aeronáutico generando un aproximado a 1300 empleos:

Tabla 12. Listado de empresas que componen Entrada Group en Fresnillo, Zacatecas.

| Empresa | Sector | Descripción |
|---|----------------------------|---|
| Cable Manufacturing & Assembly Co. | Automotriz, Medica, Marina | Manejo y control de Cableado mecánico |
| Bowles Fluidics Corporation | Automotriz y Autopartes | Boquillas para inyector |
| D & M | Automotriz | Bocinas |
| M & G | Aeronáutico | Arneses para alambrado y cableado |
| MC Assembly | Autopartes | Tarjetas de circuitos electrónicos para la industria gasolinera. |
| Meggitt Aircraft Braking Systems | Aeroespacial | Sistemas de frenado para aviones. |
| Pacific Insight Electronics | Automotriz, Transporte | Productos de control para iluminación y electrónica |
| Westbrook Manufacturing | Automotriz | Componentes de volantes, producción de arneses para bolsas de aire. |
| Gilbarco Veeder | Automotriz | Bombas de gasolina |
| Tricon | Automotriz, Medica | Productos plásticos para la industria automotriz y médica. |
| Tal-Port | Automotriz | Arneses |
| Johnson Rubber | Automotriz | Manufactura de partes automotrices plásticas |
| Electrex | Aeronáutica | Arneses para la industria de maquinaria pesada y aeronáutica. |

Fuente: CamBioTec, 2014

Sector Aeroespacial

Los principales actores del sector aeroespacial en el mundo²⁵ son Boeing, Airbus, EADS (European Aeronautic Defense and Space Company), Bombardier, Embraer, AVIC (Aviation Industry Corporation in China), COMAC (Commercial Aircraft Corporation of China) y MITSUBISHI Aircraft Corporation (MJET), sus oportunidades de mercado son²⁶:

1. BOEING: Del 2008 al 2018, producirá 3,949 aviones para el segmento de pasillo único (modelo B737), y 1,953 para el de pasillo doble (modelo B 767/777/787).
2. EADS: (European Aeronautic Defense and Space Company) Del 2008 al 2018, entregará 4,356 aviones para el segmento de pasillo único (A320) y 1,354 para el de pasillo doble (A330-340-350-380)
3. BOMBARDIER: Hay oportunidades en los siguientes programas civiles:
 - Bombardier CSeries (CS100–33 pedidos y el CS300-57, los cuales se prevén entren al mercado en el 2013).
 - Bombardier Learjet 85 (Existe un pedido de 60 modelos por un monto de 17.2 mill. de dólares).
 - Bombardier Challenger 300 & Learjet NXT, Bombardier Dash8-Q400X (Pendientes de entregar 62 aviones para el 2013–2014).
4. EMBRAER: Existirá una demanda de 6,875 aeronaves para los próximos 20 años (2010-2029) con un valor de 200 mil millones de dólares, alguno de los modelos que podrán requerirse son:
 - Comerciales:
 - Embraer EMB 110, 120, 145, 170, 175, 190, 195
 - Embraer/FMA CBA 123 Vector
 - Familia ERJ 145

²⁵ Pro-Aéreo 2012-2020 Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial, FEMIA, Secretaría de Economía

²⁶ *Ibidem* 17.

- Familia Embraer E-Jets, Phenom 100, 300, Legacy 600, Lineage 1000
 - Militares:
 - Embraer EMB 312, EMB 314
 - AMX International AMX
 - Embraer KC-390 (En desarrollo)
 - Variantes militares de la familia Embraer ERJ 145, Ejecutivos
 - Fumigadores:
 - Embraer EMB 202 Ipanema
5. AVIC (Aviation Industry Corporation in China): Producirá 150 jets regionales de 2008 al 2018.
6. COMAC (Commercial Aircraft Corporation of China): Actualmente se encuentra creando dos nuevos aviones, los cuales iniciarán entrega en el año 2016:
- El Jet C919
 - El avión regional ARJ21
7. MITSUBISHI Aircraft Corporation (MJET) Producirá el Jet Regional Mitsubishi.
- Su principal cliente será la compañía de vuelo “All Nippon Airways”.
 - Espera vender 1,000 jets en los próximos 20 a 30 años.
 - Hará 102 entregas de 2008 a 2018.
- Mitsubishi Regional Jet

Sector de proveeduría Minera

Tabla 13. Listado de empresas de proveeduría en Zacatecas.

| Empresa | Giro del negocio |
|----------------|-------------------------------------|
| Actlabs | Laboratorio de análisis de muestras |
| Afisa | Fabricación de bola para molienda. |

| | |
|-------------------------------|---|
| Aguiluc-Rock Bolt | Sostenimiento de roca |
| Alonzo Ayala Jose Manuel | Obra civil |
| Bufete de la Plata | Comercializadora de equipo para la minería. |
| Carlos Daniel Dávalos | Transportista |
| Cavi | Empresa de Servicios construcción y mantenimiento de Plantas de Procesamiento de Minerales. |
| Cofemar | Comercializadores de centros de tableros de distribución, carga, PLC's |
| Concreto lanzado de Fresnillo | Construcción y desarrollo de obra minera |
| Condumex | CEDIS, Cable y Transformadores y soluciones en instalaciones eléctricas |
| Devora Castorena Rosalio | Obra Civil |
| Dicom | Desarrollos mineros y obra civil |
| Digiligth | Iluminación led. |
| Dominguez Chairez Jorge | Mantenimiento |
| Anclas Mineras de Sombrerete | Fabricación de anclas para mina. |
| Emerson Process Management | Automatización de procesos. |
| Encinales | Fabricación de anclas para sostenimiento de roca |
| Fafsa | Construcción, estructuras metálicas, pailería, montaje de equipo |
| Taller El Bara | Tornos y Maquinados |

| | |
|----------------------------------|--|
| Flores Adame Pedro | Obra Civil |
| Flores Mayorga Maria Luisa | Soldadura |
| Taller Abdul01 | Mantenimiento |
| Gufer Minero | Sarpeo de mina |
| Hector Segura Torres | Obra Civil |
| Hegi Mineros | Robins |
| Heriberto Silva | Fragua, paileria, soldadura y estructuras |
| Instalaciones electricas Medina | Instalaciones Eléctricas |
| Invensys | Automatización de procesos. |
| Javier Barrios Serrano | Mantto. Mec. Ind. , Paileria y soldadura |
| Jorge Canché González | Obra Civil |
| Juan Antonio Martínez | Transportes de carga |
| Juventino Arteaga | Mantenimiento especializado Maquinas Exploradoras y Servicio anclaje en mina |
| Lasec | Telecomunicaciones y redes. |
| Mantenimiento en Minas Rodríguez | Mantenimiento |
| Maquinaria y tren de potencia. | Suministro, Reparación de Trend e potencia Spicer. |
| Maya producciones | Imagen y video |
| Minero Diesel de México | Venta y reconstrucción de equipo y Tubería |
| Mitsubishi | Brocas y acero de barrenación. |
| Multiled | Medición, control componentes. |
| Multiservicios | Multiservicios |
| Ortiz Medina Alejandro | Venta equipo, |

| | |
|----------------------------------|--|
| | agregados |
| Perforservice | Servicios de barrenación |
| Petroseal | Sustitución de importaciones fabricación de piezas de plástico |
| Pintutas Mitos | Aplicación de pinturas e impermeabilizantes |
| Remsa | Reparación y mantenimiento preventivo motores transformadores y bombas |
| Seminco | Desarrollo |
| Sanizac | Servicio Sanitarios Portátiles |
| Servicios Luna | Encalado de mina |
| Servicios Mendiola | Servicios eléctricos Automotriz |
| Servicios Mineros de Fresnillo | Obra minera y servicios mina |
| Servicios Quetzal | Construcción y Servicios |
| Servicios Topo | Taller de mantenimiento y reconstrucción de equipo minero. |
| Servimolina | Servicios, Operación y partes para perforación de roca |
| Soldadura Valente | Mantto. Mec. Ind. , Paileria y soldadura |
| Soldadura Valente | Confeción de Ropa Industrial |
| SRK | Consultora |
| Taller multiservicios Rossmack | Servicios electricos Automotriz y Reconstrucciones de equipos Marca PAUS |
| Taller y Servicio Eléctrico Luna | Instalaciones eléctricas. |
| Tecmin | Servicios de exploración |

| | |
|--|--|
| Trasportes de carga hermanos Rodríguez | Transportista y Materiales pétreos |
| Víctor Manuel Alvarado | Obra minera y servicios mina |
| Vigilancia de Fresnillo | Servicios de Vigilancia |
| Atlas Copco | Equipo de producción |
| Flsmidth | Molinos, celdas de flotación |
| Recicladora del Mineral | Fundición |
| Acercrom | Fundición |
| Multiservicios Industriales GUCE | Soldadura y Mantenimiento |
| Sedemaq | Tornos y Maquinados |
| Rubberline de México | Recubrimientos Ahulados |
| Walden Group | Equipo de producción minera y de servicio |
| Centro Diesel Profesional | Taller de mantenimiento y reconstrucción de equipo minero. |
| Fundición SaVal | Fundición |
| Maquinados Guera | Fabricación de piezas especiales |
| RJ Mecánicos | Taller de mantenimiento y reconstrucción de equipo minero. |
| Tip Top Industrial del Centro | Bandas, Ahirlados |
| Selcom | |
| Metal Mecanica de Fresnillo | Taller de torno, maquinados y soldadura |
| Taller Campoy | Taller de mantenimiento y reconstrucción de equipo minero. |
| Taller Amox | Taller de Soldadura |
| Juguer | Manejo de Residuos |
| Taller Tejada Silva | Reparación y reconstrucción de bombas |

| | |
|------------------------------|--|
| Ammmec | Asesoría, Montaje y Mantenimiento Mecánico |
| Taller Rios | Taller de mantenimiento y reconstrucción de equipo minero. |
| Servicios Mineros de México | Contratista de obra minera |
| SICIE | Mantenimiento |
| Soldadura y Materiales CE&JA | Soldadura |

