

AGENDA DE INNOVACIÓN DE COAHUILA

DOCUMENTOS DE TRABAJO

4.1 AGENDA DE ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN

MANUFACTURA AVANZADA

Índice

1.	Introducción a las áreas de Especialización seleccionadas por la Agenda.....	6
1.1.	Introducción a criterios de priorización utilizados.....	6
1.2.	Aplicación de criterios para la selección de áreas de especialización	7
1.3.	Áreas de especialización seleccionadas y gráfico representativo de la agenda	8
2.	Caracterización del área de especialización en el estado y en el contexto nacional.....	10
2.1.	Breve descripción del área de especialización.....	10
2.2.	Distribución del área de especialización en México	17
2.2.1.	Relevancia económica, social y política del Área de Especialización en México	17
2.3.	Posicionamiento del estado en el área de especialización	23
2.4.	Principales tendencias de la innovación en el área de especialización a nivel mundial	30
3.	Breve descripción del ecosistema de innovación para el Área de Especialización.....	37
3.1.	Mapa de los agentes del ecosistema de innovación.....	37
3.2.	Principales IES y Centros de Investigación y sus principales líneas de investigación.....	38
3.3.	Detalle de empresas RENIECYT del área de especialización	42
3.4.	Evolución de apoyos en el área de especialización.....	46
4.	Análisis FODA del Área de especialización	48
4.1.	Fortalezas	48
4.2.	Oportunidades	48
4.3.	Debilidades.....	50
4.4.	Amenazas	50
5.	Marco estratégico y objetivos del Área de Especialización	52
6.	Nichos de especialización.....	56
6.1.	Especialización de procesos productivos y personalización de la producción (especialización en herramientas)	58
6.2.	Especialización del recurso humano	58
7.	Caracterización de proyectos estratégicos y plan de proyectos.....	60
7.1.	Descripción de Proyectos.....	60
7.1.1.	Desarrollo de una red estatal de diseño y servicios tecnológicos especializados en manufactura avanzada.....	60
7.1.2.	Programa de vinculación de conocimientos y habilidades del recurso humano a las demandas de la industria mediante programas de formación y educación continua.....	64

7.2. Proyectos relevantes complementarios.....	69
7.2.1. Desarrollo de programas que estimulen la innovación e incrementen el valor tecnológico de los productos que se fabrican en la región.....	69
7.2.2. Programa de vinculación para fortalecer las capacidades entre academia, empresa y gobierno, que permitan atender las necesidades de especialización y certificación del recurso humano que participa en el sector.	70
7.3. Matriz de proyectos	72
7.4. Propuestas para fortalecer el sistema estatal de innovación en el área Manufactura Avanzada	73
8. Referencias.....	75

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Áreas y Nichos de Especialización para la Agenda Estatal de Innovación Coahuila.....	8
Ilustración 2. Estructura de los diferentes procesos de Manufactura	11
Ilustración 3. Principales países exportadores de productos de manufactura en el mundo.....	13
Ilustración 4. Histórico del valor de exportación de los principales subsectores de manufactura mexicana en los últimos siete años.....	14
Ilustración 5. Histórico del valor en IED de los principales subsectores de manufactura en los últimos años	15
Ilustración 6. Principales países importadores de productos de manufactura en el mundo	16
Ilustración 7. Histórico del valor de producción, industria manufacturera por subsector económico en México	19
Ilustración 8. Histórico del personal ocupado, industria manufacturera por subsector económico en México	20
Ilustración 9. Histórico del valor de producción, industria manufacturera por entidad federativa.	21
Ilustración 10. Número de establecimientos activos según entidades federativas.....	22
Ilustración 11. Histórico del personal ocupado, industria manufacturera por entidad federativa ..	23
Ilustración 12. Histórico del valor de producción de las industrias manufactureras en Coahuila....	25
Ilustración 13. Histórico del valor de producción de las industrias manufactureras en Coahuila, excepto la industria del transporte y metálicas básicas	26
Ilustración 14. Subsectores de manufactura en donde Coahuila se encuentra bien posicionada a nivel Nacional	28
Ilustración 15. Histórico del personal ocupado por subsector de manufactura en Coahuila.....	29
Ilustración 16. Histórico del personal ocupado por subsector de manufactura en Coahuila, excepto subsector de fabricación de equipo de transporte	30
Ilustración 17. Ecosistema de Innovación del Área Manufactura Avanzada en Coahuila	38
Ilustración 18. Investigadores SNI por área académica (% , enero - 2014).	39
Ilustración 19. Esquema de la metodología de trabajo para integrar la Agenda Sectorial.....	52
Ilustración 20. Mapa de Ruta, proyecto: Desarrollo de una red estatal de diseño y servicios tecnológicos especializados en manufactura avanzada	63
Ilustración 21. Mapa de Ruta, proyecto: Alineación de los conocimientos y habilidades del recurso humano a las demandas de la industria.....	69

Índice de Tablas

Tabla 1. Principales subsectores de manufactura en México	17
Tabla 2. Distribución del PIB de Baja California	24
Tabla 3. Histórico de crecimiento del valor de producción de las industrias manufactureras en Coahuila (2008-2013). Comparativo entre el crecimiento promedio en Coahuila y el promedio nacional en los últimos cinco años.....	27
Tabla 4. Tendencia tecnológica: obtención de un nuevo producto de máxima calidad a un coste razonable.....	33
Tabla 5. Tendencia tecnológica: maximizar la productividad y competitividad con nuevos procesos rápidos, flexibles y fiables	34
Tabla 6. Tendencia tecnológica: uso de tecnologías limpias y desarrollo sustentable.....	35
Tabla 7. Programas académicos relacionados con manufactura avanzada e impartidos por IES en Coahuila.....	40
Tabla 8. Distribución de los registros de Coahuila en el RENIECYT por tipo de institución	42
Tabla 9. Evolución de los proyectos relacionados con manufactura avanzada en Coahuila de 2011 a 2012.....	46
Tabla 10. Identificación de los problemas y propuestas de innovación de la Manufactura Avanzada en Coahuila.....	53
Tabla 11. Justificación y objetivos tecnológicos de los Nichos de especialización en Manufactura Avanzada de Coahuila.	57
Tabla 12. Matriz de proyectos del Área de Especialización en Manufactura Avanzada de Coahuila.....	72

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

1.1. Introducción a criterios de priorización utilizados

La manufactura avanzada surge al aplicar de manera coordinada *hardware* y *software* para automatizar procesos y operaciones de la manufactura tradicional e ingresar el uso de materiales de vanguardia y nuevas capacidades y habilidades tecnológicas.

Históricamente, la manufactura se ha desempeñado como una actividad de gran importancia desde el punto de vista económico, ha sido una herramienta que le ha permitido a distintas naciones generar riqueza. Hablar de manufactura en México es conversar en torno a un universo que incluye capacidades en sectores muy diversos como el automotriz, de autopartes, la industria de electrodomésticos y la metalmecánica, por nombrar algunos. Hablar de manufactura es, además, enfocarse en la mejora tecnológica de la industria maquiladora, en el desarrollo de proveedores y en su integración en la cadena global de valor.

El presente documento caracteriza a la manufactura avanzada como área estratégica, primero de manera general a nivel país y, posteriormente, en lo particular a nivel estatal en Coahuila con el objeto de efectuar un diagnóstico de la industria e identificar capacidades de innovación, ventajas competitivas y nichos de especialidad en el estado para, finalmente, proponer proyectos estratégicos que contribuyan a incrementar la competitividad del sector en el corto, mediano y largo plazo.

En este contexto se ha puesto en marcha el proyecto Agendas Estatales y Regionales de Innovación, mismo que busca articular y definir prioridades sectoriales y áreas de especialización inteligente por medio de la metodología *Research and Innovation Strategies for Smart Specialization* (RIS 3). Como parte de la RIS 3 se efectuó una extensa revisión de documentos públicos del área de especialización y se convocó a espacios de consulta a los diferentes actores del ecosistema de innovación estatal (representantes de

empresas, académicos, gobierno) en las modalidades de entrevistas personalizadas a profundidad y talleres sectoriales. Por otra parte, se desarrollaron ejercicios de prospección tecnológica de la manufactura avanzada a nivel mundial para, en conjunto con los representantes de la triple hélice del sector, definir las propuestas de innovación en el marco de la Agenda, información que se describirá con detalle en las siguientes secciones de este documento.

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

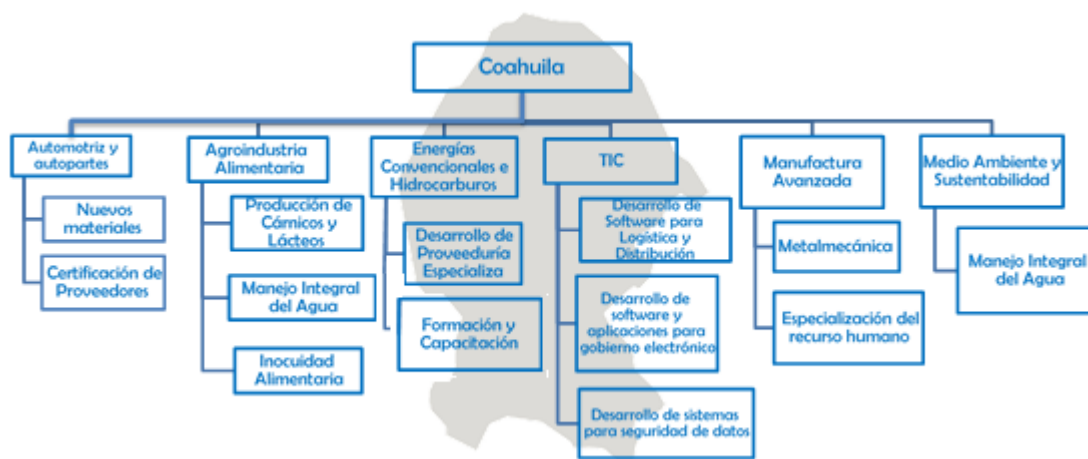
La Agenda Estatal de Innovación de Coahuila tiene por objetivo identificar los ejes de acción estratégicos para la innovación que es necesario desarrollar en los próximos años, para ello se consideró la vocación del estado (capacidades locales), las oportunidades socioeconómicas y las tendencias del mercado. Como resultado de la Agenda de Innovación se proponen líneas estratégicas de acción en nichos de especialidad donde se utilizan las fortalezas en infraestructura, recurso humano, localización geográfica y capacidades tecnológicas del estado, para promover la innovación empresarial y la diversificación productiva con una perspectiva de corto, medio y largo plazo en el estado. La manufactura avanzada en Coahuila 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 y el Comité de Gestión del estado. De los criterios socioeconómicos, 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, de los criterios científico-tecnológicos, el aumento a la productividad y competitividad basado en desarrollo tecnológico fue el de mayor relevancia. En cuanto a los criterios de mercado, la oportunidad de atender nichos de especialización fue el criterio que más importancia obtuvo.

Estos criterios de priorización permitieron identificar proyectos singulares para el desarrollo de la Agenda Estatal de Innovación en Coahuila con miras a desarrollar su potencial para innovar y competir en el contexto regional, nacional y global.

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

A través de la Agenda Estatal de Innovación se pretende hacer recomendaciones de política en materia de innovación y desarrollo tecnológico que ayuden a cerrar las brechas de desventajas en cada uno de los sectores. Se busca promover: un crecimiento inteligente, basado en el conocimiento y la innovación; un crecimiento sustentable, promoviendo una economía verde, eficiente y competitiva, y un crecimiento incluyente, fomentando un alto nivel de empleo y logrando una cohesión económica, social y territorial. Los sectores seleccionados por el Grupo Consultivo del estado de Coahuila para el desarrollo de la Agenda Estatal de Innovación Se muestran en la Ilustración 1.

Ilustración 1. Áreas y Nichos de Especialización para la Agenda Estatal de Innovación Coahuila



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.

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 es el área de manufactura que depende del uso coordinado de información, automatización, computación, software, sensores, redes de colaboración, y que hace uso de materiales de vanguardia y nuevas capacidades habilitadas por las ciencias físicas y biológicas como nanotecnología, química y biología (PCAST, 2011).

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

A diferencia de la manufactura tradicional, la manufactura avanzada no se soporta sobre mano de obra de bajo costo y en escalas ni volúmenes de producción; es una industria que recae en las habilidades y creatividad para manufacturar productos complejos de alta especialidad. La manufactura avanzada no existe como un conjunto de empresas aisladas, sino como una red conformada por ingenieros, desarrolladores de negocio, emprendedores, científicos, financieros y otros profesionales experimentados que colaboran y conjuntan su potencial creativo alrededor de soluciones innovadoras para usuarios y clientes (ProMéxico, 2011).

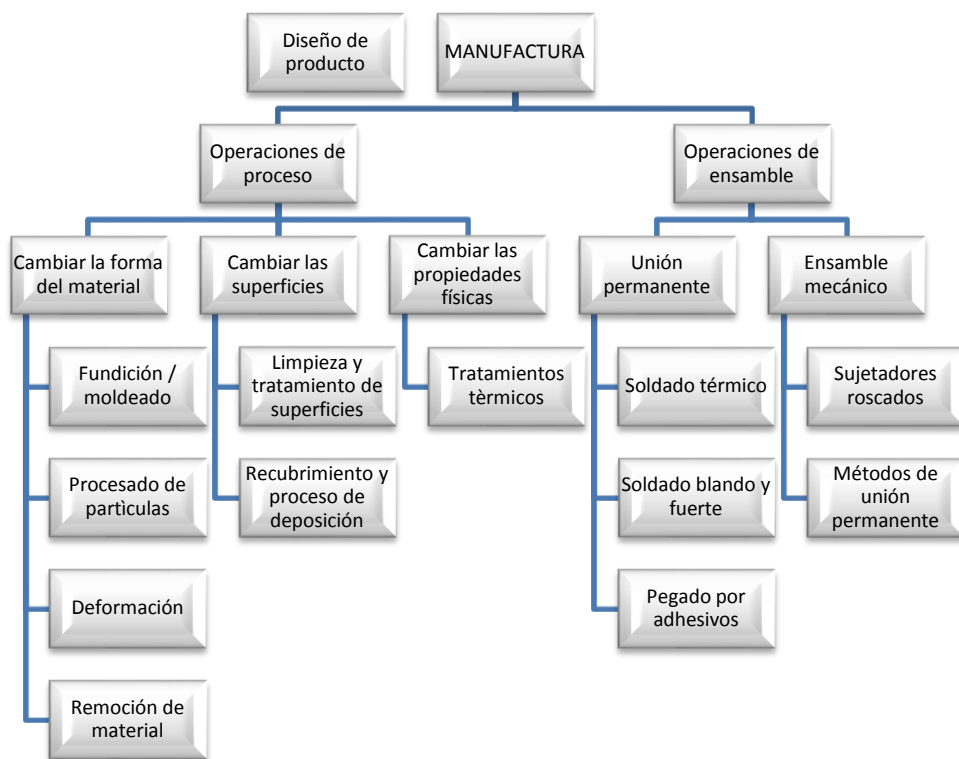
¹ Manufactura deriva del latín *manus* (mano) y *factus* (hechura): hecho con las manos. La palabra ha evolucionado y actualmente la expresión “hecho a mano” describe el método manual de hacer cosas, y manufactura se refiere a convertir materia prima en productos con maquinaria (Groover M. P., 2007).

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

- 1) **Operaciones de proceso:** transformar un material de trabajo (agregándole valor) al cambiar la geometría, las propiedades o su apariencia.
- 2) **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 pueden apreciar en la Ilustración 2.

Ilustración 2. Estructura de los diferentes procesos de Manufactura



Fuente: Kalpakjian, 2008

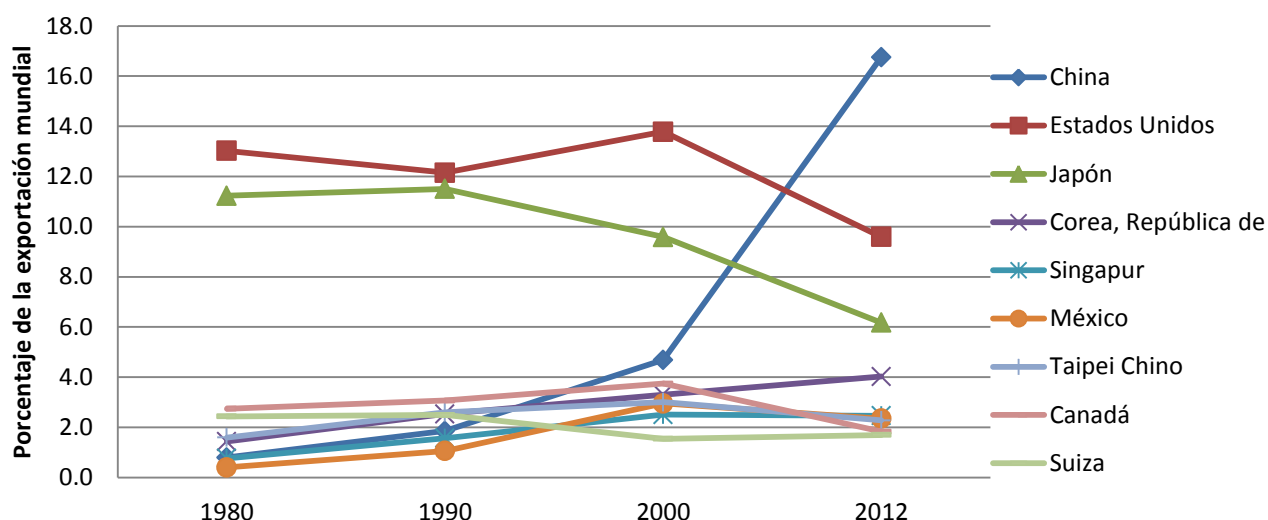
La manufactura surge al aplicar de manera coordinada *hardware* y *software* para automatizar los procesos y operaciones tradicionales de manufactura con la ayuda de sensores y redes de colaboración, e ingresar el uso de materiales de vanguardia así como nuevas capacidades y habilidades tecnológicas.

Quizá la innovación más importante de la época moderna sea el control numérico (CN) en máquinas herramienta (década de 1950); a partir de ese momento el desarrollo ha sido vertiginoso en la manufactura avanzada, 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 ambientalmente benignos, permitiendo una alta productividad pero también la producción de lotes pequeños que respondan a demandas específicas de clientes a precios asequibles (producción personalizada); en el mismo sentido, el desarrollo tecnológico en la manufactura avanzada 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 ambiental y la exigencia de ofrecer servicios de alto valor añadido (OPTI, 2010).

En el contexto económico (y de manufactura avanzada) a nivel mundial, China e India son los gigantes del mundo emergente; con más de un tercio de la población del planeta, estas dos economías se han situado entre las más dinámicas del mundo. El modelo económico chino se centra en un sector manufacturero orientado hacia las exportaciones mundiales, mientras que India se ha integrado cada vez más al resto del mundo, pero con un modelo basado en la demanda interna. Este proceso ha convertido a China en la fábrica del mundo, situación que se refleja en la Ilustración 3, en donde se aprecia el crecimiento exponencial de las exportaciones de productos manufacturados de China, representando en 2013 más del 16% de los productos manufacturados exportados a nivel mundial.

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



Fuente: CamBioTec, 2014, con datos de WTO, 2013

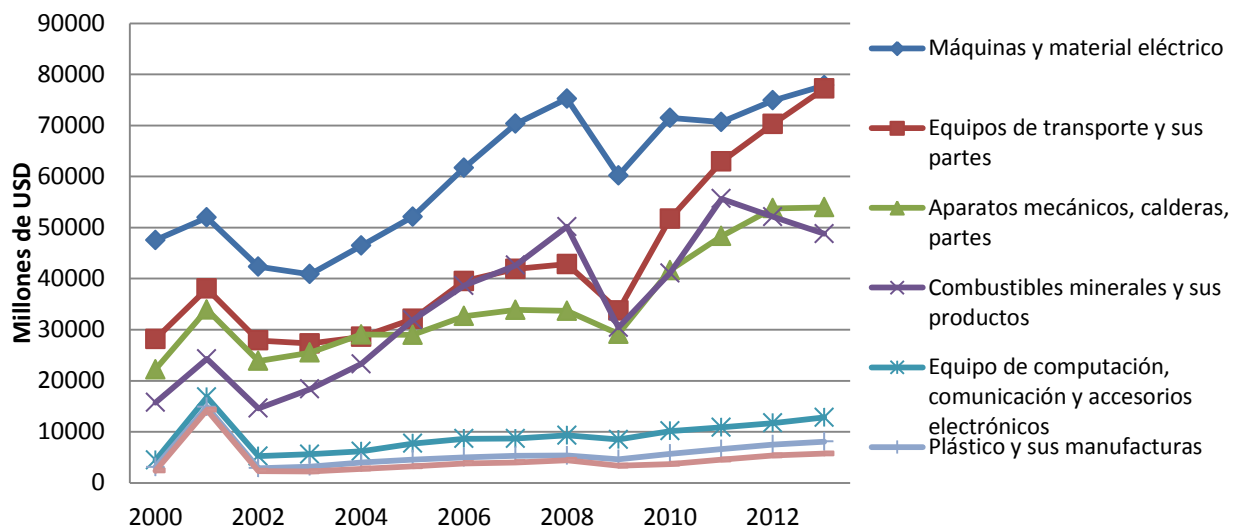
México se localiza entre las 10 economías de mayor exportación de productos manufacturados del planeta; en 2013 exportó 269.4 miles de millones de dólares en productos manufacturados, colocándose como el quinto mayor exportador a nivel mundial y el segundo mayor exportador en todo el continente americano con una participación del 2.3% de las manufacturas exportadas en el mundo² (WTO, 2013).

Concretamente, en el mercado nacional, los productos manufacturados de mayor exportación en los últimos años pertenecen al subsector económico de equipos de transporte (vehículos y autopartes), así como al de maquinaria y material eléctrico; tales sectores representaron 20.3% y 20.4%, respectivamente, del valor total de exportación nacional en 2013 (Banxico, 2014). La

² NOTA: Los productos manufacturados se recogen como se define en informes respectivos de cada país. En la mayoría de los casos, las manufacturas se definen de acuerdo a las secciones 5 a 8 del **Standard International Trade Classification** (SITC).

Ilustración 4 presenta el desempeño de los principales productos manufacturados de exportación en los últimos siete años.

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

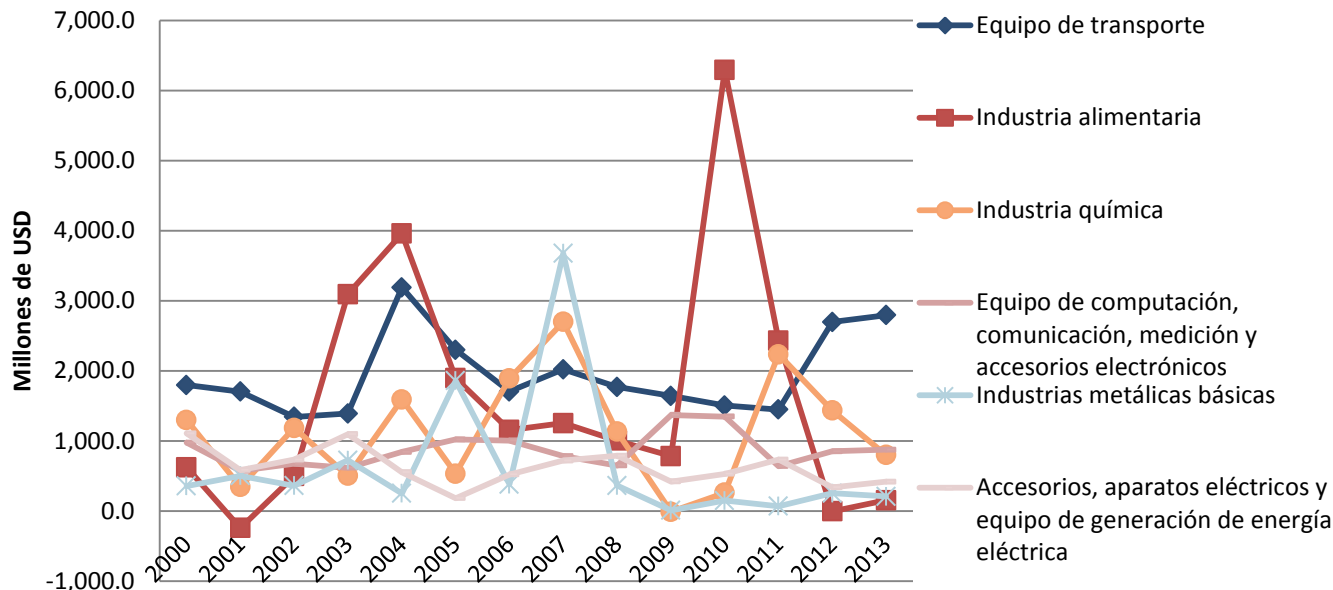


Fuente: CamBioTec, 2014, con datos de Banxico, 2014

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 (Secretaría de Economía, 2014). La distribución de la IED en la última década se muestra en la

Ilustración 5.

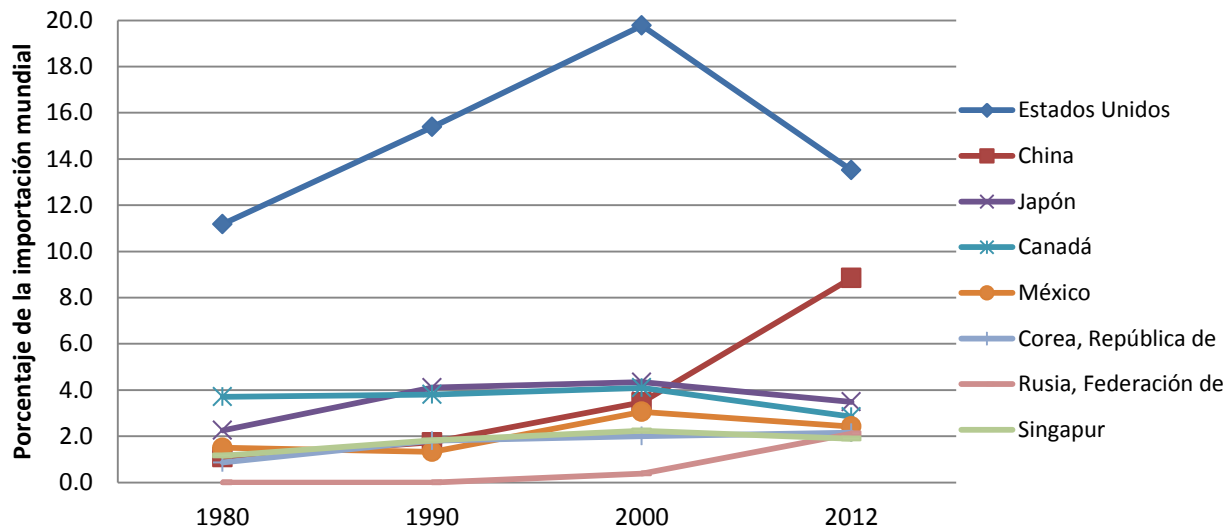
Ilustración 5. Histórico del valor en IED de los principales subsectores de manufactura en los últimos años



Fuente: CamBioTec, 2014, con datos de Secretaría de Economía, 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 (ProMéxico, 2011). Reflejo de lo anterior son los 289.8 millones de dólares en productos manufacturados importados en 2013 versus 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 (ligèrement 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, con datos 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. La manufactura avanzada es un tema de fundamental importancia para la fortaleza económica de un país. Los países que experimentan los mejores indicadores de desarrollo son aquellos en donde las actividades manufactureras tienen una mayor proporción del PIB.

2.2. Distribución del área de especialización en México

2.2.1. Relevancia económica, social y política del Área de Especialización en México

México es el centro de manufactura más importante de Latinoamérica. Una gran proporción de los productos manufacturados para Norteamérica y el mundo provienen de México. 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) (ProMéxico, 2011).

La manufactura en México incluye capacidades en los sectores más diversos: automotriz, electrónica, industria del papel, industria aeroespacial y dispositivos médicos, por nombrar algunos. También involucra la mejora tecnológica de la industria maquiladora, el desarrollo de proveedores confiables y su integración competitiva en la cadena global de valor. Los principales subsectores de manufactura en México se refieren en la Tabla 1.