Fuente: CamBioTec, 2014

3.3.2. Asociaciones que agrupan a las empresas del sector

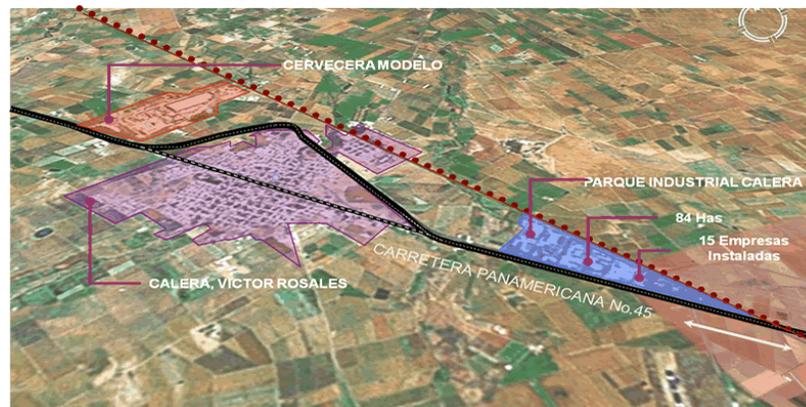
- Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, A.C.
- Asociación Mexicana de Distribuidores de Auto- motores, AC
- Unión de Técnicos Automotrices de Guadalupe Zacatecas A.C.
- Cámara Minera de México
- Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero
- Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México
- Asociación de Mineros de Sonora
- Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros
- Asociación Nacional de fabricantes de Cal
- Asociación Mexicana de la Industria Salinera
- Asociación Nacional de Directores de Minería
- Sociedad Geológica Mexicana
- Centro Aeroespacial de Zacatecas
- Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas
- Dirección General de Aviación Civil DGAC
- Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial FEMIA

- Consejo Mexicano de Educación Aeroespacial COMEA
- AGENCIA ESPACIAL MEXICANA (AEM)

3.3.3. Clústeres y parques industriales

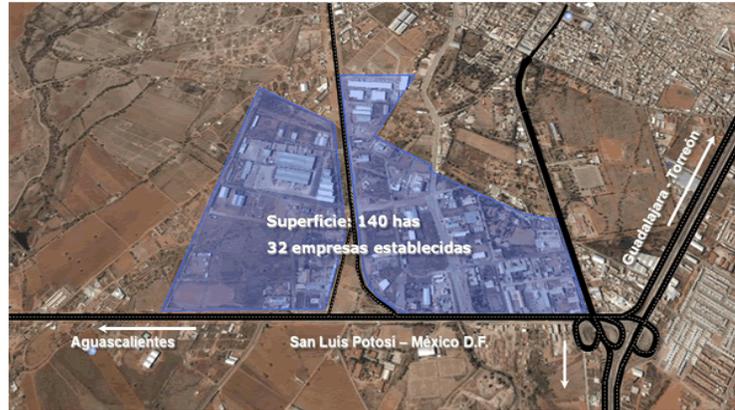
En cuanto al sector de proveeduría minera se encuentra el CLUSMIN “Clúster Minero de Zacatecas A.C.” el cual fue el primero a nivel nacional dando inicio a sus funciones en 2011. En cuanto al resto de los sectores por el momento cuentan únicamente con los siguientes parques industriales mostrados a continuación pero no se ha formado aún algún clúster que encierre las funciones de la manufactura avanzada.

Ilustración 27. Parque Industrial de Calera



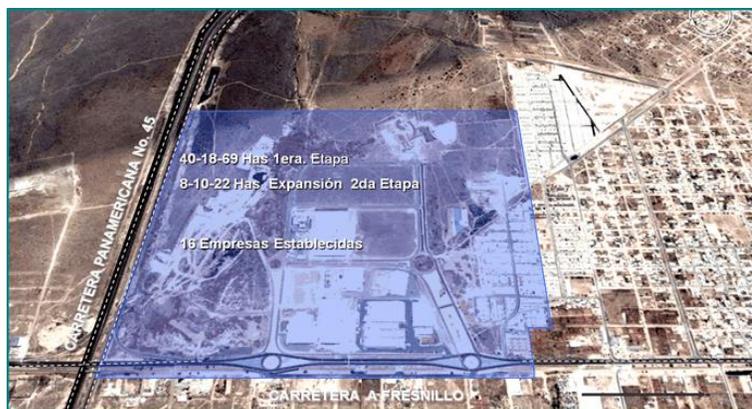
- ✓ Tiene 44 lotes, se encuentra a 23 km de Zacatecas, 30km de Fresnillo y 142 km de Aguascalientes.
- ✓ Su distancia a los puertos más cercanos serían a Mazatlán 625km, Tampico 607km y Manzanillo 660km.
- ✓ A las fronteras más cercanas tiene una distancia a Reynosa de 663km, Nuevo Laredo 671km y Matamoros a 761km.
- ✓ 10 Empresas establecidas, genera 1900 empleos en general contando a las empresas de otros sectores.

Ilustración 28. Parque Industrial de Guadalupe



- ✓ Cuenta con 202 lotes, se encuentra a 12km de Zacatecas, 127km de Aguascalientes y 193km a San Luis Potosí.
- ✓ Su distancia a los puertos más cercanos serían a Mazatlán 663km, Manzanillo a 723km y Tampico 645km.
- ✓ Queda a 676km de Reynosa, 664km de Nuevo Laredo y 774km de Matamoros, las fronteras más cercanas.
- ✓ Tiene 32 empresas en general contando a las que no son del ramo automotriz.
- ✓ Genera 1185 empleos.
- ✓ Ahresty Mexicana S.A. de C.V. es la única del sector automotriz.

Ilustración 29. Parque Industrial de Fresnillo



- ✓ Cuenta con 72 lotes, se encuentra a 380km de Guadalajara, 518km de Monterrey y 673km de México, D.F.
- ✓ Sus puertos más cercanos serían, 600km a Mazatlán, 660km a Manzanillo y 582km de Tampico.
- ✓ Queda a 621km de Nuevo Laredo, 613 de Reynosa y 711km de Matamoros sus fronteras más cercanas.
- ✓ Son un total de 14 empresas, 11 ligadas al ramo automotriz y 3 al sector aeroespacial.
- ✓ Genera 1300 empleos.

Ilustración 30. Parque Industrial Aeroespacial



- ✓ En su primera fase solamente se encuentra la empresa Triumph y frente a éste parque industrial también se ubica la empresa generadora de sistemas de motores para automóviles Jhonson Electric.

3.4. Evolución de apoyos en el área de especialización

En Zacatecas, los planes estatales de desarrollo de los últimos cuatro sexenios no contemplan apartados específicos para la industria automotriz pero existen programas como el programa estratégico de desarrollo aeroespacial del estado de Zacatecas, generado en el año de 2009 y que contempla las bases para el desarrollo del parque industrial que permita el desarrollo de los sectores automotriz, servicios a la minería y aeroespacial.

El programa de Pro México para la atracción de inversión extranjera del 2008 al 2011 que confirmo dos proyectos en la industria de autopartes KOIDE México SA de CV y YAMASHITA RUBBER

El actual gobierno ha realizado una intensa gira por China, Corea y Japón en este año 2014 para impulsar la inversión de empresas de estos países en el sector automotriz con lo cual se espera obtener una inversión cercana a 134 millones de dólares y se prevé la generación de 1900 nuevos empleos en lo que resta del sexenio.

El gobierno del estado concretara el megaparque industrial SUMAR 1 y 2 estarán enfocados de manera prioritaria empresas del sector de autopartes y aeroespacial como un acuerdo de participación coordinada entre los sectores productivos, gobierno estatal y la secretaria de economía federal.

El gobierno del estado desde el año de 2008 emprendió el esfuerzo por atraer empresas del sector aeroespacial, para lo cual en ese año se realizaron gestiones y se aportaron incentivos muy fuertes para que empresas del sector se establecieran en Zacatecas, es así como la empresa Triumph Group decidió llegar a Zacatecas con un conjunto de 11 empresas más. Al mismo tiempo el estado se comprometió a generar las condiciones para preparar jóvenes con las características deseadas por este tipo de empresas y aportar recursos para la generación del Centro Aeroespacial de Zacatecas en conjunto con la Universidad Tecnológica del estado de Zacatecas.

El estado ha realizado una fuerte apuesta a estas empresas construyendo el parque aeroespacial, que a su vez, quedará integrado al megaparque industrial SUMAR 1.²⁷

3.4.1. Política pública federal y/o estatal

Es importante destacar los decretos a los que se sometió el sector automotriz en México:

- 1962, Se estableció un marco regulatorio donde se señalaba la importancia de fomentar la producción doméstica y reducir el déficit comercial. El decreto destacaba que un 60% tenían que ser plantas de montaje mexicanas y el 40% para inversionistas extranjeros, sin límite de producción.
- 1972, Se estableció que las importaciones debían ser balanceadas con las exportaciones las cuales debían contar al menos con un 40% de partes no producidas por la planta ensambladora.
- 1977, Se creó un nuevo mecanismo para la balanza de pagos, el cual estableció que cada planta ensambladora tenía que incrementar sus exportaciones para saldar sus importaciones.