Tabla 1. Principales subsectores de manufactura en México

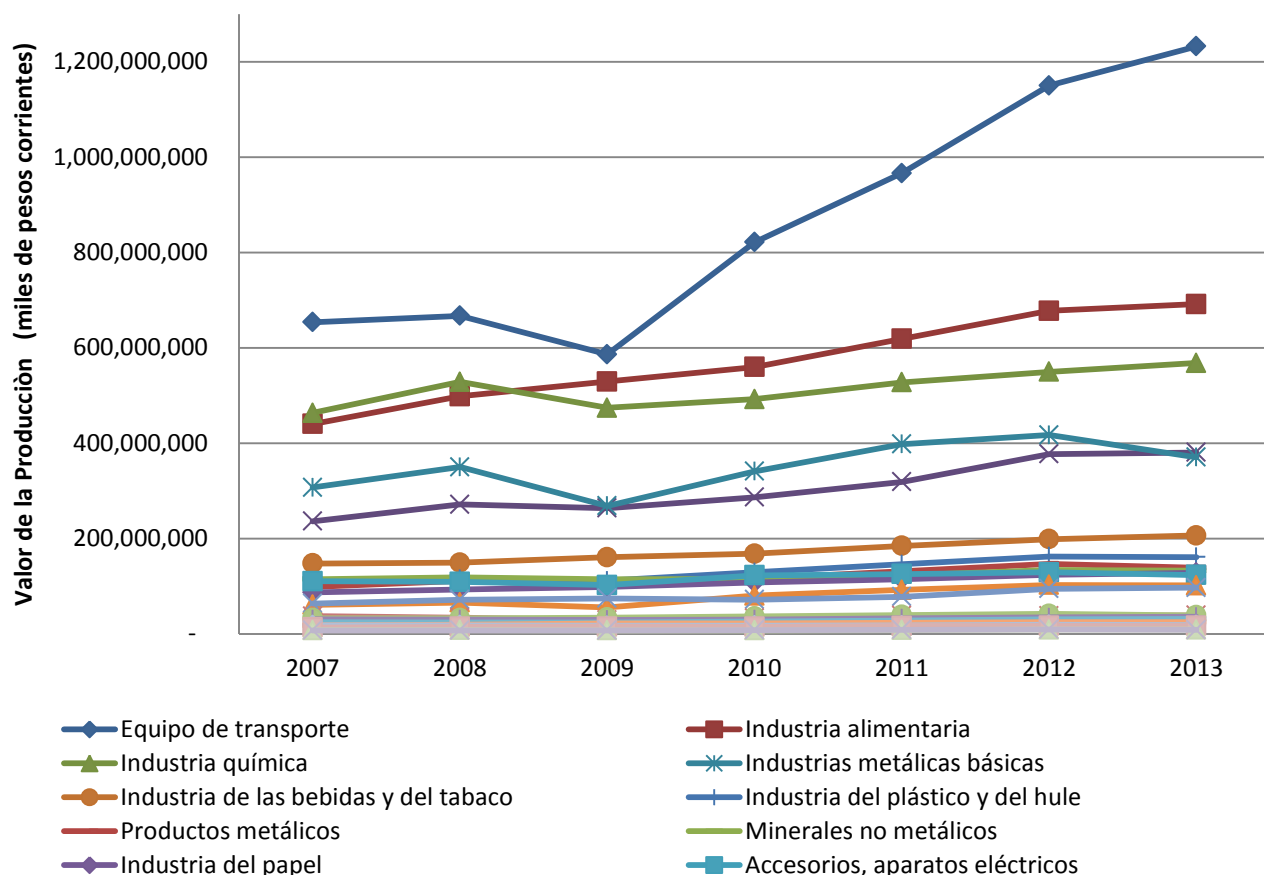
PRINCIPALES SUBSECTORES ECONÓMICOS DE MANUFACTURA EN MÉXICO
Industria alimentaria
Industria de las bebidas y del tabaco
Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles
Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir
Fabricación de prendas de vestir
Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos
Industria de la madera
Industria del papel
Impresión e industrias conexas
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón
Industria química
Industria del plástico y del hule

Fabricación de productos a base de minerales no metálicos
Industrias metálicas básicas
Fabricación de productos metálicos
Fabricación de maquinaria y equipo
Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos
Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica
Fabricación de equipo de transporte
Fabricación de muebles, colchones y persianas
Otras industrias manufactureras

Fuente: CamBioTec, 2014

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). En cuanto al desglose con mayor detalle de la industria manufacturera según el subsector económico a nivel nacional, se tiene que el equipo de transporte, la industria alimentaria y la industria química son los subsectores de manufactura de mayor valor de producción y crecimiento anual del último quinquenio con un crecimiento promedio de 20%, 6.9% y 4.6%, respectivamente. En 2013, del total del sector manufacturero del país, el 27% del valor del sector correspondió a la industria de equipo de transporte, 15% industria alimentaria y 12% industria química. Otros sectores manufactureros de importancia en México son las industrias metálicas básicas, la industria de las bebidas y del tabaco, así como la industria del plástico y el hule (véase Ilustración 7).

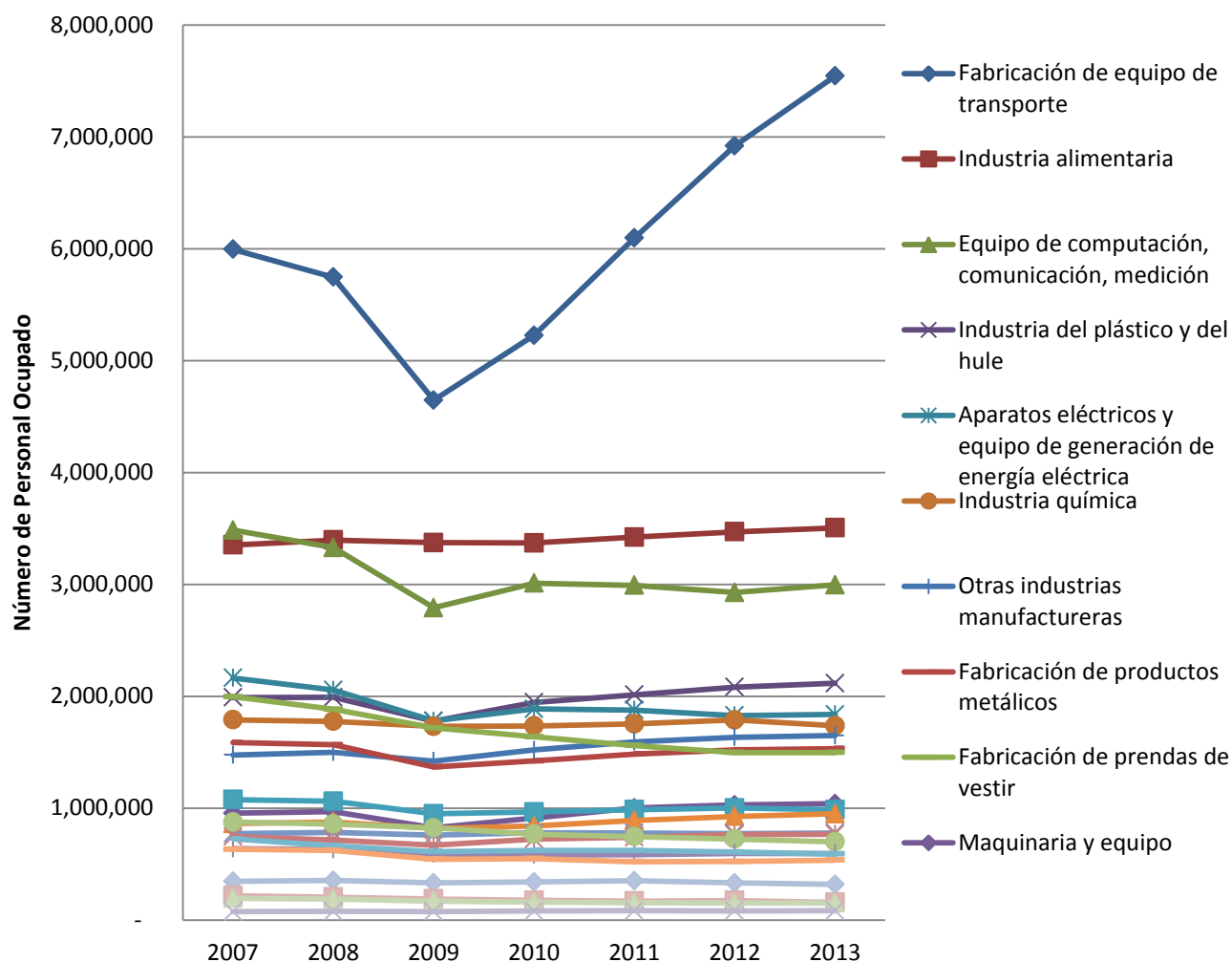
Ilustración 7. Histórico del valor de producción, industria manufacturera por subsector económico en México



Fuente: INEGI, 2014a

En cuanto a empleos generados por subsector económico en la industria manufacturera nacional, se aprecia que nuevamente la industria de equipo de transporte y la industria alimentaria lideran este índice, seguidos por el subsector de la fabricación de equipo de cómputo, comunicación y medición; para estos tres subsectores el crecimiento promedio en materia de empleos en los últimos seis años es de 12.9%, 1.0% y 1.9%, respectivamente. En 2013, del total del sector manufacturero del país, el 24% de los empleos generados corresponde a la industria de equipo de transporte, 11% industria alimentaria y 9% a la industria de equipo computación, comunicación y medición (véase Ilustración 8).

Ilustración 8. Histórico del personal ocupado, industria manufacturera por subsector económico en México



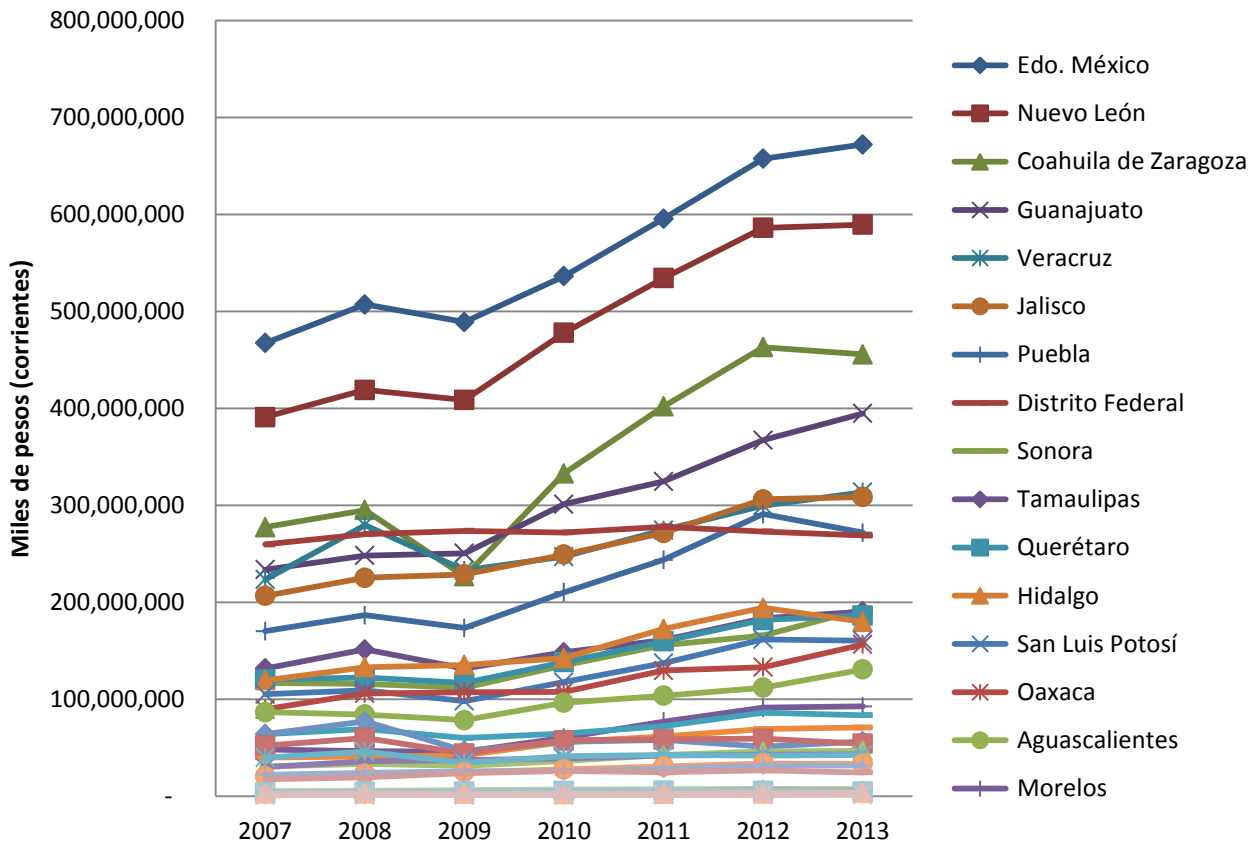
Fuente: INEGI, 2014a

Como se puede apreciar, dentro del área estratégica de manufactura, el sector automotriz y de autopartes (subsector de fabricación de equipo de transporte) es un pilar estratégico de la economía del país en virtud de los diferentes beneficios como son: la generación de empleos a gran escala; la recaudación fiscal derivada de las operaciones comerciales de la industria; la capacitación de personal; el desarrollo de proveedores locales, y la modernización tecnológica relacionada. En materia de exportaciones, el sector automotriz es la industria más importante y de mayor relevancia para México, superando incluso al

sector petrolero. En 2011, la industria automotriz exportó el 22.5% del valor de las exportaciones totales. En el mismo año, y de acuerdo al *ranking* de la Organización Internacional de Productores de Vehículos Automotores (OICA, por sus siglas en francés), México se ubicó en el octavo lugar entre los principales productores a nivel mundial. Al primer trimestre del 2012, México estaba en la posición número cuatro como exportador de vehículos automotores en el mundo.

En 2013 las entidades federativas con mayor valor en la producción de su oferta manufacturera general fueron, por orden de importancia, el Estado de México (13% del valor nacional), Nuevo León (12% del valor nacional), Coahuila (9% del valor nacional) y Guanajuato (8%). En la Ilustración 9 se presenta el desempeño, de 2007 a 2013, del valor de la oferta manufacturera por entidad federativa.

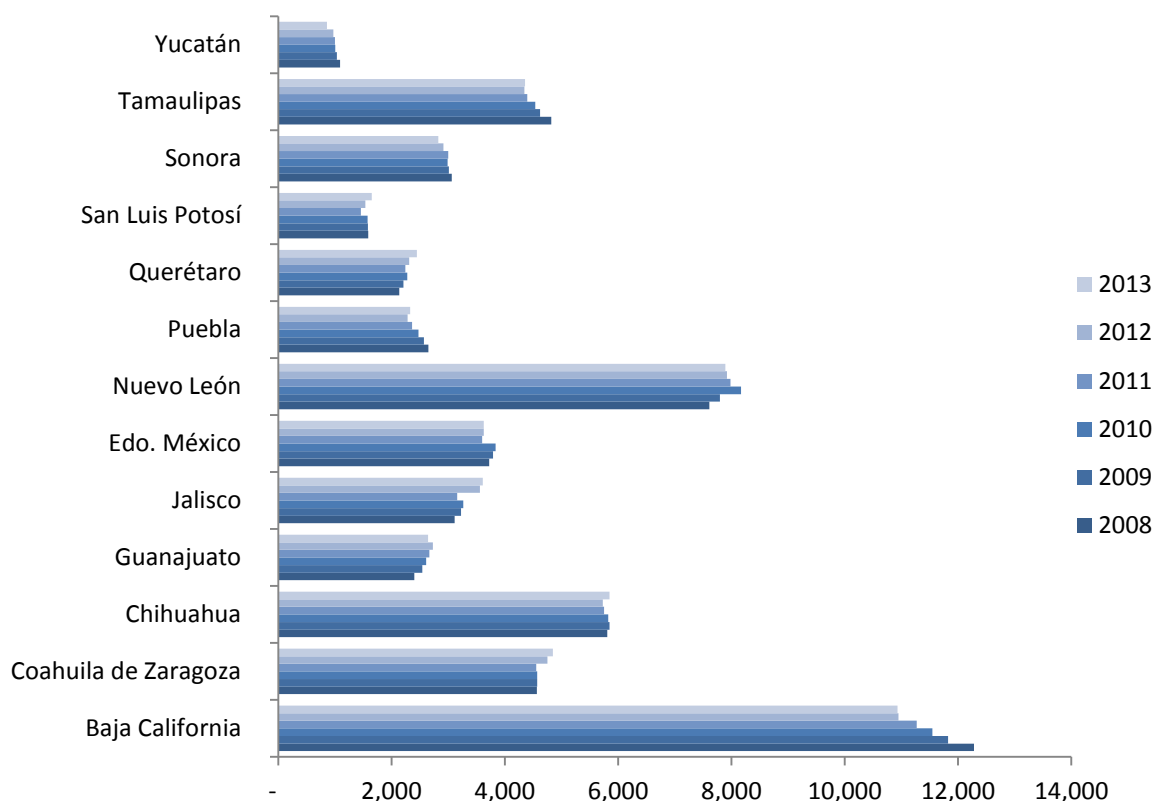
Ilustración 9. Histórico del valor de producción, industria manufacturera por entidad federativa



Fuente: INEGI, 2014a

Por otra parte, en cuanto al número de establecimientos en el sector de manufactura por entidad federativa, no existe un cambio sobresaliente en el último quinquenio, siendo Baja California líder en el área con poco más del 20% de los establecimientos de todo el país, seguida por Nuevo León con 15% y Chihuahua con 11%.

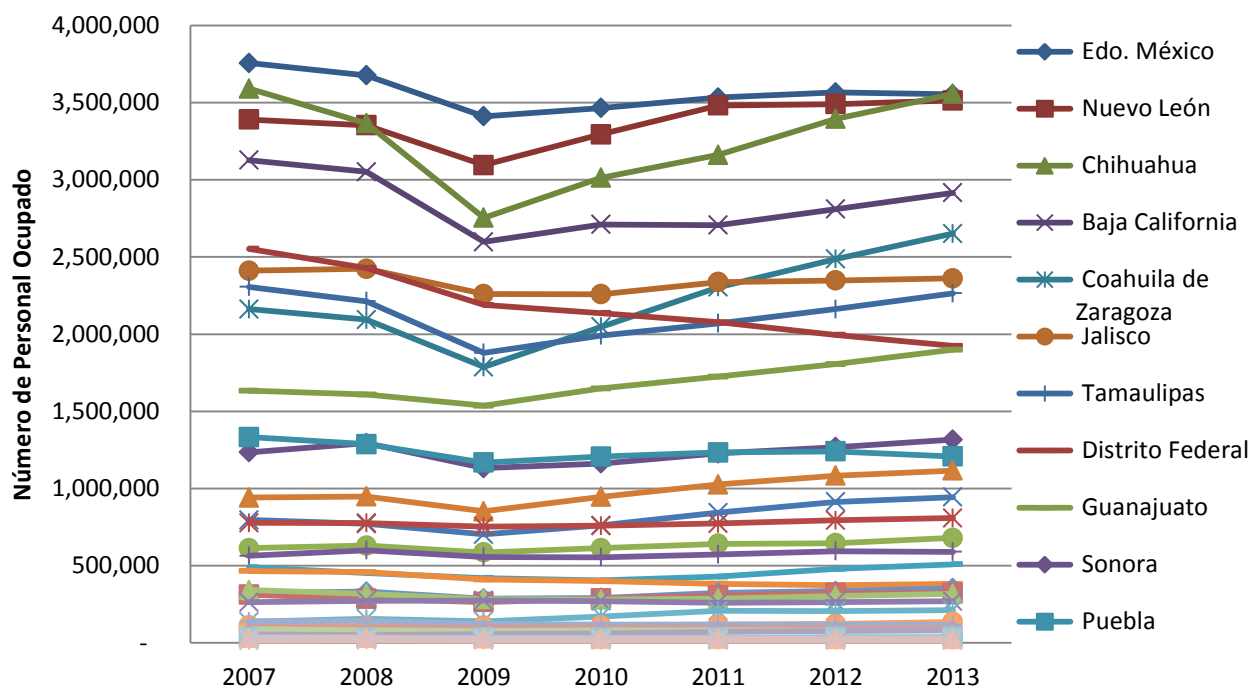
Ilustración 10. Número de establecimientos activos según entidades federativas



Fuente: INEGI, 2014a

En cuanto a los empleos generados en el área de manufactura por entidad federativa, este indicador promedio ha decrecido ligeramente en los últimos cuatro años, pasando de un crecimiento de 4.47% en 2010 a un crecimiento de 2.39% en 2013. Los estados de mayor oferta laboral en empleos del sector de manufactura para 2013 son, en orden de importancia, Estado de México (10.5% de los empleos totales del país), Nuevo León (10.3%), Coahuila (10.1%) y Baja California (9%).

Ilustración 11. Histórico del personal ocupado, industria manufacturera por entidad federativa



Fuente: INEGI, 2014a.

Es visible el liderazgo de algunas entidades como el Estado de México, Nuevo León y Coahuila en el sector de la manufacturas avanzada, ya que encabezan históricamente varios de los indicadores de producción y empleos.

2.3. Posicionamiento del estado en el área de especialización

Coahuila es una gran oportunidad para la proveeduría en sectores económicos como el automotriz, la fabricación de maquinaria y equipo y, en general, la industria metalmecánica. En particular su ubicación geográfica privilegiada es una de sus mayores ventajas competitivas. Coahuila contribuye con el 3.33% del PIB nacional (FCCYT, 2014). El desglose de las actividades por su aportación al PIB estatal se resume en la Tabla 2.

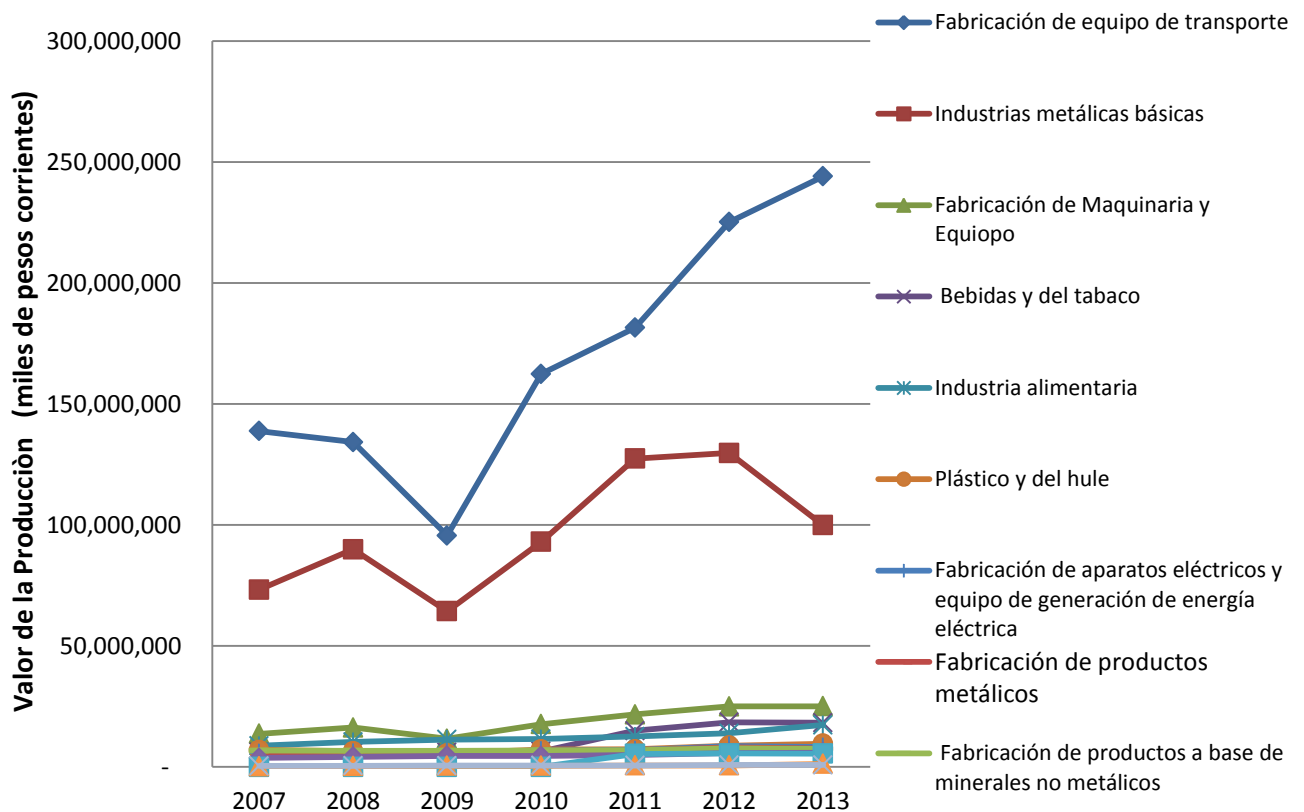
Tabla 2. Distribución del PIB de Baja California

Total Estatal		Contribución al PIB estatal
Total actividades primarias		3.30%
Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza		3.30%
Total actividades secundarias		44.82%
Minería		3.86%
Construcción y Electricidad, agua y gas		9.12%
Industrias Manufactureras		31.84%
Total actividades terciarias		51.88%
Comercio		14.61%
Transportes, correos y almacenamiento		9.93%
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles		10.12%
Servicios educativos		7.61%
Actividades del Gobierno		3.19%
Resto de los servicios		6.42%

Fuente: INEGI, 2014a

En el área de especialización de manufactura, Coahuila ha ofrecido un valor de producción sobresaliente en el subsector de equipo de transporte (con un crecimiento promedio, entre 2010 y 2013, de 28.5% anual) y en la industria metálica básica que comprende a: las unidades económicas dedicadas a la fabricación de acero y productos de acero; la refinación y laminación de metales no ferrosos, y la fundición y moldeo de piezas metálicas (crecimiento promedio, entre 2010 y 2012, de 27.7% anual).

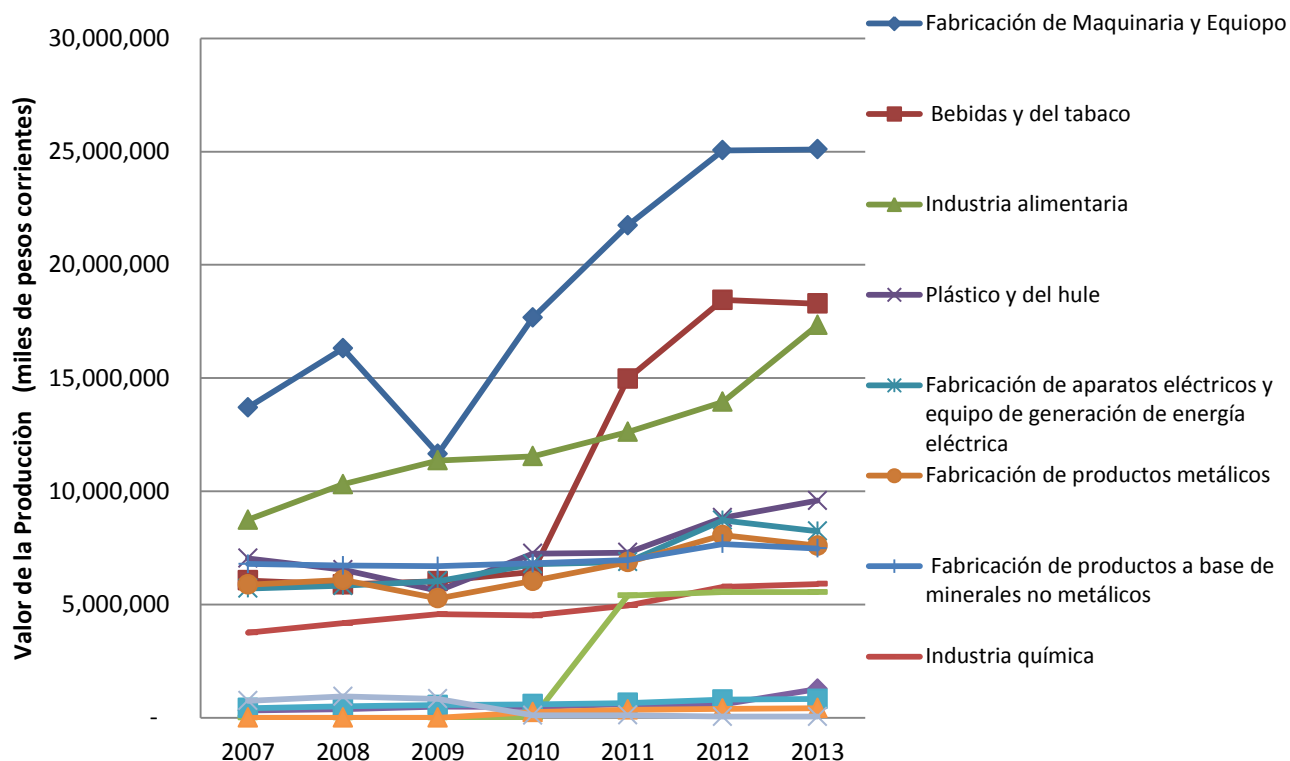
Ilustración 12. Histórico del valor de producción de las industrias manufactureras en Coahuila



Fuente: INEGI, 2014a

Además del subsector de equipo de transporte (automotriz y de autopartes) y de la industria metálica básica, para analizar el crecimiento de los otros sectores económicos de importancia en manufactura en el estado se muestran, en la Ilustración 13, los subsectores económicos de manufactura presentes en Coahuila sin incluir los datos del subsector de equipo de transporte y de la industria metálica básica. En este sentido se aprecia un crecimiento significativo (en los últimos seis años) en la industria de fabricación de maquinaria y equipo, industria de bebidas y alimentaria y, en menor medida, en la industria del plástico y hule.