²⁷ Los apoyos otorgados y las dependencias que participan a nivel federal se muestran en el apéndice B.

- 1983, Se estableció un nuevo decreto el cual tenía la finalidad de que las empresas automotrices contaran con un saldo cero en la balanza comercial.
- 1989, Se estableció un nuevo decreto que llevaba como finalidad proveer a los consumidores de un carro pequeño a precio accesible.
- 1989, Se decretó por parte del Presidente Carlos Salinas de Gortari para la modernización de la industria automotriz que modificó radicalmente las condiciones de producción y la demanda de la industria ya que permitía una apertura gradual del mercado interno.
- 1994, Se emitió un nuevo decreto para los autobuses, camiones y vehículos, el cual estipulaba la eliminación de aranceles y barreras arancelarias.
- 1994, Entra en vigor el Tratado de Libre Comercio de América del Norte. Dónde se prometía la liberación de la industria automotriz para el 2004.
- 2003, Se estableció el decreto para el apoyo de la competitividad de la industria automotriz y el impulso al mercado interno de automóviles.
- 2012, Se reconoció a México como el noveno país más importante de producción automotriz.

En Zacatecas, los planes estatales de desarrollo de los últimos cuatro sexenios no contemplan apartados específicos para la industria automotriz pero existen programas como el programa estratégico de desarrollo aeroespacial del estado de Zacatecas, generado en el año de 2009 y que contempla las bases para el desarrollo del parque industrial que permita el desarrollo de los sectores automotriz, servicios a la minería y aeroespacial.

El programa de Pro México para la atracción de inversión extranjera del 2008 al 2011 que confirmo dos proyectos en la industria de autopartes KOIDE México SA de CV y YAMASHITA RUBBER

El actual gobierno ha realizado una intensa gira por China, Corea y Japón en este año 2014 para impulsar la inversión de empresas de estos países en el sector automotriz con lo cual se espera obtener una inversión cercana a 134 millones de dólares y se prevé la generación de 1900 nuevos empleos en lo que resta del sexenio.

El gobierno del estado concretara el megaparque industrial SUMAR 1 y 2 estarán enfocados de manera prioritaria empresas del sector de autopartes y aeroespacial como un acuerdo de participación coordinada entre los sectores productivos, gobierno estatal y la secretaria de economía federal.

El gobierno del estado desde el año de 2008 emprendió el esfuerzo por atraer empresas del sector aeroespacial, para lo cual en ese año se realizar gestiones y se aportaron incentivos muy fuerte para que empresas del sector se establecieran en Zacatecas, es así como la empresa Triumph Group decidió llegar a Zacatecas con un conjunto de 11 empresas más. Al mismo tiempo el estado se comprometió a generar las condiciones para preparar jóvenes con las características deseadas por este tipo de empresas y apporto recursos para la generación del Centro Aeroespacial de Zacatecas en conjunto con la Universidad Tecnológica del estado de Zacatecas.

El estado ha realizado una fuerte apuesta a estas empresas construyendo el parque aeroespacial, que a su vez, quedará integrado al megaparque industrial SUMAR 1.

4. ANÁLISIS FODA DEL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN

4.1. Fortalezas

Amplia proveeduría Tier 1 cerca del estado

Experiencia exportadora y ventajas derivadas del acceso preferencial a países con TLC

Calidad de la manufactura y sistemas de fabricación flexible

Incremento de la capacidad instalada, debido a las inversiones en la industria

Mano de obra calificada con experiencia en los sectores metalmecánico, eléctrico, electrónico y plásticos

Cada vez más centros tecnológicos y de Ingeniería con capacidades de mayor generación de valor

Importante producción minera

4.2. Oportunidades

Mercado interno potencial

Ubicación geográfica privilegiada para la atracción de Inversiones

Institutos Tecnológicos y Universidades enfocadas a la manufactura avanzada a nivel regional

Mercado potencial

Renovación del parque vehicular con vehículos nuevos

Atracción de nuevas inversiones en manufactura y proyectos de ingeniería con esquemas de incentivos Competitivos

Establecimiento de la infraestructura para la para la manufactura avanzada

4.3. Debilidades

Oferta limitada de proveeduría nacional en algunos segmentos de la manufactura avanzada

Falta de normas (estándares) de competencia laboral para técnicos e Ingenieros, que faciliten la contratación en el sector

Hace falta realizar mayor investigación en manufactura avanzada

4.4. Amenazas

Riesgo a perder mercado internacional

Incremento en los costos para el cumplimiento de nuevos estándares ambientales

Competencia desleal de proveedores que no cumplan con la regulación establecida

Cambio de preferencias del consumidor por la inseguridad

Volatilidad del tipo de cambio

Pérdida de nuevas inversiones en manufactura e ingeniería por falta de incentivos competitivos

Afectación a la competitividad de las empresas por escasez, mala calidad y alto costo de la energía eléctrica

Caída en la demanda de autos a nivel internacional

5. MARCO ESTRATÉGICO Y OBJETIVOS DEL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN

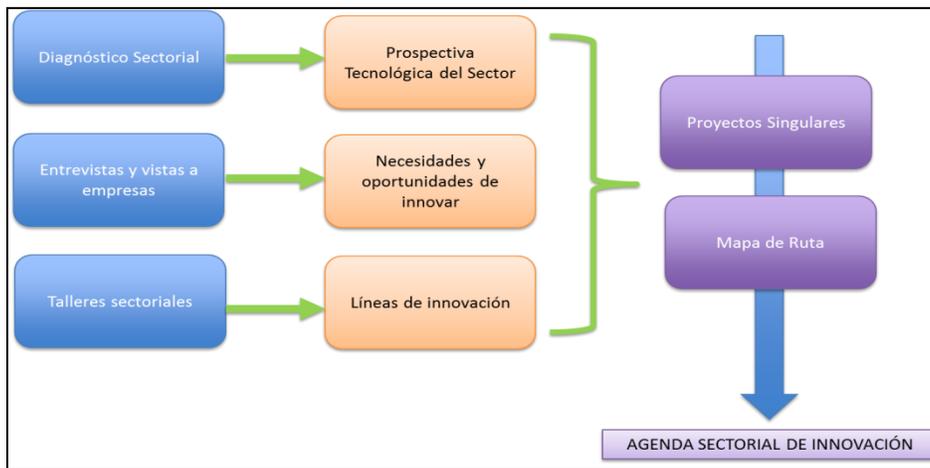
La elaboración de la Agenda Estatal de Innovación del área Manufactura Avanzada en Zacatecas, se sustenta en la metodología de Estrategias de Investigación e Innovación para la Especialización Inteligente RIS3 (por sus siglas en inglés). Esta metodología plantea utilizar los recursos locales de forma eficiente con la colaboración y consenso de las autoridades nacionales y regionales, para crear estrategias de desarrollo en innovación e investigación que permitan el crecimiento y desarrollo económico de un territorio.

La RIS3 permite: i) Identificar las características, fortalezas y activos exclusivos de cada entidad o región; ii) Destacar ventajas competitivas; iii) Involucrar actores y recursos regionales en torno a una visión de excelencia de su futuro; iv) Fortalecer los sistemas regionales de innovación; v) Maximizar los flujos de conocimiento; y vi) Responder a retos económicos y sociales. (FUMEC, 2014).

El uso de esta metodología permitió desarrollar un plan de trabajo que consistió en realizar investigación documental a través de revisión bibliográfica, hemerográfica, bases de datos y estadísticas; así como analizar información primaria obtenida mediante la realización de reuniones de trabajo, entrevistas, visita a empresas y talleres con los actores representantes de los sectores: gobierno, empresa y academia del Estado.

La información que se obtuvo permitió identificar las necesidades o deficiencias del sector, mediante el análisis de la prospectiva tecnológica para la manufactura avanzada a nivel mundial. Con base en lo anterior, se plantearon líneas de innovación sobre áreas de especialización identificadas para el sector manufactura avanzada en Zacatecas. Posteriormente, el trabajo de campo proporcionó información muy valiosa, se priorizaron las líneas de innovación y se establecieron proyectos específicos incluidos en la agenda para su desarrollo en áreas seleccionadas.

Ilustración 31. Esquema de la metodología de trabajo para integrar la Agenda Sectorial



Fuente: CamBioTec, 2014

De forma complementaria a la revisión documental, los resultados directos de los talleres sectoriales reflejaron una serie de problemáticas y oportunidades en materia de innovación para el sector, que pueden solucionarse mediante su implementación en los procesos, productos, comercialización u organización. A continuación se presenta la relación de estos resultados y las propuestas de innovación para el desarrollo económico de la Manufactura Avanzada en Zacatecas. (Ver tabla 14).

Tabla 14. Identificación de los problemas y propuestas de innovación en Manufactura Avanzada.

| Problema tecnológico y/o de innovación | Origen del problema | Impacto en el sector | Propuestas de innovaciones para solucionar los problemas |
|---|--|---|---|
| Falta de personal capacitado para el sector de autopartes. | No hay programas específicos en el Estado que generen una cultura alrededor del sector automotriz. | Falta de Recursos Humanos, se recurre a la búsqueda de talentos fuera del Estado. | Establecer un vínculo entre Industria-Academia, apoyados por cursos de capacitación y carreras específicas ligadas con éste sector. |
| No existe un centro de capacitación en maquinado, la gente llega sin ninguna | No existe un centro de capacitación en maquinado específico | Costos elevados por envío a personal a otros lugares para | Diseño de producto y programación de máquinas CNC en base a |

| | | | |
|---|--|---|--|
| preparación previa y el costo por capacitación para las empresas es muy alto. | para el sector automotriz. | capacitación. | CATIA |
| Falta de proveedores en el Estado | No existe un programa que atraiga la inversión. | Los costos por logística son muy altos e incluso peligran la movilidad del material a causa de factores externos. | Establecer un programa de inversión para poder atraer a los proveedores al Estado. |
| Falta de desarrollo de proyectos tecnológicos | No existe vínculo con investigadores o expertos que ayuden a desarrollar proyectos de innovación en el Sector. | Se recurre a laboratorios en el extranjero. | Fortalecer el vínculo con investigadores y líderes de la industria. |
| Baja capacidad tecnológica de apoyo a estudiantes que son el futuro de la innovación y producción | Planes de estudios deficientes, personal docente con bajo nivel académico y sin experiencia laboral, recursos mal empleados. | El gran costo de la curva de aprendizaje. | Programas en relación industria-academia. |
| Actualmente el costo de energía eléctrica, es alto y el mayor costo de una planta concentradora es esta. | Disminuyen o se agotan los insumos para producir la energía eléctrica, y no existe otro tipo de energía que compita. | Mayores costos de producción y menor rentabilidad de las empresas. | Interactuar directamente con el Sector de Energías Renovables. |
| Falta de personal enfocado en la gestión de la innovación de las empresas manufactureras | El bajo nivel educativo de nuestro personal y también la falta de visión de los líderes en este sentido | Los programas de innovación que se desarrollan en las empresas se adquieren de otros países y esto provoca altos costos de operación. | Establecer posgrados enfocados a la innovación. |
| Sistemas expertos muy genéricos que no se adoptan a las operaciones | No se tiene desarrollo del conocimiento de la operación a las minas Zacatecanas por ello no se tienen sistemas expertos con el conocimiento de nuestro personal. | Utilizaciones bajas de sistemas y altos costos por traer técnico de Canadá, que viene a preguntarnos lo que queremos y programarlo como su desarrollo en su sistema y cobrando buen dinero. | Fortalecer el vínculo con investigadores y líderes de la industria. |

Fuente: CambioTec, 2014

De acuerdo con el trabajo de campo y de gabinete, se define el objetivo sectorial para la Manufactura Avanzada de Zacatecas:

- *Identificar los ejes estratégicos de acción para detonar actividades de innovación que potencialicen la competitividad de la industria; para ello se toma en cuenta la vocación del estado y las oportunidades de mercado nacional e internacional que se vislumbran.*

6. NICHOS DE ESPECIALIZACIÓN

Los nichos de especialización de la manufactura avanzada en el estado de Zacatecas, se identificaron con base en el diagnóstico del sector y del análisis de resultados de la información que proporcionaron los actores sectoriales, participantes de las actividades que se realizaron.

De acuerdo con las condiciones económicas, capacidades técnicas, profesionales y el aprovechamiento de recursos locales; así como de los resultados obtenidos en los talleres del sector, los nichos de especialización identificados para esta área son:

Tabla 15. Justificación y objetivos tecnológicos de los Nichos de especialización en Manufactura Avanzada de Zacatecas.

| Nicho de especialización | Justificación (oportunidad que aborda o problema que soluciona) | Objetivos tecnológicos |
|------------------------------------|--|--|
| Automotriz- Autopartes | Uno de los principales problemas de este nicho es la falta de personal especializado para el diseño de productos maquinados y puesta en marcha de procesos eficientes. Por ello, la atención de este nicho permitirá generar mano de obra altamente calificada, capaz de desarrollar procesos y productos de alta calidad. | Formar personal especializado en control numérico y simulación en computadora. Software para análisis numérico Desarrollar técnicas de maquinado de alta precisión |
| Aeroespacial | La industria aeroespacial requiere el fortalecimiento de su masa crítica, para ello, es indispensable el trabajo conjunto de las IES, CI, empresas y gobierno, para garantizar en un plazo considerado el desarrollo de una industria en potencia. | Desarrollar planes de estudio acorde a las necesidades del área. Fortalecer el conocimiento de los egresados técnicos y profesionales, con la realización de prácticas, ya sea a nivel nacional o internacional. Desarrollar conocimiento y tecnologías a través de la investigación en el área. |
| Proveeduría para la Minería | El estado requiere fortalecer la proveeduría de equipo y herramientas para la industria minera, por ello, este nicho permitirá fortalecer las capacidades y conocimiento de los proveedores. | Generar conocimiento y tecnología para desarrollar la proveeduría minera para satisfacer la demanda de excavadoras subterráneas y robóticas, servicios de digitalización e imágenes de satélite para detectar reservas de mineral y servicios de biótica entre |

| | | |
|--|--|--------|
| | | otras. |
|--|--|--------|

Fuente: CamBioTec, 2014

Una vez seleccionados los nichos de especialización, es conveniente determinar los objetivos de éstos, los cuales están encaminados a apoyar el desarrollo del área manufactura avanzada en la entidad:

- Mejorar la competitividad de la cadena productiva del sector, mediante la generación y aplicación de conocimiento y tecnologías.
- Desarrollar oportunidades de negocio de proveedores locales, a través del fortalecimiento de las pequeñas y medianas empresas.
- Fomentar la IED en las actividades de la manufactura avanzada.

7. CARACTERIZACIÓN DE PROYECTOS PRIORITARIOS Y PLAN DE PROYECTOS

Los proyectos estratégicos se caracterizan por contribuir al desarrollo de un nicho de especialización o de estructuración, atendiendo una demanda estatal o regional. Su ejecución debe vincular a varias instituciones, así como puede implicar un alto volumen de recursos financieros.

A continuación se presenta la descripción de los proyectos y la ilustración general del mapa de ruta respectivo, por cada Nicho en el Área de Especialización en Manufactura Avanzada de Zacatecas.

7.1. Descripción de Proyectos

7.1.1. Desarrollo de un Centro de Diseño y Capacitación en Maquinado de alta Precisión

Objetivo del proyecto: Este programa procura fortalecer la capacidad de la industria y de sus proveedores locales en el área de máquinas y herramientas, para desarrollar habilidades en el personal técnico del sector con los más altos estándares mundiales de calidad, en tecnologías de vanguardia y en las diferentes especialidades de las máquinas herramientas.

Justificación del proyecto: Uno de los grandes problemas técnicos para el desarrollo de nuevos productos y procesos en las empresas del sector en Zacatecas, es la falta de investigación sobre el diseño de productos maquinados y puesta en marcha de procesos

eficientes. Así como la falta de personal especializado. En este sentido se requiere trabajar en el desarrollo de mano de obra altamente calificada, capaz de desarrollar procesos y productos de alta calidad. Por ende, la participación de las empresas en este proyecto es indispensable para conocer sus necesidades, capacidades y propuestas.

Descripción del proyecto: Se requiere trabajar en el desarrollo de personal altamente calificado, capaz de desarrollar procesos y productos de alta calidad. El Centro de Diseño ofrecerá servicios de préstamo de laboratorio y equipo de pruebas para la Industria Automotriz-Autopartes; en el corto plazo iniciará solamente con el desarrollo de pruebas estáticas (metrología, masa, volumen, dimensiones, seguridad pasiva) y en el mediano y largo plazos brindará servicios de mayor especialización, como: pruebas dinámicas y estáticas de componentes automotrices, pruebas de materiales y subsistemas, pruebas de impacto destructivos en componentes y diseño de troqueles

En particular, las habilidades y conocimientos requeridos en el estado son en Diseño de producto y programación de máquinas CNC en base a CATIA, para ello se requiere una oferta de cursos y diplomados en las siguientes áreas específicas:

- Control estadístico de proceso (conceptos, herramientas y procedimientos para llevar a cabo el control estadístico de proceso de maquinado en las diferentes etapas de producción).
- Programación y taller de control numérico (programación manual en lenguaje de control numérico y simulación en computadora para la fabricación de piezas mecánicas, por lo menos en fresadora, centro de maquinado y torno de control numérico).
- Control secuencial de procesos (analizar, diseñar y armar circuitos básicos de control secuencial utilizados en los procesos de automatización industrial).

- Técnicas modernas de maquinado de alta precisión (mecanizado de alta velocidad, mecanizado láser, electroerosión, rectificado con doble disco, entre otros).
- Seguridad en el proceso de troquelado (aplicar las medidas de seguridad e higiene en el proceso del troquelado).
- Principios de estampados de materiales (conocerá las propiedades y aplicación de los materiales en el proceso de estampado).
- Introducción a automatización (implementar sistemas de control básicos en la automatización de procesos).
- Metrología Dimensional Básica (elaboración de planos en la herramienta AutoCad).

El Centro de Diseño vinculará proyectos de empresas del sector manufacturero como por ejemplo, diseño de proceso de mecanizado en nuevos productos, desarrollo de prototipos rápidos optimización de procesos, sistemas de producción, y software de simulación.

En el Centro de Diseño se deberá promover la interacción entre miembros del ecosistema de innovación, al colaborar en proyectos de desarrollo de procesos de ingeniería, diseño mecánico y maquinado de precisión. En el centro interactuarán estudiantes de los Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte y Sur, del Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo, de la Universidad Autónoma de Zacatecas, entre otras instituciones que ofrezcan carreras de las áreas de mecánica e ingeniería industrial.

Finalmente es importante mencionar que el Centro de diseño y capacitación, podría estar ligado al Centro Aeroespacial de Zacatecas (CAZ), institución que en años anteriores ha ofrecido Programas de Maquinados Avanzados y que tienen como proyección a corto plazo el ser un Centro de capacitación para las empresas del sector automotriz y aeroespacial.