Ilustración 13. Histórico del valor de producción de las industrias manufactureras en Coahuila, excepto la industria del transporte y metálicas básicas



Fuente: INEGI, 2014a.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y en la Tabla 3 se puede apreciar que los sectores manufactureros de gran potencial en desarrollo (con un promedio de crecimiento anual de dos dígitos en los últimos seis años 2008-2013), son la industria automotriz (equipo y transporte) con 13.7% de crecimiento promedio anual, la fabricación de maquinaria y equipo (13.4% de crecimiento), la industria de fabricación de muebles (11.7%) y la industria de equipo de cómputo y comunicación (10.1%). Es importante resaltar que en los subsectores antes mencionados, el crecimiento promedio del valor de producción en Coahuila es superior al crecimiento promedio nacional.

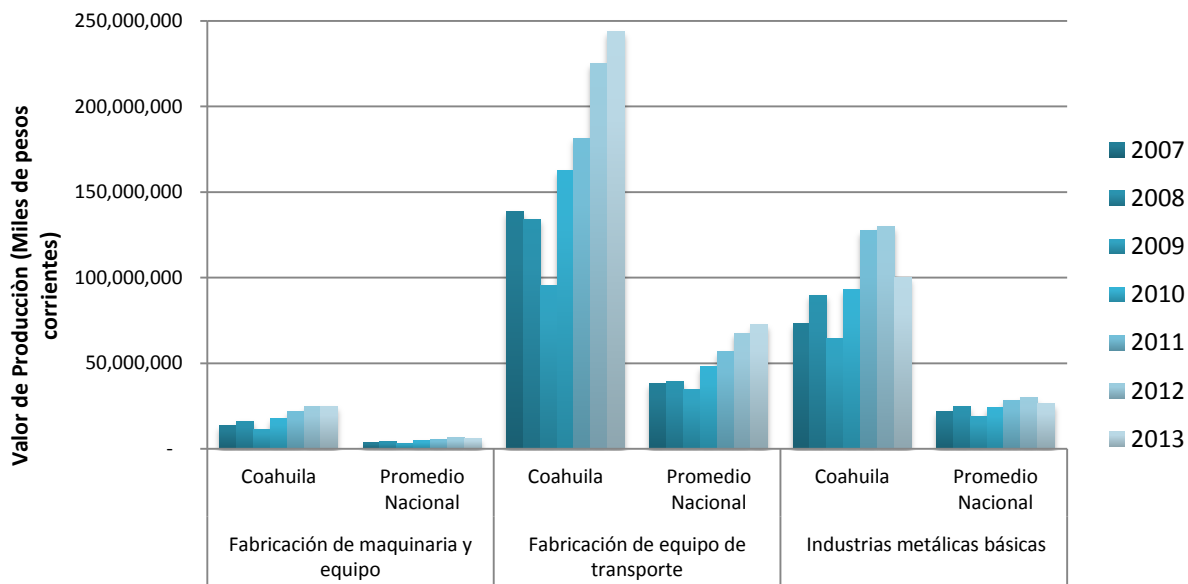
Tabla 3. Histórico de crecimiento del valor de producción de las industrias manufactureras en Coahuila (2008-2013). Comparativo entre el crecimiento promedio en Coahuila y el promedio nacional en los últimos cinco años

SUBSECTOR	Crecimiento anual						PROMEDIO COAHUILA 2008 - 2013	PROMEDIO NACIONAL
	2008	2009	2010	2011	2012	2013		
Total industria manufacturera	6.4%	-23.1%	46.8%	20.8%	15.2%	-1.6%	10.7%	5.24%
Fabricación de equipo de transporte	-3.3%	-28.8%	69.9%	11.8%	24.0%	8.4%	13.7%	12.30%
Industrias metálicas básicas	22.7%	-28.4%	44.7%	36.9%	1.8%	-23.0%	9.1%	4.68%
Fabricación de Maquinaria y Equipo	19.0%	-28.6%	51.6%	23.1%	15.2%	0.2%	13.4%	10.32%
Bebidas y del tabaco	-2.8%	2.3%	6.9%	132.3%	23.2%	-0.9%	26.8%	5.79%
Industria alimentaria	17.9%	10.2%	1.6%	9.3%	10.5%	24.3%	12.3%	7.88%
Plástico y del hule	-7.1%	-14.1%	29.1%	0.7%	21.1%	8.5%	6.4%	7.08%
Fabricación de aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica	2.1%	3.5%	12.4%	1.5%	26.7%	-5.5%	6.8%	2.26%
Fabricación de productos metálicos	3.4%	-13.4%	14.6%	13.7%	17.4%	-5.8%	5.0%	6.32%
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	-1.0%	-0.5%	2.0%	2.1%	10.1%	-2.6%	1.7%	2.51%
Industria química	11.0%	9.5%	-1.3%	9.8%	16.5%	2.1%	8.0%	3.71%
Fabricación de muebles, colchones y persianas	17.1%	11.1%	6.3%	9.8%	22.6%	3.1%	11.7%	0.51%
Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición	0.0%	0.0%	0.0%	41.8%	12.2%	6.9%	10.1%	1.41%
Fabricación de prendas de vestir	25.1%	-10.9%	-87.0%	7.7%	-55.8%	-1.1%	-20.3%	2.98%
Otras Industrias Manufactureras	-31.9%	17.8%	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I

Fuente: INEGI, 2014^a

Independientemente del nivel de crecimiento en los últimos años, los subsectores de manufactura en donde Coahuila se encuentra bien posicionada con respecto al resto de las entidades de la federación, son la fabricación de equipo de transporte (primer lugar a nivel nacional), la industria metálica básica (primer lugar a nivel nacional) y la fabricación de maquinaria y equipo (tercer lugar a nivel nacional) (Inegi, 2012).

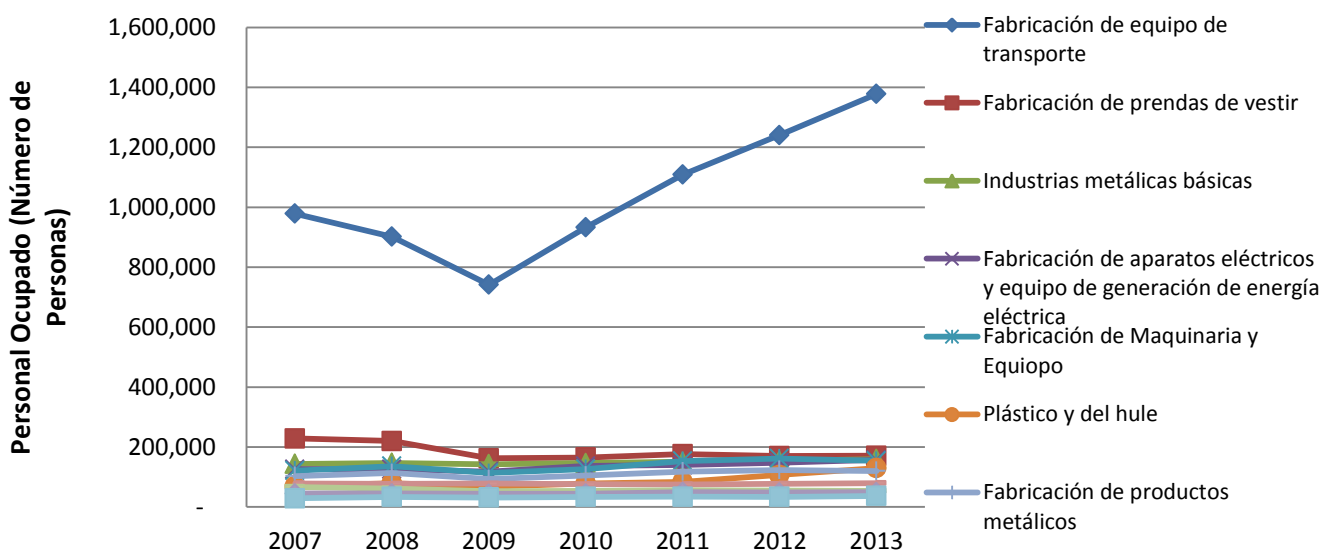
Ilustración 14. Subsectores de manufactura en donde Coahuila se encuentra bien posicionada a nivel Nacional



Fuente: INEGI, 2014a

Respecto a los sectores de manufactura que generan mayor número de empleos en el estado, la fabricación de equipo de transporte es, por mucho, el subsector que mayor empleo ofrece (representa el 52% del empleo total del sector manufacturero en el estado).

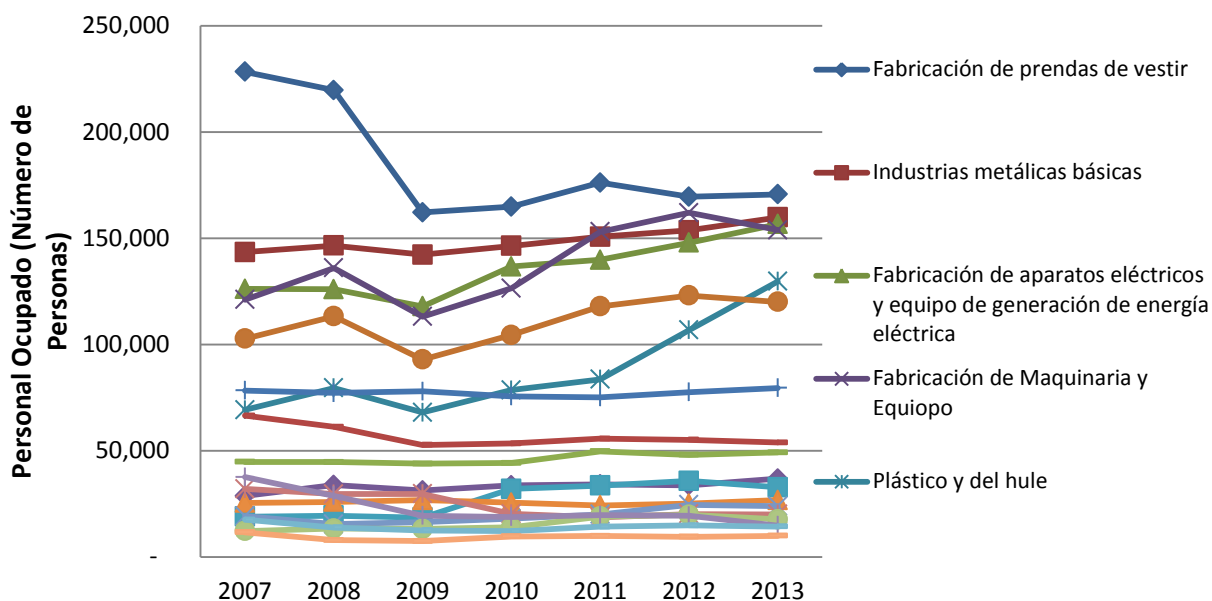
Ilustración 15. Histórico del personal ocupado por subsector de manufactura en Coahuila



Fuente: INEGI, 2014a

Para visualizar con mayor detalle la importancia en la generación de empleo de otros sectores de manufactura en el estado, en la Ilustración 16 es posible identificar que el segundo subsector que mayor empleo ofrece, en el sector manufacturero, es la fabricación de prendas de vestir; no obstante, en los últimos años, este sector ha decrecido en el número de personal empleado, disminuyendo de 228 000 personas empleadas en 2008 a 170 000 en 2013. En contraste, los subsectores de fabricación de maquinaria y equipo, fabricación de aparatos eléctricos e industrias metálicas básicas han aumentado en promedio 4.8%, 3.89% y 1.84%, respectivamente, el número promedio de personal empleado en los últimos cinco años.

Ilustración 16. Histórico del personal ocupado por subsector de manufactura en Coahuila, excepto subsector de fabricación de equipo de transporte



Fuente: INEGI, 2014a

2.4. Principales tendencias de la innovación en el área de especialización a nivel mundial

Las tecnologías de manufactura avanzada, en tanto instrumentos para generar riqueza, tienen como fin último aumentar la productividad y competitividad de los sectores económicos, buscando, por ejemplo, aumentar la velocidad de producción en maquinaria y equipo, proponer nuevas técnicas para aumentar la vida útil de herramientas o bien desarrollar herramientas de tele-asistencia que permitirán mantener el control automático y prevención de los equipos a distancia.

El objetivo del área de especialización de manufactura avanzada es aumentar la utilidad en los procesos de producción, por ejemplo: al controlar y disminuir costos, mejorar la eficiencia de producción o eliminar pérdidas por mermas, de tal forma que se ofrezca un mejor producto al cliente de acuerdo con los requisitos y especificaciones de calidad que exige el mercado. Otra manera, mucho más valiosa, para mejorar las utilidades del sector

con manufactura avanzada es ofrecer productos diferenciados de alta calidad y con un alto valor agregado.

Las tendencias tecnológicas en el área de manufactura avanzada buscan mejorar tanto el desempeño técnico de procesos de producción como el desempeño de uso para clientes especializados y maximizar la calidad.

Las diferentes tendencias tecnológicas a nivel mundial en manufactura avanzada 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 proceso 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 4, 5 y 6 se desglosan con más detalle ejemplos de las tecnologías que conforman cada una de las tendencias antes mencionada, así como el beneficio técnico buscado³.

³ Para conocer con detalle las tendencias tecnológicas en materia de MA, revisar el Apéndice B, Estudio de tendencias tecnológicas en MA, localizado al final de este documento.