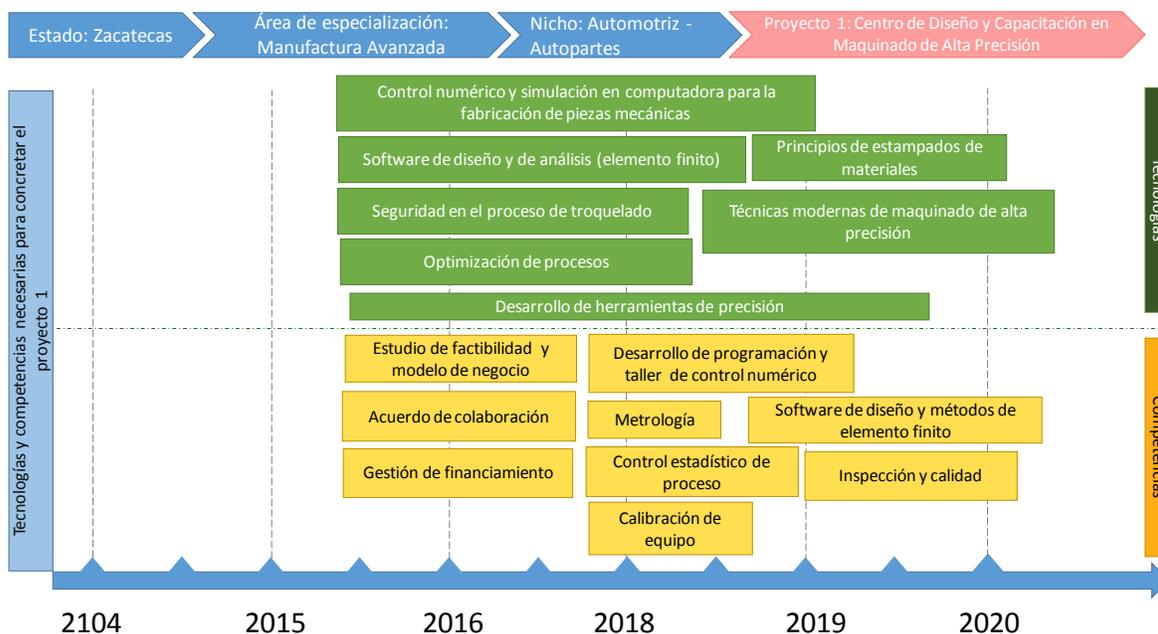
La coordinación de este proyecto podrá estar a cargo de la UAP y el CIMAT. Asimismo, podrán colaborar otras universidades, institutos tecnológicos, centros de investigación, el

clúster minero, empresas y dependencias gubernamentales, como: SEZAC, CEDEZ, COZCYT, SE, CONACYT, entre otras.

Los factores críticos de éxito que se consideraron para el desarrollo de este proyecto son:

- Implementar programas de fomento a la gestión de la calidad e innovación en los productos.
- Fomentar programas de adopción de procesos innovadores para el manejo de nuevos productos, programas y maquinaria que se adapten a las necesidades de la industria.
- Actualización, apego y manejo adecuado de las tecnologías de la información y la comunicación.
- Creación de programas de vinculación industria-industria y academia-Industria para la mejora del capital humano. La vinculación permitirá generar planes integrales y estrategias en pro del desarrollo de la industria.
- Definir estrategias de crecimiento industrial mediante la unión de las empresas, es decir, la creación de un clúster que defina necesidades en común.
- Participación en actividades que se realicen en la cadena productiva.
- Participación de los tres órdenes de gobierno como facilitadores.

Ilustración 32. Mapa de ruta del Centro de Diseño y Capacitación en Maquinado de alta Precisión.



Fuente: CamBioTec, 2014

7.1.2. Estudio del Capital humano y competencias en un horizonte de 15 años.

Objetivo del proyecto: El proyecto busca fortalecer las necesidades formativas de las industrias manufactureras de la entidad, para desarrollar recurso humano especializado para coadyuvar en la articulación de una cadena de valor basada en el conocimiento en las áreas automotriz y autopartes, y aeroespacial.

Justificación del proyecto: Como ya se mencionó, uno de los mayores problemas en el área de manufactura avanzada es la falta de personal especializado. Donde las empresas deben destinar importantes recursos en capacitación para su personal en otros estados del país o en otras partes del mundo. O bien, contratar a personal extranjero para cubrir sus necesidades de producción, mantenimiento, servicios, supervisión, etc.

Descripción del proyecto: En este marco, el presente proyecto es fundamental para generar las competencias que se espera obtener mediante estrategias de diagnóstico, modificación de planes de estudio, formación especializada, educación continua, capacitación, desarrollo de habilidades, uso de las TIC en la enseñanza, formación de redes de conocimiento, mayor vinculación entre los actores del ecosistema de innovación, etc.

El reto de las empresas es entender las necesidades de la demanda, es por eso que el estudio del capital humano no es un gasto sino una inversión, en la creación de nuevas generaciones de personal especializado y gestión de nuevas tecnologías que permitan enmarcarse en los lineamientos de la industria.

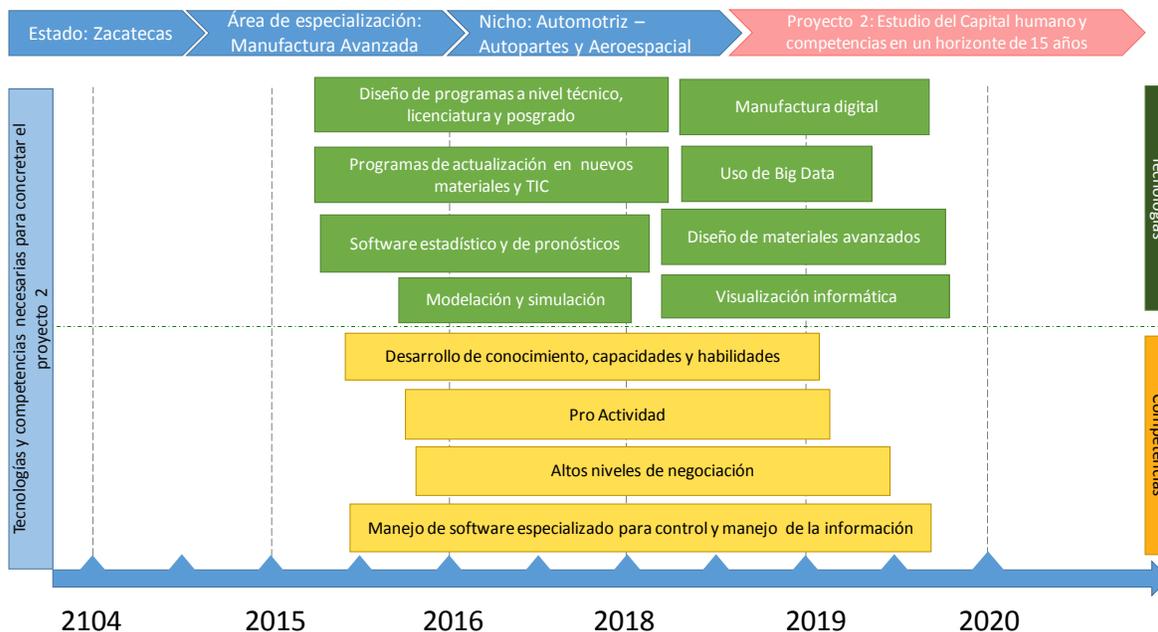
Se espera que esto genere no sólo una ventaja sobre las instituciones, sino también sobre el profesional o técnico que brinde sus conocimientos al sector manufacturero.

La coordinación de este proyecto podrá estar a cargo del IPN en colaboración con la UAZ y la participación de otras IES, CI, empresas, los clústeres minero y TIC y dependencias, como: SEZAC, CEDEZ, COZCYT, SE, CONACYT, entre otras.

Los factores críticos de éxito considerados para llevar a buen fin este proyecto son:

- Mayor vinculación entre los actores que conforman la triple hélice.
- Participación de los tres órdenes de gobierno como facilitadores.
- Contar con infraestructura adecuada.
- Tener un programa de evaluación de buenas prácticas.
- Contar con programas e instrumentos de apoyo al sector.
- Formación de personal altamente especializado.
- La colaboración de CI e IES en diseñar planes de estudio acordes a las necesidades del sector.
- Contar con la certificación del personal especializado.

Ilustración 33. Mapa de Ruta del Estudio del Capital humano y competencias en un horizonte de 15 años.



Fuente: CamBioTec, 2014

7.1.3. Centro técnico para desarrollo de nuevos productos.

Objetivo del proyecto: El programa pretende introducir paquetes tecnológicos para desarrollar conocimiento, nuevas tecnologías, adaptación y transferencia de tecnologías; así como formar capital humano especializado en ingeniería, que permita impulsar el diseño de nuevos productos en la industria manufacturera.

Justificación del proyecto: Generalmente los productos que se utilizan en el país requieren ser fabricados mediante un proceso, el cual necesitan insumos, herramientas y equipamientos que se importan en un elevado porcentaje de los casos, lo cual genera dependencia tecnológica hacia el exterior. El sector de manufactura avanzada en México, está ensamblando sistemas, más que manufacturando partes.

Zacatecas es un estado que por su ubicación geográfica tiene un gran potencial de desarrollo en el sector de manufactura avanzada. Sin embargo, pese a los esfuerzos realizados por la entidad, los avances tecnológicos en la industria manufacturera no han alcanzado el nivel requerido para lograr un mayor crecimiento. En este sentido, para los asistentes a los talleres es muy importante este proyecto para que fomente la innovación tecnológica con el propósito de elaborar nuevos productos que sean competitivos en los distintos mercados.