Tabla 4. Tendencia tecnológica: obtención de un nuevo producto de máxima calidad a un coste razonable

Tendencia		Ejemplos de tecnologías	Objetivo de mejora
Obtención de un nuevo producto de máxima calidad a un costo razonable	Materiales de propiedades físicas diferenciadas que permiten generar nuevos productos de alta especialización		
		- Propiedades mecánicas mejoradas (tecnologías de materiales nanoestructurados y aceros sinterizados)	- <i>Mejores diseños / calidad / nuevas aplicaciones</i>
		- Ultra baja densidad (tecnologías de aluminio, magnesio modificadas con elementos lantánidos)	- <i>Mejores diseños / calidad / fácil operación / nuevas aplicaciones</i>
		- Mejor resistencia a la corrosión (tecnologías de magnesio modificadas con elementos lantánidos)	- <i>Vida útil / calidad / nuevas aplicaciones</i>
		- Memoria de forma (tecnologías de nanoporos y aleaciones de níquel-manganeso-galio)	- <i>Mejores diseños / nuevas aplicaciones</i>
	Nuevos recubrimientos y tratamientos térmicos que permiten alargar la vida de productos		
		- Recubrimientos de durabilidad mejorada (tecnologías de nanopartículas)	- <i>Vida útil / nuevas aplicaciones / calidad</i>
		- Recubrimientos inteligentes (respuesta bactericida y fungicida, sensibilidad óptica, térmica)	- <i>M. diseños / nuevas aplicaciones</i>
		- Tratamientos térmicos que incrementan dureza (refuerzo local por láser en aceros)	- <i>M. diseños / vida útil / nuevas aplicaciones</i>
	Tecnologías de diseño de producto		
		- Software de diseño y fabricación colaborativa	- <i>M. diseños / reducción de tiempo de diseño</i>
		- Maquinaria que permite obtener productos con nuevas propiedades y estructuras (tecnologías de fabricación aditiva)	- <i>Mejores diseños / nuevas aplicaciones</i>
		- Maquinaria capaz de fabricar con tolerancia micropiezas de gran precisión (microtecnologías)	- <i>Nuevas aplicaciones / calidad</i>
		- Tecnologías multimaterial (co-inyección, bi-inyección, deposición metálica, etc).	- <i>Flexibilidad de diseño</i>
	Técnicas de Diseño		
		- Estudio del ciclo de vida íntegro de un producto	- <i>Flexibilidad de diseño</i>
		- Retroalimentación continua durante el ciclo de vida de un producto (fabricación concurrente)	- <i>Mejores diseños / flexibilidad de diseño / calidad</i>
		- Demanda de nuevos productos micrométricos (microtecnologías)	- <i>Nuevas aplicaciones / calidad</i>
		- Personal especializado capaz de adaptarse a condiciones cambiantes (especialización de diseñadores)	- <i>Mejores diseños / calidad</i>

Fuente: CamBioTec, 2014

Tabla 5. Tendencia tecnológica: maximizar la productividad y competitividad con nuevos proceso rápidos, flexibles y fiables

Tendencias	Ejemplos de tecnologías	Objetivo de mejora
Maximizar la productividad y competitividad con nuevos proceso rápidos, flexibles y alta calidad	Maquinaria para procesos de máxima versatilidad o de alta especialización	
	- Equipos modulares de alta flexibilidad de producción y con arquitecturas de controles abiertos	<i>Flexibilidad de proceso</i>
	- Equipos con nuevas tecnologías de alta velocidad y precisión (por ejemplo tecnologías de pulido automático por láser)	<i>Velocidad de proceso / confiabilidad / calidad</i>
	- Equipos con nuevas combinaciones de proceso para materiales distintos en un mismo equipo (tecnologías de sintonización asistida por corriente de plasma pulsada)	<i>Aplicabilidad del proceso / Velocidad de proceso</i>
	- Equipos para proceso especializados de alta eficiencia (nuevas tecnologías de texturizado y micro-maquinado)	<i>Calidad / Aplicabilidad del proceso</i>
	- Combinación de herramientas para mecanizado de súper aleaciones metálicas (fresado por agua, mecanizado flexible de precisión en materiales duros)	<i>Velocidad de proceso / generación de residuos / aplicabilidad</i>
	- Eficiencia de herramientas y mejora en su vida útil (tecnologías de sistemas de micro-enfriamiento de herramienta, análisis de señales sónicas mediante ondículas)	<i>Vida útil / velocidad de proceso</i>
	- Equipos para obtención de productos multilateral (sinterizado)	<i>Aplicabilidad del proceso / Velocidad de proceso</i>
	Innovaciones de procesos	
	- Procesos para microtecnologías	<i>Aplicabilidad del proceso / calidad</i>
	- Técnicas de optimización de materia prima y mano de obra	<i>Reducción de complejidad de proceso / requerimiento de personal</i>
	- Técnicas avanzadas de unión para eliminar ensambles (soldadura con láser de gran potencia y adhesivos estructurales de gran tenacidad)	<i>Reducir número de componentes / reducir complejidad de proceso</i>

	Uso de información como herramienta fundamental de trabajo (revolución de la sociedad de la información)		
		- Teleasistencia: Atención al cliente en cuanto a diagnóstico y mantenimiento correctivo y preventivo a las máquinas en tiempo real y a distancia	<i>Confiabilidad / requerimiento de personal</i>
		- Nuevas interfaces humano-máquina aumentando el número de tareas complejas a realizar	<i>Confiabilidad / requerimiento de personal</i>
		- Monitorización digital: diagnóstico y control de la producción	<i>Confiabilidad / requerimiento de personal / calidad</i>
		- Inteligencia artificial	<i>Requerimiento de personal</i>
		- <i>Software</i> para capturar conocimiento de un producto y proceso de manera integrada, facilitando la especificación de diseño y fabricación de nuevos productos	<i>Confiabilidad</i>

Fuente: CamBioTec, 2014

Tabla 6. Tendencia tecnológica: uso de tecnologías limpias y desarrollo sustentable

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)	<i>Impacto en el entorno / aplicabilidad del proceso</i>
		- Fluidos de corte (aditivos biopoliméricos en agua para reemplazar lubricantes)	<i>Impacto en el entorno / tipo de residuos generados</i>
	Uso de materiales y energía limitados		<i>Requerimiento energético</i>
	Reciclado de materiales		<i>Impacto en el entorno</i>

Fuente: CamBioTec, 2014

Se identifica que en el corto plazo, el común denominador de los nuevos desarrollos tecnológicos a nivel mundial es buscar altos niveles de productividad; sin embargo, en el mediano y largo plazo se aprecia una tendencia al desarrollo de servicios altamente especializados que ofrezcan diferencias competitivas y agreguen valor a la resolución de problemas específicos.

A nivel internacional destacan por sus aportaciones al desarrollo e investigaciones en el sector metalmecánico:

- Asociación Brasileña de Metalurgia y Materiales (ABM), Brasil
- Asociación de Industriales Metalúrgicos de la República Argentina (ADIMRA), Argentina
- Asociación Latinoamericana del Acero (ALACERO), Chile
- Asociación Mundial del Acero (WSA), Bélgica
- Centro de Desarrollo Tecnológico Metalmecánico (CRTM), COLOMBIA
- Centro de Investigación, Desarrollo, Innovación y Diseño en Ingeniería (CIDIDI), Argentina
- General Electric Research Center, Estado Unidos
- Instituto Metal Mecánico (AIME), España
- Massachusetts Institute of Technology (MIT), Estado Unidos
- Tokyo Institute of Technology (TIT), Japón
- Indian Institute of Technology (IIT), India

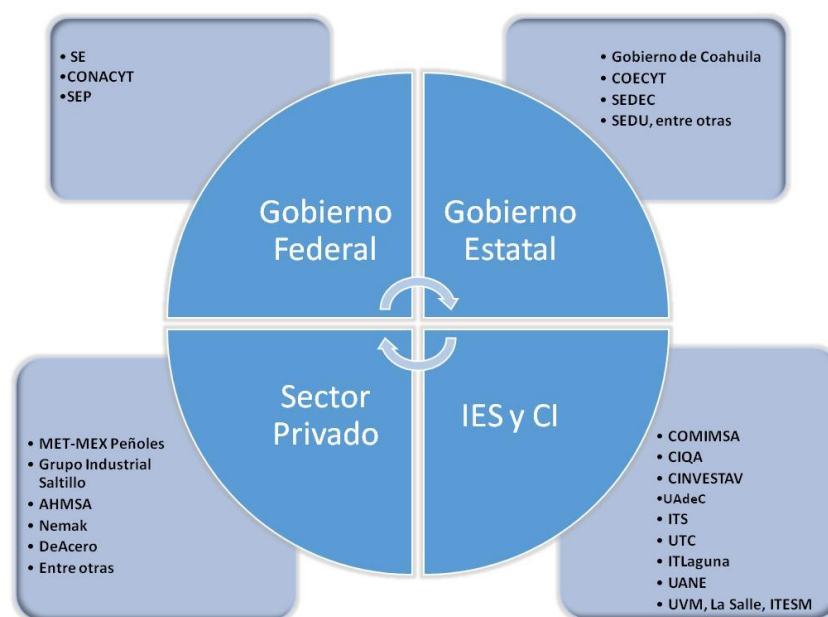
3. BREVE DESCRIPCIÓN DEL ECOSISTEMA DE INNOVACIÓN PARA EL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN

El ecosistema de innovación del área de Manufactura Avanzada en México se integra principalmente por 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.

3.1. Mapa de los agentes del ecosistema de innovación

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

Ilustración 17. Ecosistema de Innovación del Área Manufactura Avanzada en Coahuila



Fuente: CamBioTec, 2014

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

Para enero de 2014, a nivel nacional se registraron 92,273 egresados del área Ingeniería, manufactura y construcción, de los cuales 3,858 egresaron de Coahuila.

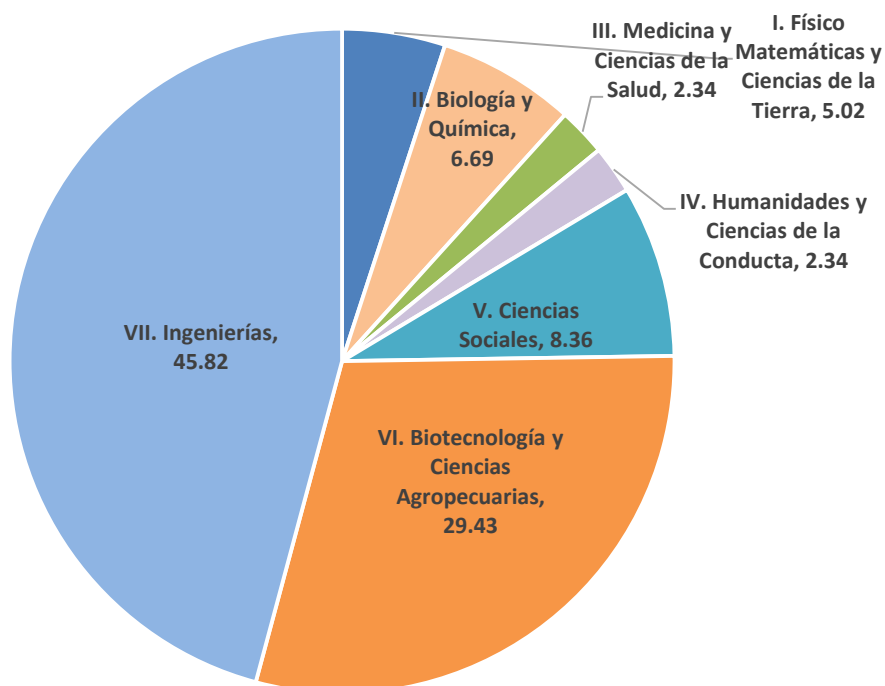
De acuerdo con el Anuario Estadístico de la ANUIES, la población a nivel técnico superior en Coahuila durante el ciclo escolar 2012-2013, registró 7,096 matriculados, 2,132 egresados y 1,559 titulados. De éstos, las áreas de Agronomía y Veterinaria, y Artes y Humanidades no tuvieron ningún registro; en tanto, Ingeniería y Tecnología, y Ciencias Sociales concentraron la mayor parte de la matrícula.

A nivel licenciatura, durante el mismo ciclo escolar se registraron 73, 249 matriculados, 10, 063 egresados y 6,156 titulados. Las áreas de Ciencias Sociales e Ingeniería y Tecnología concentraron el mayor registro, seguidos de Salud, y Agronomía y Veterinaria. (ANUIES, 2013).

Mientras, durante el periodo 2011-2012, Coahuila registró a nivel posgrado 4,754 matriculados. (FCCyT, 2014).

Por otro lado, para enero de 2014, en México se registraron 21,359 investigadores, de los cuales sólo el 1.4% corresponde a Coahuila. Las áreas donde se concentra el mayor número de investigadores son Ingeniería, Biotecnología y Agropecuaria. Véase ilustración 18. (ProMéxico, 2014).

Ilustración 18. Investigadores SNI por área académica (% , enero - 2014).



Fuente: ProMéxico, FCCyT, 2014

En el estado es amplia la oferta de instituciones de educación superior (IES) que imparten programas relacionados con manufactura avanzada en diferentes especialidades (ingeniería mecatrónica, ingeniería electrónica, robótica, entre otras). Asimismo, son tres los centros de investigación con áreas de especialización relacionadas con la manufactura avanzada. A continuación se presentan las IES y CI vinculados con esta área de especialización. (Ver Tabla 7).

Tabla 7. Programas académicos relacionados con manufactura avanzada e impartidos por IES en Coahuila

Institución	Programa Académico	Nivel
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA LAGUNA	ING. MECÁNICO	Licenciatura
	ING. INDUSTRIAL	Licenciatura
	ING. EN SISTEMAS COMPUTACIONALES	Licenciatura
	ING. EN MECATRÓNICA	Licenciatura
	ING. ELECTRÓNICO	Licenciatura
	ING. ELÉCTRICO	Licenciatura
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA LAGUNA	INGENIERÍA INDUSTRIAL	Maestría
	INGENIERÍA ELÉCTRICA	Maestría
	CIENCIAS EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	Doctorado
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SALTILLO	ING. MECÁNICO	Licenciatura
	ING. INDUSTRIAL	Licenciatura
	ING. EN SISTEMAS COMPUTACIONALES	Licenciatura
	ING. EN MECATRÓNICA	Licenciatura
	ING. EN MATERIALES	Licenciatura
	ING. ELECTRÓNICO	Licenciatura
	ING. ELÉCTRICO	Licenciatura
	CIENCIAS DE LA INGENIERÍA	Doctorado
INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY	ING. INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS	Licenciatura
	ING. EN TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN	Licenciatura
	ING. EN MECATRÓNICA	Licenciatura
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA	INGENIERÍA ELÉCTRICA	Maestría
	CIENCIAS DE LA INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA	Maestría
	CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LA METALURGIA	Maestría
	ING. QUÍMICO METALURGISTA Y MATERIALES	Licenciatura
	ING. MECÁNICO ELÉCTRICO	Licenciatura
	ING. INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS	Licenciatura
	ING. EN TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES	Licenciatura
	ING. EN SISTEMAS COMPUTACIONALES	Licenciatura
	ING. EN RECURSOS MINERALES Y ENERGÉTICOS	Licenciatura
	ING. EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES	Licenciatura
	ING. EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL	Licenciatura
	CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE MATERIALES	Doctorado
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE LA LAGUNA, A.C.	ING. INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS	Licenciatura
	ING. EN SISTEMAS COMPUTACIONALES	Licenciatura
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE MÉXICO	ING. MECATRÓNICO	Licenciatura
	ING. INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS	Licenciatura
	ING. EN TELECOMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA	Licenciatura
	ING. EN SISTEMAS COMPUTACIONALES	Licenciatura
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE COAHUILA	ING. EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN	Licenciatura
	ING. EN PROCESOS Y OPERACIONES INDUSTRIALES	Licenciatura
	ING. EN MECATRÓNICA	Licenciatura
	ING. EN CONFIABILIDAD DE PLANTA	Licenciatura

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE COAHUILA	TÉCNICO SUPERIOR UNIVERSITARIO EN PROCESOS INDUSTRIALES	Técnico
	TÉCNICO SUP. UNIV. EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN	Técnico
	TÉCNICO SUPERIOR UNIVERSITARIO EN MANTENIMIENTO	Técnico
	TÉCNICO SUPERIOR UNIVERSITARIO EN MECATRÓNICA	Técnico
	TÉCNICO SUPERIOR UNIVERSITARIO EN PROCESOS INDUSTRIALES	Técnico
	TÉCNICO SUP. UNIV. EN TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN	Técnico
Centro de Investigación y de Estudios del IPN- Saltillo	El centro imparte dos posgrados relacionados con manufactura avanzada (una maestría y un doctorado) en las área de “ciencias en robótica y manufactura avanzada”. Algunas de las líneas de investigación del centro son (Cinvestav, 2014): - Navegación y exploración autónoma de robots móviles en ambientes poco estructurados. - Sistemas no lineales, electrónica de circuitos y sistemas automáticos. - Automatización de micro-ensambles, instrumentación y automatización de procesos, inspección visual automatizada, control inteligente e interfaces hombre-máquina. - Robótica (manipuladores, diseño integral e integración en tiempo real. - Modelado y control no lineal de sistemas dinámicos.	
Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S.A. de C.V. (COMIMSA)	Comimsa desarrolla investigación y tecnología en las áreas de ingeniería de proyectos, ingeniería de materiales, ingeniería de manufactura y tecnologías de información y comunicaciones. Comimsa ofrece las siguientes opciones de estudios de posgrado y de formación continua (Comimsa, 2014): - Maestría y Doctorado en el Programa Interinstitucional en Ciencia y Tecnología (Picyt) con opciones terminales en Ingeniería Industrial y en Manufactura; acreditados en el Padrón Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del Conacyt. - Posgrado Institucional (especialización) en Tecnología de la Soldadura Industrial, que ha sido reconocido desde mayo de 2006 como de alto nivel dentro del PNCP. - Maestría en Tecnología de la Soldadura Industrial, también reconocido por el PNPC.	
Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA)	CIQA realiza actividades de investigación, docencia y servicios tecnológicos en el área de química, polímeros, nanomateriales y disciplinas afines. Se enfoca al desarrollo de nuevos materiales poliméricos para aplicaciones novedosas, en cinco líneas de investigación: síntesis de polímeros, procesos de polimerización, materiales avanzados, procesos de transformación de plásticos y plásticos en la agricultura. El CIQA ofrece los siguientes programas de posgrado y capacitación: - En el sistema de tiempo completo: especialización en química aplicada y Maestría en Agro-plasticultura. - En el sistema profesionalizante para la industria: Maestría en Materiales Poliméricos, Maestría en Procesado de Plásticos, Maestría en Ciencia e Ingeniería de Materiales. - Capacitación abierta o en planta: diplomado en plásticos, cursos teóricos introductorios sobre materiales, procesado y complementarios. Talleres y cursos teórico-prácticos de moldeo por inyección de plásticos, extrusión de plásticos y de películas plana y soplada, reciclado de plásticos, tecnología de mezclado de plásticos y agroplasticultura.	

Fuente: CamBioTec, 2014, con datos de Anuiés, 2014 y CI, 2014

Existen, además, diversos Centros de Educación Media Superior como el Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (Conalep) o los centros de bachillerato tecnológico que contribuyen a la formación de técnicos para esta industria.

Los municipios con mayor número de instituciones educativas son Torreón, Saltillo, Monclova y Piedras Negras, con presencia de más de cinco instituciones de educación superior.

“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

Coahuila ocupó, en agosto de 2013, la posición número 10 a nivel nacional en cuanto al número de organizaciones con Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (Reniecyt) con 221 registros⁴, los cuales se distribuyen como se puede apreciar en la Tabla 8. **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Algunas empresas que representan un actor destacado en el estado son:

- MET-MEX Peñoles
- Chrysler
- General Motors
- Grupo Industrial Saltillo
- AHMSA
- Trinity Industries
- DeAcero

⁴ Cabe destacar que en los últimos tres años, el número de registros ha venido a la baja en el estado pasando de 262 en el año 2011 a 221 en 2013.

- John Deere
- Nemak

Algunos de los parques industriales emblemáticos son:

- | | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| ○ Santa María | ○ Amistad Torreón |
| ○ Saltillo-Ramos Arizpe | ○ Ferro Puerto Laguna |
| ○ Santa Mónica, Finsa | ○ Nueva Laguna |
| ○ Amistad Ramos Arizpe | ○ Desarrollo Industrial Río Grande |
| ○ Saltillo Morelos | ○ Amistad Acuña |
| ○ Saltillo Sur | ○ Amistad Piedras Negras Phase I |
| ○ La Angostura | ○ Amistad Piedras Negras Phase II |
| ○ Las Torres | ○ Internacional de Acuña |
| ○ Las Américas Torreón | ○ Fundidores Industrial Park |
| ○ Ciudad Industrial Torreón | ○ El Pinar |
| ○ Matamoros Industrial Development | ○ Amistad Sabinas |
| | ○ Herradura |

Algunas de las agrupaciones empresariales y grandes empresas que tienen un alto impacto en el desarrollo económico del estado son las siguientes:

- Grupo Industrial Saltillo. Se encuentra dentro de tres sectores industriales: construcción (pisos, calentadores de agua, calefactores de ambiente y conducción de fluidos); fundición para motores y autopartes (fundiciones de hierro gris, hierro nodular y aluminio para monoblocks y cabezas para motores así como autopartes), y hogar (enseres para cocina y mesa).
- Grupo México. Es la compañía minera más grande de México y la tercera productora de cobre más grande del mundo.
- Industrias Peñoles. Es el mayor productor de planta refinada en el mundo. Además, es líder en Latinoamérica en la producción de oro, plomo y zinc.

- Altos Hornos de México. El mayor productor de acero en el mundo con sede en la ciudad de Monclova.
- Casa Madero. Desde 1597, por decreto del rey Felipe II de España, se estableció en Parras, siendo de los más importantes productores de vino en el mundo.
- Grupo Soriana. Fundada en la ciudad de Torreón, hoy es de las más importantes cadenas de autoservicio en el país.
- Grupo LALA. Fundada en 1949, es una de las empresas lecheras más importantes de México.

Otros importantes actores son también los organismos empresariales, como la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (**Canacintra**), la Asociación de Industriales y Empresarios de Ramos Arizpe (**Aiera**), el Centro Empresarial Coahuila Sureste-Coparmex, la Asociación de Recursos Humanos Coahuila Sureste (**Arhcos**), entre otros.

Se suma a los anteriores el **Consejo de Vinculación Universidad-Empresa**, constituido por las principales instituciones de educación superior y Coparmex, quien lo preside, así como el **Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología**, organismo de apoyo en el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación.

El clúster automotriz **Siecca** se constituye con los centros de investigación, instituciones de educación superior, el Conacyt y el gobierno del estado de Coahuila, quienes aportan infraestructura, capacidades tecnológicas, recursos humanos y financieros para apoyar al sector automotriz con tecnología, innovación servicios tecnológicos y formación de recursos humanos en las áreas de materiales, fundición, conformado de metales, herramientas, transformación de plásticos y sistemas de manufactura.

En resumen, el ecosistema de innovación del área de especialización de manufactura avanzada en el estado se integra de universidades y centros de investigación, empresas de los diferentes sub-sectores, organismos soporte y programas de apoyo al sector.

El gobierno del estado, a través de su Consejo Estatal de Ciencia y tecnología (Coecyt) juega un papel central como coordinador en el diseño e implementación de estrategias que orienten las acciones de los diferentes actores del Programa Especial de Innovación, Ciencia y Tecnología (Peicyt), manteniendo en todo momento una visión de conjunto, centrada en el bien común, con un horizonte de largo plazo y buscando fortalecer las capacidades de innovación tecnológica en la estructura productiva de la entidad.

Así mismo el Peicyt busca consolidar el desarrollo tecnológico a través de un sistema regional de innovación y así aumentar la competitividad, elevar la investigación y los procesos de innovación en todos los sectores en el estado.

La distribución territorial del valor agregado generado por los sectores con mayor aportación económica en el estado se ubica en seis zonas metropolitanas relevantes de la entidad: Saltillo, Torreón, Monclova, Acuña, Piedras Negras y Sabinas-Rosita.

En el caso de los sectores metalmecánico y automovilístico, casi 95% del empleo y 98% del valor agregado se concentran en las seis áreas urbanas más pobladas de la entidad. En cuanto a minerales no metálicos y otros productos metálicos, el valor agregado tiende a concentrarse en la zona metropolitana de Monclova.

3.4. Evolución de apoyos en el área de especialización

En la evolución de los proyectos relacionados con manufactura avanzada, apoyados por la convocatoria del Fomix-Coahuila de 2011 a 2012, se encuentran proyectos de la industria minera, automotriz, energía y metalmecánica. La lista de proyectos se muestra en la Tabla 9.

Tabla 8. Evolución de los proyectos relacionado con manufactura avanzada en Coahuila de 2011 a 2012

Ramo	Folio	Programa
Minería	COAH-2011-C18-164012	Estudio del mejoramiento de la calidad del carbón del estado de Coahuila a través de procesos físicos y químicos
	COAH-2012-C20-187377	Desarrollo e integración de un sistema piloto de colada continua para la obtención de aleaciones maestras de Al-Sr, Al-Ti, Al-Ti y Al-Cu en barra o planchón.
	COAH-2013-C27-213178	Fortalecimiento de la infraestructura de investigación, desarrollo tecnológico e innovación para el clúster carbón acero en el Estado de Coahuila de Zaragoza.
Automotriz	COAH-2011-C17-163617	Plataforma tecnológica para el diseño, manufactura y mantenimiento de herramientas para procesos de conformado, moldeo e inyección de metales y plásticos
Energético	COAH-2012-21-187323	Programa de mejora energética del Estado de Coahuila dentro de un equilibrio sustentable y sano entre la sociedad y el medio ambiente.
	COAH-2012-21-187318	Proyecto ejecutivo para el programa de escuelas de bioclimas en el Estado de Coahuila.
	COAH-2012-21-187383	Proyecto ejecutivo para el desarrollo de un sistema estatal integrado para la fabricación de biodiesel.
	COAH-2012-21-187385	Proyecto ejecutivo para el desarrollo de tecnología termosolar para la generación de energía eléctrica.
	COAH-2012-C20-2-188821	Tecnología de producción de etanol combustible a partir de jugo y biomasa sólida de agave mezcalero
	COAH-2012-C20-3-191039	Desarrollo tecnológico de un sistema prototipo para la obtención de combustible alternativo para su uso en planta de asfaltos, a partir de aceites usados
Metal-mecánica	COAH-2012-C22-190508	Matriz de insumo producto del Estado de Coahuila de Zaragoza
	COAH-2012-C20-187264	Desarrollo integral de un prototipo de boiler inteligente de paso instantáneo
	COAH-2012-C20-187306	Desarrollo del paquete tecnológico para la fabricación de pistones vaciados en aleación cobre-berilio para maquinas inyectoras de metal.

	COAH-2012-C20-187339	Aplicación de tecnologías para la modificación superficial de moldes y componentes de acero grado herramienta para incrementar el desempeño y vida útil.
	COAH-2013-C25-207614	Optimización de propiedades mecánicas y características metalúrgicas de aceros de alta y baja aleación, mediante el proceso de relevado de esfuerzos por vibración sub armónica aplicado a componentes sujetos a ciclos térmicos por soldadura o maquinado
Maquinaria y equipo	COAH-2012-C20-3-191040	Desarrollo tecnológico para la restauración y modificación superficial de herramientas de forja.
	COAH-2012-C20-3-191065	Desarrollo tecnológico para la restauración y modificación superficial de herramientas de forja.
	COAH-2013-C27-213335	Proyecto ejecutivo y arquitectónico para la construcción, reestructura y actualización de las temáticas del museo el giroscopio, el laboratorio de investigación y entrenamiento de maquinaria CNC y robótica.
	COAH-2013-C25-207527	Desarrollo de equipos de alta eficiencia para procesar alimentos.
	COAH-2013-C25-208202	Desarrollo del paquete tecnológico para la manufactura de válvulas tipo bola en aleación, incoloy alloy 20, para su uso en la industria química.

Fuente: CamBioTec, 2014

4. ANÁLISIS FODA DEL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN

Con base en la revisión documental integrada en el diagnóstico sectorial para esta área de especialización en Coahuila y con la información obtenida en el trabajo de campo a partir de las entrevistas, visitas a actores sectoriales y realización de talleres, el análisis FODA sobre la Manufactura Avanzada se ilustra a continuación.

4.1. Fortalezas

- Excelente ubicación geográfica con respecto al mercado norteamericano.
- Actual cambio en la estructura demográfica del estado que le genera capital humano como fuerza laboral y creciente demanda interna de servicios.
- La manufactura ocupa un lugar preponderante en el estado, es el principal generador de empleos y de valor agregado.
- Cuenta con una larga experiencia en manufactura avanzada.
- Gran infraestructura instalada y relaciones comerciales.
- Existencia de centros de investigación destacados y programas de formación de recursos humanos en los diferentes niveles (técnico, licenciatura y posgrado).

4.2. Oportunidades

- El sector ha sido priorizado para el impulso de la innovación.
- El desarrollo de la industria de gas e hidrocarburos en el estado implica una demanda importante de manufacturas metalmecánicas e instrumentos.
- Producto del bono demográfico existe una oferta creciente de mano de obra, fuente potencial de crecimiento.
- Desarrollo de capacidades específicas en áreas especializadas de la industria.
- Incrementar la promoción de la vinculación en las relaciones industriales.

- La fabricación de herramental es transversal a varias industrias. Si el estado potencia la fabricación de herramientas en esta área tiene un gran mercado interno.
- Máximo aprovechamiento de la ubicación geográfica con respecto al mercado norteamericano.
- Matrícula significativa de estudiantes de ingeniería, por lo que existe la oportunidad de capacitar a especialistas en algunas áreas de nivel mundial en el corto plazo (mecatrónicos, mecánicos, electrónicos).
- Preferencias arancelarias en el CAN, Mercosur, Aladi, ATPDEA, SGP Europeo.