Descripción del proyecto: El centro tendrá la tarea de formar capital humano ya sea a nivel técnico o profesional, como ingenieros, para desarrollar la tecnología que permita impulsar el diseño de nuevos productos en la industria manufacturera. Los cimientos de este conocimiento tecnológico serán primeramente con la validación del SW. Esto ayudará a que se comprenda su función y posteriormente se amplíen las habilidades para desarrollar códigos de programación en sistemas embebidos y diseño de tablillas electrónicas.

El centro se ocupará de desarrollar tecnologías que incluyen el diseño de materiales avanzados, síntesis y procesamiento, nanomateriales, revestimiento, componentes integrados, modelos computacionales, herramientas de alto rendimiento, robótica industrial usada en ensambles, inspección de productos, pruebas de resistencia, precisión, velocidad, etc.²⁸

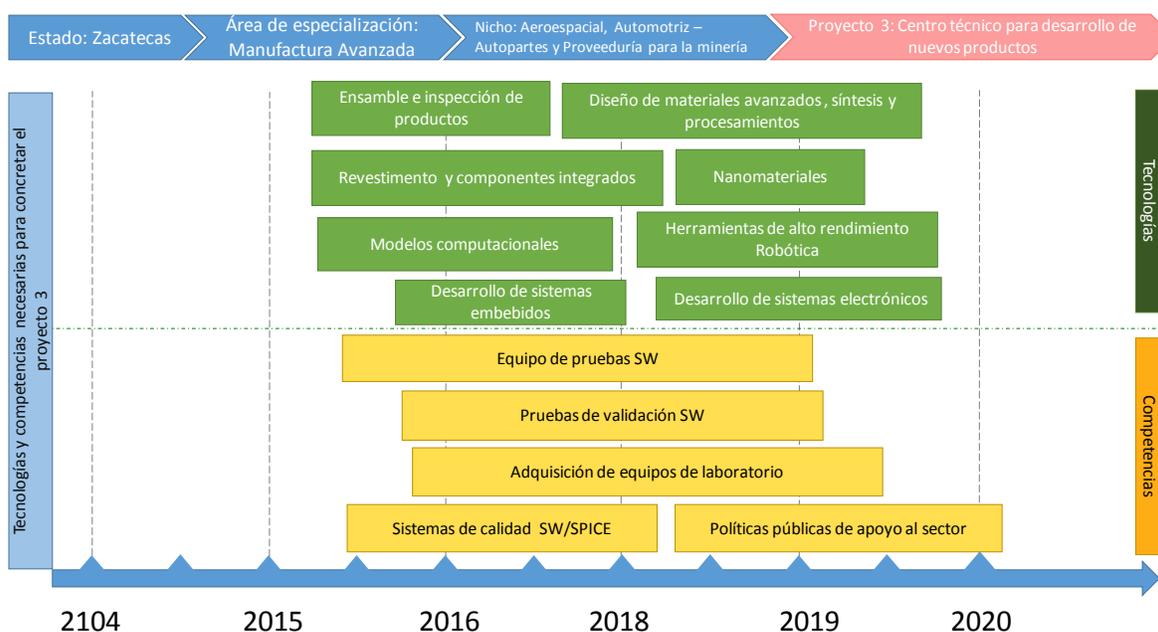
El proyecto podrá ser coordinado por el clúster minero y la UAZ, en colaboración con el clúster TIC. También podrán participar las IES, CI, empresas y dependencias de gobierno, como el SEZAC, CEDEZ, COZCYT, SE, CONACYT, entre otras.

Los factores críticos de éxito que se han considerado para desarrollar este proyecto son:

²⁸http://www.foroconsultivo.org.mx/documentos/iniciativas_estrategicas/programas_iniciativas/manufactura_avanzada.pdf

- Creación de programas de vinculación industria-industria y academia-industria para la mejora el capital humano.
- Colaboración entre centros de investigación presentes en el estado.
- Fortalecimiento del programa de estancias de docentes en el sector productivo.
- La participación de empresas consolidadas para apoyar la formación de recursos humanos mediante programas de estancias industriales para docentes y estudiantes.
- Ajustar planes de estudio para que se alineen con el desarrollo esperado de la industria.
- Estructuración de una cartera de cursos, diplomados y especializaciones para diferentes necesidades de la industria.
- Participación de los tres órdenes de gobierno como facilitadores.
- Contar con programas e instrumentos de apoyo al sector.

Ilustración 34. Mapa de Ruta Centro técnico para desarrollo de nuevos productos.



Fuente: CamBioTec, 2014

7.3. Matriz de proyectos

Tabla 16. Matriz de proyectos del Área de Especialización en Manufactura Avanzada de Zacatecas

| Nicho de Especialización | Proyecto y tipo (Prioritario/ Complementario) | Descripción | Potenciales fuentes de financiamiento |
|---|--|--|---------------------------------------|
| Automotriz - Autopartes | Desarrollo de un Centro de Diseño y Capacitación en Maquinado de alta Precisión. | P Fortalecer la capacidad de la industria y de sus proveedores locales en el área de máquinas y herramientas, para desarrollar habilidades del personal técnico en el sector con los más altos estándares mundiales de calidad, en tecnologías de vanguardia y en las diferentes especialidades de las máquinas - herramientas. | FOMIX, PEI, CLÚSTER INADEM, ProMéxico |
| Aeroespacial, Automotriz - Autopartes | Estudio del capital humano y competencias en un horizonte de quince años. | P Desarrollar recurso humano especializado para coadyuvar en la articulación de una cadena de valor, basada en el conocimiento en las áreas de automotriz - autopartes y aeroespacial. | FOMIX, PEI, CLÚSTER INADEM, ProMéxico |
| Aeroespacial, Automotriz – Autopartes, Proveeduría para la minería | Centro técnico para desarrollo de nuevos productos. | P Crear un centro de diseño de nuevos productos en la industria manufacturera. Los cimientos de este conocimiento tecnológico serán primeramente con la validación del SW. Esto permitirá que se comprenda su función y posteriormente se desarrollen las habilidades para desarrollar un código de programación en sistemas embebidos y diseño de tablillas electrónicas. | FOMIX, PEI, CLÚSTER INADEM, ProMéxico |

Fuente: CamBioTec, 2014

7.4. Propuestas para fortalecer el sistema estatal de innovación en el área Manufactura Avanzada

Un tema esencial para que exista una ejecución adecuada de la Agenda de Innovación es fortalecer la formación de recursos humanos y su especialización en diversas disciplinas y su aplicación al sector. La formación será óptima en el momento en que los recursos humanos puedan incorporarse en proyectos de investigación relevantes, por lo que es de

gran trascendencia que la agenda vaya acompañada de apoyos públicos para becas e investigación.

Se considera que es muy importante cambiar el marco de referencia del sistema y establecer incentivos claros para la vinculación para los investigadores de las instituciones públicas que incluyan estímulos económicos a la innovación para los académicos y un sistema de evaluación académica que tome en cuenta los proyectos de vinculación y los desarrollos tecnológicos.

Es necesario dar mayor difusión a los programas de apoyo a la innovación federales y estatales para que aumente la formulación de proyectos tecnológicos en empresas e instituciones, aprovechando los diferentes fondos de apoyo que ofrece actualmente el gobierno federal.

Contar con una instancia mediadora que favorezca el flujo de información entre los diferentes actores del sistema, que permita consolidar las redes de colaboración, detecte socios de negocios interesados en establecer desarrollos tecnológicos particulares y, además, proporcione asistencia técnica y legal para la realización de proyectos.

Organizar un mecanismo efectivo para que las instituciones de educación superior y los centros de investigación presenten su oferta tecnológica y que al mismo tiempo sirva como espacio para concertar proyectos de colaboración.

Para articular a los diferentes actores del sistema de innovación, facilitar la comunicación, propiciar las interacciones y facilitar el flujo de información se sugiere:

- El establecimiento de una red social, en algún formato electrónico o en una página de internet, con la participación de la agencia de intermediación.
- La elaboración de un catálogo de oportunidades.
- El establecimiento de una oficina estatal de vinculación y transferencia de tecnología.

Las empresas requieren del sistema estatal de innovación:

- Incentivos para establecer colaboraciones con las instituciones del estado.
- Asistencia técnica para el diseño de proyectos.
- Acompañamiento en el establecimiento de contactos y redes de investigación con otras empresas y con las universidades y centros e institutos de investigación
- Asistencia jurídica para la redacción de convenios y contratos.

8. REFERENCIAS

- Amilcar Orlian Fernández Domínguez. (2005). Explicando las exportaciones mexicanas de la industria automotriz. Un análisis de series de tiempo . 15 de Junio del 2005, de Universidad de las Américas Puebla Sitio web: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mec/fernandez_d_ao/portada.html
- Jiménez Sánchez, José Elías. "Un análisis del sector automotriz y su modelo de gestión en el suministro de las autopartes". En: Publicación técnica No. 288, 2006. P.p. 29, 50.
- AT KEARNEY. (2007). "Estudio de la prospectiva tecnológica de la industria automotriz en México". 11 de Enero el 2007 , de Secretaría de Economía Sitio web: http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/ATKearney.pdf
- Carrillo, Jorge. (2009). "La situación de la industria automotriz en México". Octubre 20, 2009, de COLEF Sitio web: <http://www.colef.mx/jorgecarrillo/wp-content/uploads/2012/04/PU336.pdf>
- Guillermo Abdel Musik. (2004). EL SECTOR AUTOPARTES EN MÉXICO. 2004, de ITAM Sitio web: <http://cec.itam.mx>
- Valladolid Ochoa Karen. (Septiembre, 2005). La industria automotriz de México.: México y la Cuenca del Pacífico, 8, 26.
- kpmg.com/automotive. (2014). Markets and consumers: the bigger picture. KPMG's Global Automotive Executive Survey 2014, 1, 64.
- PROMEXICO. (2008). *México: La Industria Automotriz*. Obtenido de http://www.promexico.gob.mx/work/models/promexico/Resource/117/1/images/folleto_automotriz_es.pdf

- INEGI. Banco de Información Económica. INEGI. (31 de enero de 2014). *México en cifras*. Obtenido de 286 Indicadores destacados del Banco de Información INEGI: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx>
- Vicencio Miranda, Arturo. (Enero 2007). La industria Automotriz en México . Contaduría y Administración, *, 248.
- AMIA. Estadísticas de Producción y Ventas
- Diálogo con la Industria Automotriz 2012-2018. AMIA, AMDA, INA, ANPACT.
- Asociación Mexicana de Distribuidores de Automotores, AC.
- Reportero Industrial Mexicano . (2014). "Oportunidades en proveeduría minera". 2014, de Reportero Industrial Mexicano Sitio web: <http://www.rim.com.mx/enfoqueRIM/MINERIA/20/Articulo1.asp>
- Erick Rodríguez Solares. (2012). "Oportunidades de TI en Manufactura Avanzada en México". Agosto, 2012, de SELECT Sitio web: http://www.prosoft.economia.gob.mx/Imagenes/ImagenesMaster/Estudios%20Prosoft/GREF_04.pdf
- Carlos A. Morán Moguel, Alfonso Mayo Hernández, enero 2014. La Ingeniería en la Industria Aeroespacial, Academia de Ingeniería de México.
- OECD (2007), "Overview of the aerospace sector: background", in The Space Economy at a Glance 2007, OECD Publishing.
- OECD and Eurostat (2007), Purchasing Power Parities and Real Expenditures: 2002 Benchmark Year 2004, Edition, OECD, Paris, April
- Pro-Aéreo 2012-2020 Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial, Secretaría de Economía – Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial
- Industria Aeronáutica en México, Marzo 2012, Secretaría de Economía, Dirección General de Industrias Pesadas y de Alta Tecnología.
- "Aerospace Globalization 2.0: Implications for Canada's Aerospace Industry", A discussion paper, noviembre de 2009, AeroStrategy Management Consulty.

- Balanza Comercial. DGIPAT, usando datos de la Dirección General de Comercio Exterior.
- La industria aeroespacial en México: cifras y expectativas, Política digital, Innovación Gubernamental.
- <http://dx.doi.org/10.1787/9789264040847-3-en>
- <http://comtrade.un.org/db/dqBasicQueryResults.aspx?px=HS&cc=88&r=484&p=842&rg=2&y=2012,2011,2010,2009,2008&so=8>
- http://www.economia.com.mx/10_sectoros_donde_mexico_manda.htm
- PROCEI, Competitividad e innovación México – Unión Europea, <http://www.promexico.gob.mx/work/models/promexico/Resource/2060/1/images/Industriaaeroespacial.pdf>

Apéndice

Tabla 17. Tendencia Tecnológica: Obtención de nuevos producto de máxima calidad a un coste razonable.

| SISTEMAS DE UN AUTOMÓVIL | | | | | | | |
|---|---|--|--|--|---|--|---|
| | Propulsión (tren motriz) | Electrónica | Chasis | Carrocería y estructurales | Interiores | Exteriores | Diseño |
| Eficiencia de fabricación y explotación | Desarrollo de materiales y lubricantes avanzados para la reducción de pérdidas por fricción | Desarrollo de procesos de producción de autopartes con TICS y sistema de diseño flexible para disminuir tiempo de desarrollo | Tecnologías avanzadas de automatización en procesos de fabricación | Desarrollo de nuevos sistemas de unión | | | |
| | Implementación de la tecnología de transmisión CVT en vehículos de bajo torque debido a un menor consumo de combustible | Intelligent vehicles (3G/Wi-Fi connectivity, Internet radio, V2V, V2X) | | Nuevos materiales más resistentes y tolerantes al daño | | | Normalización de grandes componentes de vehículos |
| | Turbocompresor | Desarrollo de herramientas inteligentes de apoyo a la fabricación y producción | | Reducción de peso | | | |
| Desarrollo de soluciones | | Desarrollo de sistemas amigables de comunicación e información con el conductor | | | Los sistemas interiores con un valor agregado alto (asientos electrónicos con calefacción y | Tecnologías para la reducción de mantenimiento | Reducción de costos de mantenimiento |

| | | | | | | | |
|-----------|--|--|---|---|---|---|---|
| | | | | | Funciones de confort personalizadas) | | |
| | | Tecnologías de reconocimiento de voz | | | Ocupante Sensing System | | |
| | | Sistemas de estacionado automático | | | HMI avanzada interfaz de voz | | |
| | | | | | Implementación de materiales absorbentes de sonido para mejorar la acústica del automóvil | | |
| | | | | | | | |
| Seguridad | | Sistemas avanzados de protección y retención | Nuevos materiales absorbentes de energía, ligeros y de bajo costo | Balanceo de cargas en la carrocería con materiales más ligeros y de alta resistencia para mayor seguridad | Materiales de resistencia a inflamabilidad, toxicidad y emisión de humos | Nuevos materiales de alto desempeño y resistentes a condiciones difíciles | Diseño avanzado de arquitectura de vehículo y simulación atendiendo criterios de seguridad del pasajero |

| | | | | | | | |
|----------------|---|---|--|---|--|--------------------------|---|
| | | Sistemas de control automático de velocidad | Materiales estructurales de elevada capacidad de absorción de energía | Nuevas tecnologías de frenado | | Luces de alta intensidad | Materiales de mejor resistencia al impacto |
| | | Actuadores y sensores para aplicaciones de seguridad | Materiales de resistencia al impacto | | | | Sistemas de protección contra el latigazo cervical |
| | | Tecnologías de análisis de riesgos, fiabilidad y soporte | | | | | Sistemas de frenado by-wire |
| | | Frenado híbrido | | | | | |
| Sostenibilidad | Tecnologías de vehículos cero emisiones (eléctricos, fuentes de hidrógeno) | Nuevas estructuras de motor con accionamientos eléctricos como estrategia de reducción de peso | Desarrollo de materiales más ligeros (Al, Mg) y con propiedades físicas mejoradas respecto a materiales convencionales | Diseño de estructuras con nuevas aleaciones de materiales ligeros | | | Diseño económico y reciclable |
| | Vehículos eléctricos con celdas de combustibles de alta eficiencia en conversión de energía | El sistema DAS (Driver Alert Support, Alerta de Cansancio del Conductor) controla parámetros como los movimientos del volante y de los pedales. | | | | | Herramientas avanzadas de diseño y cálculo para simular y |

| | | | | | | | |
|--|---|--|--|--|--|--|---|
| | | | | | | | optimizar la reducción de peso de estructuras, carrocerías, para un auto más compacto y de peso menor |
| Vehículos con combustión más eficientes con menos emisiones de contaminantes | El sistema LKS (Lane Keeping Support, Sistema de Permanencia en Carril) supervisa la posición de auto en la carretera. El sistema avisa al conductor si el vehículo se desvía de su carril o al invadir un carril del sentido contrario | | | | | | Sistemas de recuperación de energía |
| Tecnologías de tratamiento de gases de escape | El sistema LCS (Lane Changing Support, Sistema de Seguimiento de Carril) vigila el ángulo muerto de la parte trasera del lado del acompañante que los retrovisores no cubren. | | | | | | Longitud del vehículo de menos de 3,500 mm |
| Sistema de arranque y parada total del | El sistema ESP (Electronic Stability Program, Programa | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|--|
| motor para sitios con tráfico frecuentes | Electrónico de Estabilidad) favorece una acción de frenado segura y estable redistribuyendo la fuerza de frenado entre las ruedas según sea necesario. | | | | | |
| Desarrollo de catalizadores y filtros de partículas | El programador ACC (Adaptive Cruise Control, Programador de Velocidad Adaptada) es un sistema de control activo que facilita la perfecta integración del vehículo dentro del flujo de tráfico y el mantenimiento de una distancia segura con respecto al vehículo que circula delante. | | | | | |
| | Los frenos de disco EBS (Electronically controlled Brake System, Sistema de Frenos controlado Electrónicamente) ofrecen una sensación de frenado bien equilibrada y definida, combinada con una instalación de disco resistente al calor y un mantenimiento sencillo. | | | | | |
| | | | | | | |

Fuente: CamBioTec, 2014

Tabla 18. Tendencia Tecnológica: Obtención de nuevos producto de máxima calidad a un coste razonable.

| TENDENCIA | EJEMPLOS DE TECNOLOGÍAS | OBJETIVO DE MEJORA |
|--|---|--|
| Obtención de un nuevos producto de máxima calidad a un coste razonable | Materiales de propiedades físicas diferenciadas que permiten generar nuevos productos de alta especialización <ul style="list-style-type: none"> - Propiedades mecánicas mejoradas (tecnologías de materiales nanoestructurados y aceros sinterizados) - Ultra baja densidad (tecnologías de aluminio, magnesio modificadas con elementos lantánidos) - Mejor resistencia a la corrosión (tecnologías de magnesio modificadas con elementos lantánidos) - Memoria de forma (tecnologías de nanoporos y aleaciones de níquel-manganeso-galio) | <ul style="list-style-type: none"> - Mejores diseños / calidad / nuevas aplicaciones - Mejores diseños / calidad / fácil operación / nuevas aplicaciones - Vida útil / calidad / nuevas aplicaciones - Mejores diseños / nuevas aplicaciones |
| | Nuevos recubrimientos y tratamientos térmicos que permiten alargar la vida de productos <ul style="list-style-type: none"> - Recubrimientos de durabilidad mejorada (tecnologías de nanopartículas) - Recubrimientos inteligentes (respuesta bactericida y fungicida, sensibilidad óptica, térmica) - Tratamientos térmicos que incrementan dureza (refuerzo local por láser en aceros) | <ul style="list-style-type: none"> - Vida útil / nuevas aplicaciones / calidad - M. diseños / nuevas aplicaciones - M. diseños / vida útil / nuevas aplicaciones |
| | Tecnologías de diseño de producto <ul style="list-style-type: none"> - Software de diseño y fabricación colaborativa - Maquinaria que permite obtener productos con nuevas propiedades y estructuras (tecnologías de fabricación aditiva) - Maquinaria capaz de fabricar con tolerancia micropiezas de gran precisión (microtecnologías) - Tecnologías multimaterial (co-inyección, bi-inyección, deposición metálica, etc). | <ul style="list-style-type: none"> - M. diseños / reducción de tiempo de diseño - Mejores diseños / nuevas aplicaciones - Nuevas aplicaciones / calidad - Flexibilidad de diseño |
| | Técnicas de Diseño <ul style="list-style-type: none"> - Estudio del ciclo de vida íntegro de un producto - Retroalimentación continua durante la ciclo de vida de un producto (fabricación concurrente) - Demanda de nuevos productos micrométricos (microtecnologías) - Personal especializado capaces de adaptarse a condiciones cambiantes (especialización de diseñadores) | <ul style="list-style-type: none"> - Flexibilidad de diseño - Mejores diseños / flexibilidad de diseño / calidad - Nuevas aplicaciones / calidad - Mejores diseños / calidad |

Fuente: CamBioTec, 2014

Tabla 19. Tendencia Tecnológica: Maximizar la productividad y competitividad con nuevos procesos

| TENDENCIAS | EJEMPLOS DE TECNOLOGÍAS | OBJETIVO DE MEJORA |
|---|---|---|
| Maximizar la productividad y competitividad con nuevos procesos rápidos, flexibles y alta calidad | <p>Maquinaria para procesos de máxima versatilidad o de alta especialización</p> <ul style="list-style-type: none"> - Equipos modulares de alta flexibilidad de producción y con arquitecturas de controles abiertos - Equipos con nuevas tecnologías de alta velocidad y precisión (por ejemplo tecnologías de pulido automático por láser) - Equipos con nuevas combinaciones de proceso para materiales distintos en un mismo equipo (tecnologías de sintonización asistida por corriente de plasma pulsada) - Equipos para proceso especializados de alta eficiencia (nuevas tecnologías de texturizado y micro-maquinado) - Combinación de herramientas para mecanizado de súper aleaciones metálicas (fresado por agua, mecanizado flexible de precisión en materiales duros) - Eficiencia de herramientas y mejora en su vida útil (tecnologías de sistemas de micro-enfriamiento de herramienta, análisis de señales sónicas mediante ondículas) - Equipos para obtención de productos multilateral (sinterizado) | <p><i>Flexibilidad de proceso</i></p> <p><i>Velocidad de proceso / confiabilidad / calidad</i></p> <p><i>Aplicabilidad del proceso / Velocidad de proceso</i></p> <p><i>Calidad / Aplicabilidad del proceso</i></p> <p><i>Velocidad de proceso / generación de residuos / aplicabilidad</i></p> <p><i>Vida útil / velocidad de proceso</i></p> <p><i>Aplicabilidad del proceso / Velocidad de proceso</i></p> |
| | <p>Innovaciones de Procesos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Procesos para microtecnologías - Técnicas de optimización de materia prima y mano de obra - Técnicas avanzadas de unión para eliminar ensambles (soldadura con láser de gran potencia y adhesivos estructurales de gran tenacidad) | <p><i>Aplicabilidad del proceso / calidad</i></p> <p><i>Reducción de complejidad de proceso / requerimiento de personal</i></p> <p><i>Reducir número de componentes / reducir complejidad de proceso</i></p> |
| | <p>Uso de información como herramienta fundamental de trabajo (revolución de la sociedad de la información)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teleasistencia: Atención al cliente en cuanto a diagnóstico y mantenimiento correctivo y preventivo a las máquinas en tiempo real y a distancia - Nuevas interfaces humano-máquina aumentando el número de tareas complejas a realizar - Monitorización digital: diagnóstico y control de la producción - Inteligencia artificial - Software para capturar conocimiento de un producto y proceso de manera integrada, facilitando la especificación de diseño y fabricación de nuevos productos | <p><i>Confiabilidad / requerimiento de personal</i></p> <p><i>Confiabilidad / requerimiento de personal</i></p> <p><i>Confiabilidad / requerimiento de personal / calidad</i></p> <p><i>Requerimiento de personal</i></p> <p><i>Confiabilidad</i></p> |

Fuente: CamBioTec, 2014

Tabla 20. Tendencia Tecnológica: Uso de tecnologías limpias y desarrollo sustentable. Fuente: desarrollo propio.

| TENDENCIAS | EJEMPLOS DE TECNOLOGÍAS | OBJETIVO DE MEJORA |
|---|--|---|
| Uso de tecnologías limpias y desarrollo sustentable | Nuevos materiales - Recubrimientos (recubrimientos base agua con propiedades mejoradas con nanopartículas) - Fluidos de corte (aditivos biopoliméricos en agua para reemplazar lubricantes) | <i>Impacto en el entorno / aplicabilidad del proceso</i> <i>Impacto en el entorno / tipo de residuos generados</i> |
| | Uso de materiales y energía limitados Reciclado de materiales | <i>Requerimiento energético</i> <i>Impacto en el entorno</i> |

Fuente: CambioTec, 2014

Tabla 21. Impacto de los principales procesos de MA en los sectores económicos de interés (primera parte).

| Ramo de Manufactura Avanzada | Tendencia | Tecnología | Sectores Estratégicos | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------------------|----------------------------|--|-----------------|---------------|----------|---------|------|-----------|-------------|---------|----------|------------|----------|--------------|----|----|
| | | | Aeroesp | Autom y autopar | Agroindustria | | Minería | Agua | Gas Shale | Electrónica | Turismo | Servimed | Electrodom | Vivienda | Ind. Creativ | | |
| | | | | | Alimentaria | Forestal | | | | | | | | | | | |
| Operaciones de Proceso Cambiar la forma del material | Fundición, modelado o colada | Fabricación aditiva | Impresión 3D mediante metal líquido | OK | OK | OK | | | | | OK | OK | | OK | OK | | |
| | | | Nuevas técnicas de fusión SLM | OK | OK | OK | | | | | OK | OK | | OK | OK | | |
| | Procesado de partículas | Tecnologías de sinterizado | Aleaciones maestras para introducir nuevos | OK | OK | | | | OK | | | | OK | OK | | OK | OK |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|--|
| | | Remoción de Material (mecanizado) | elementos en aceros sinterizados | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Sinterización asistida por corriente de plasma pulsada | OK | OK | | | | OK | OK | | OK | | | | | | | |
| | | Combinación de herramientas para mecanizado de súper aleaciones metálicas: | Fresado por agua | OK | OK | | OK | OK | | OK | OK | | OK | OK | | | | | |
| | | | Mecanizado flexible de precisión en materiales duros | OK | OK | | OK | OK | | OK | OK | | OK | OK | | | | | |
| | | | Sinterización asistida por corriente de plasma pulsada | OK | OK | | OK | OK | | OK | OK | | OK | OK | | | | | |
| | | | Nuevas tecnologías herramientas y lubricantes | Análisis de señales sónicas mediante ondículas para la monitorización del estado de | OK | OK | OK | OK | OK | | OK | OK | | OK | OK | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|----------------------------|---|----|----|----|----|----|--|----|----|--|----|----|--|--|
| | | | Máquinas de alta velocidad | Tecnologías avanzadas para mecanizado y prototipado de alta velocidad | OK | OK | OK | OK | OK | | OK | OK | | OK | OK | | |
|--|--|--|----------------------------|---|----|----|----|----|----|--|----|----|--|----|----|--|--|

Fuente: CamBioTec, 2014

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------------------|-----------------|--|--|----|----|--|----|--|----|----|----|--|--|--|
| Operaciones de Ensamble | Unión permanente | Soldado térmico | nano-tecnológica mente modificados | Nuevas aleaciones de magnesio modificadas con elementos lantánidos | OK | OK | | | | | OK | OK | | | |
| | | | Aluminuro | OK | OK | | | | | OK | OK | | | | |
| | | | Nuevas técnica para aleaciones de magnesio más resistentes y ligeras | OK | OK | | | | | OK | OK | | | | |
| | | | Disulfuro de Molibdeno | OK | OK | | | | | OK | OK | | | | |
| | | | Métodos láser para incrementar la dureza en aceros | OK | OK | | | OK | | OK | OK | OK | | | |
| | | | Soldadura láser remota | OK | OK | | | | | OK | OK | OK | | | |
| | | Soldadura láser | Fabricación aditiva mediante | OK | OK | | | | | OK | OK | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|----------------------|-----------|---|----|----|--|--|--|--|--|----|----|--|----|--|
| | | | | soldadura de plasma por arco transferido | | | | | | | | | | | | |
| | | | Fricción | Friction bit joining | OK | OK | | | | | | OK | | | OK | |
| | Ensamble mecánico | Pegado por adhesivos | Adhesivos | Adhesivos estructurales de gran tenacidad | OK | OK | | | | | | | OK | | | |

Fuente: CamBioTec, 2014

MÉXICO
GOBIERNO DE LA REPÚBLICA