4.3. Debilidades

- Ausencia de programas de modernización tecnológica y la limitada incorporación de la automatización en las pyme para garantizar una mayor productividad y calidad; aunque se han sofisticado algunos procesos, por implementación de dispositivos de control, sigue empleándose tecnología tradicional.
- Bajos márgenes de utilidades por falta de diferenciación de productos.
- Dependencia tecnológica de las grandes empresas tractoras respecto de sus casas matrices y proveedores extranjeros.
- Dificultades de financiamiento y de suficiente nivel de inversión privada.
- Falta inversión en investigación y desarrollo por las empresas del sector y, en consecuencia, escaso desarrollo tecnológico local.
- Incentivos a la innovación insuficientes y de corto plazo.
- Mínima vinculación entre industrias o entre la academia y la industria para el desarrollo de proyectos tecnológicos.
- Falta de mano de obra calificada. Para algunos equipos y procesos se requiere una mayor especialización, en donde la oferta de técnicos de la región actualmente no es suficiente, no existen en el mercado local.
- Una limitante para el desarrollo de empresas medianas y pequeñas para posicionarse como proveedoras en el sector, es la falta de cumplimiento de certificaciones.

4.4. Amenazas

- Agresividad de los países asiáticos para ganar mercados.
- La manufactura tiene una fuerte dependencia del sector externo, dominando el mercado estadounidense. Es recomendable diversificar las actividades manufactureras y los mercados para lograr un equilibrio sectorial.

- Las acciones de otros estados fronterizos por posicionarse mejor que Coahuila ante el mercado norteamericano, modernizando su sistema de movilidad para desarrollar programas de intercambio y colaboración.
- Pérdidas de mercados por dificultades de infraestructuras, flete, frecuencia, altos costos y riesgos operativos.
- Las empresas de la competencia extranjera se organizan o se insertan cada vez más en estructuras de producción y distribución a escala mundial, lo que se complementa con costos de transporte y de comunicaciones a la baja.

5. MARCO ESTRATÉGICO Y OBJETIVOS DEL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN

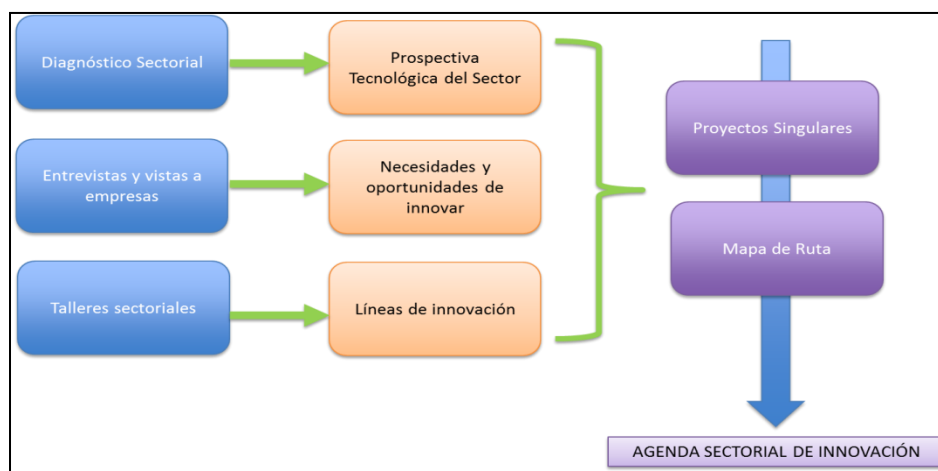
La elaboración de la Agenda Estatal de Innovación del área Manufactura Avanzada en Coahuila, se sustenta en la metodología de Estrategias de Investigación e Innovación para la Especialización Inteligente RIS3 (por sus siglas en inglés). Esta metodología plantea utilizar los recursos locales de forma 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 el análisis de la 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 y 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 área de especialización en Coahuila. 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. Véase Ilustración 19.

Ilustración 19. 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 Coahuila.

Tabla 9. Identificación de los problemas y propuestas de innovación de la Manufactura Avanzada en Coahuila

Problema tecnológico y/o de innovación	Origen del problema	Impacto en el sector	Propuestas de solución de problemáticas
Falta de fomento al desarrollo y actualización de equipos de mayor eficiencia energética	Altos costos de combustibles energéticos y deficiencia en el aprovechamiento eficiente de los mismos.	Altos costos de operación que impactan en la competitividad	Desarrollo de equipos de mayor eficiencia energética y de energías alternativas a bajo costo
No se cuenta con diseño y fabricación de herramientas para el sector de maquinado. Debido a que no hay diseño de herramientas, se trabaja con herramientas viejas o que no corresponden ofrecen la mejor productividad en	Falta capacitación del recurso humano especializado en el sector.	Se desaprovechan las oportunidades para atender al sector automotriz y el de hidrocarburos. Baja productividad de proceso y aumento de mermas.	Creación de un centro de investigación que brinde los siguientes servicios: certificación, capacitación de trabajadores, calibración de equipos.

la manufactura			
Falta de integración y organización del sector	Los empresarios del sector no se encuentran organizados	Se requiere fortalecer la cadena productiva y la vinculación academia-empresa	Creación del Clúster del sector metalmecánico, en la región centro del estado
Se requiere de recurso humano certificado	Recurso humano formado y certificado de acuerdo a las competencias que requiere el sector	Falta de competitividad del sector a través de la innovación	Creación de un centro de capacitación y certificación por competencias, promueva la gestión de proyectos
No se cuenta con variedad de materiales que permita incrementar la vida útil de los productos	Se requiere el desarrollo de nuevos materiales	Diversificación del mercado, calidad en el producto	Desarrollo de materiales por parte de los centros de investigación

Fuente: CamBioTec, 2014

Algunas de las problemáticas recurrentes identificadas en talleres y entrevistas a profundidad que se repiten en el sector de manufactura avanzada en Coahuila y cuyo efecto tiene relación con el desempeño del mismo son:

- Falta de incentivos como “casos de éxito” o “proyectos insignia” entre las empresas del sector para posicionar a la inversión en investigación y desarrollo como actor relevante en el surgimiento de innovaciones.
- Escasa vinculación de la industria con centros públicos de investigación (nacional e internacional).
- Falta de difusión de las capacidades científicas y tecnológicas de los centros de investigación de la región entre las empresas.
- Inexistencia de la ingeniería inversa como actividad fundamental para producir adaptaciones de equipo y proceso.
- Desconocimiento de las nuevas tecnologías de proceso y producto en el mundo (nanomateriales, mecanizado no tradicional metales, etc.) por parte de los empresarios del sector.
- Baja promoción de la vinculación con las instituciones de educación superior.

La manufactura ocupa un lugar preponderante en el estado, es el principal generador de empleos y de valor agregado. Sus niveles de productividad lo hacen competitivo a nivel nacional, principalmente en los subsectores de hierro y acero, automotriz, metalmecánica, y productos metálicos no ferrosos. En Coahuila, debido al balance actual de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas en el área de especialización en la manufactura avanzada, se plantea como objetivo:

Generar capacidades para impulsar la innovación en la cadena productiva de la manufactura avanzada en el estado, aprovechando la demanda de productos e infraestructura humana y física existente, a fin de ofrecer productos y servicios de mayor especialización y valor agregado. Para ello se promoverán programas eficaces que permitan crear nexos de mercado entre la cadena de valor del sector.

6. NICHOS DE ESPECIALIZACIÓN

Varias de las empresas de manufactura avanzada en Coahuila transitan por un proceso de aprendizaje tecnológico en los estándares que los nuevos mercados exigen. Entre las estrategias que se han utilizado diferentes empresas para garantizar su permanencia en el mercado, se encuentran la introducción de nuevas técnicas y metodologías organizacionales, mejora del proceso administrativo y control de proyectos, búsqueda y desarrollo de nuevos clientes, diversificación en su gama de productos, adquisición de maquinaria y equipo, disminución de tiempos de producción y mejora en el desarrollo de los procesos.

Al respecto, una de las actividades de importancia mayúscula es la **difusión del conocimiento** para elevar la competitividad de las empresas en la región. Dicha actividad está fuertemente ligada a la cooperación en el desarrollo de proyectos conjuntos entre empresas, a nivel vertical con sus proveedores y clientes o de carácter horizontal con sus competidores o bien con centros de investigación o instituciones de educación superior, igualmente con organismos gubernamentales que se vinculen a las actividades de apoyo a la innovación.

En este sentido, la promoción de la relación entre la industria y los centros de generación de conocimiento es necesidad para ambos actores del ecosistema de innovación (la industria y a academia), dada la importancia que cada uno tiene en el sistema de innovación.

Además de una mayor vinculación de la industria con centros de investigación e instituciones de educación superior, para un desarrollo más íntegro del sector, se requiere fomentar el desarrollo de nuevas tecnologías, capacitación y educación orientada a la industria, así como respaldo a la calidad de los productos mediante certificaciones. Sobre este punto, a partir de un análisis profundo de las propuestas entre los integrantes del ecosistema de innovación del sector en el estado, el consenso de nichos de especialización identificados es:

- La especialización en los procesos productivos y personalización de la producción (herramientales).
- La especialización del recurso humano.

Tabla 10. Justificación y objetivos tecnológicos de los Nichos de especialización en Manufactura Avanzada de Coahuila.

Nicho de especialización	Justificación (oportunidad que aborda o problema que soluciona)	Objetivos tecnológicos
Especialización en los procesos productivos y personalización de la producción (herramientales).	Pese a que Coahuila cuenta con una base importante de laboratorios de diversas instituciones que pueden brindar servicios técnicos especializados y de investigación; los miembros del ecosistema de innovación solicitan apoyo tecnológico especializado mediante proyectos en colaboración con instituciones de investigación existentes en diversas regiones del estado.	• Desarrollar manufactura asistida por computadora. • Mejorar las técnicas de mantenimiento por computadora. • Optimizar el desarrollo de la robótica.
Especialización del recurso humano	La industria requiere programas educativos de vanguardia dentro de los procesos de manufactura especializados, así como un mayor número de programas educativos relacionados con la innovación en las instituciones universitarias con apego a requerimientos regionales de aplicación en la industria aeroespacial y de maquinados no convencionales.	• Desarrollar conocimiento, tecnología, técnicas y habilidades. • Desarrollo integral de programas para la formación de personal. • Capacitación de personal de IES y modernización de infraestructura.

Fuente: CamBioTec, 2014, con información del análisis sectorial y de trabajo de campo

6.1. Especialización de procesos productivos y personalización de la producción (especialización en herramientas)

Las empresas del sector metalmeccánico deberán enfrentarse en el corto plazo a una serie de retos dirigidos a la mejora de la productividad y de la competitividad de sus productos, con el fin de encarar la creciente competencia internacional. La especialización en los procesos productivos de actividades industriales manufactureras es uno de esos retos; una estrategia para la competitividad es la especialización de las empresas en actividades donde cuenten con fortalezas para ser más productivas y, en consecuencia, tengan mejores ventajas competitivas para obtener un mayor crecimiento económico.

Es necesario que la manufactura avanzada en Coahuila transite hacia el ofrecimiento de productos más sofisticados y personalizados (especialización productiva) ya que tienen gran margen para mejorar la calidad de los productos. La especialización favorecerá a las pyme en la reducción de costos y riesgos asociados al esfuerzo de innovación, así como a la división de trabajo y flujos intra e intersectoriales. Se debe de buscar la especialización con el desarrollo de redes productivas, la existencia de colaboración inter-empresarial y el encadenamiento productivo.

6.2. Especialización del recurso humano

El sector de manufactura avanzada es muy diverso en cuanto a la especialización requerida para atender el total de las demandas que recibe de las empresas. A nivel mundial y de manera constante surgen mejoras, nuevas aplicaciones y se desarrollan nuevos procesos y tecnologías específicos a estándares requeridos en industrias determinadas que hacen uso de manufactura avanzada.

En consecuencia, el sector está obligado a promover una etapa de modernización y avance tecnológico con el fin de lograr mejores niveles de productividad, calidad, mayor participación y penetración en mercados nacionales e internacionales.

Las demandas de personal altamente capacitado que puedan atender los diversos procesos singulares requeridos en las empresas se han incrementado en forma considerable, por ello las instituciones educativas y aquellas que brindan formación profesional deben enfocarse a cubrir los requerimientos de las empresas para atender procesos especializados.

Un nicho de especialización es el desarrollo de capacidades en recursos humanos en diferentes frentes, entre ellos: 1) el sistema educativo que satisfaga las necesidades de las empresas innovadoras; 2) promover los esfuerzos realizados por empresa para invertir en el desarrollo de su capital humano, y 3) la promoción a través de IES y centros Conacyt de programas de especialización en el extranjero para el caso de tecnologías de manufactura avanzada de frontera.

7. CARACTERIZACIÓN DE PROYECTOS ESTRATÉGICOS 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 de su mapa de ruta respectivo, para el área de especialización en Manufactura Avanzada de Coahuila.

7.1. Descripción de Proyectos

7.1.1. Desarrollo de una red estatal de diseño y servicios tecnológicos especializados en manufactura avanzada.

Impulsar la formación de una red de colaboración y cooperación entre los agentes e instancias del sector a través de programas de promoción a la vinculación inteligente. Se busca propiciar un espacio permanente para la vinculación y la transmisión de experiencias entre instituciones educativas, gobierno estatal y empresas.

El principal motivo, expresado por los miembros del ecosistema de innovación en el estado, por el cual no se efectúa la vinculación es el desconocimiento de la oferta de las IES para llevar a cabo proyectos en colaboración, seguido por la falta de familiaridad con sus procedimientos administrativos. Por otro lado, Coahuila cuenta con una base importante de laboratorios de diversas instituciones que pueden ofrecer servicios técnicos especializados y de investigación.

Es por ello que se propone fomentar el desarrollo de una red de “Diseño y servicios tecnológicos especializados en manufactura avanzada”, misma que debe integrar las capacidades de los actores de la triple hélice:

1. Los principales centros de investigación de la entidad Comimsa, Cinvestav y CIQA (en conjunto con las universidades e institutos tecnológicos del estado y mediante programas de difusión y promoción) deben ofrecer información actualizada y confiable de las capacidades y esquemas de colaboración de estas instituciones en el desarrollo de proyectos de investigación, formación, asesoría o de prestación de servicios a la industria.
2. El sector industria debe consolidar una visión de invertir en desarrollos tecnológicos en vinculación con su “cadena de valor” (entre clientes y proveedores) a partir del trabajo conjunto en las áreas en las que se requiere fortalecer las capacidades tecnológicas del sector, en bienes y servicios considerados como críticos o de gran oportunidad para el desarrollo de las empresas y del sector.
3. El gobierno estatal deberá promover las condiciones que propicien la interacción del ecosistema de innovación, por ejemplo, mediante diferentes programas de apoyo al desarrollo de tecnología aplicada. El gobierno puede proveer el incentivo económico para establecer la red de innovación.

El objetivo es crear una red que permita identificar y aprovechar la capacidad instalada en el estado de servicios tecnológicos y de diseño para la industria. Con el fin de propiciar las condiciones para que se conforme una red de servicios empresariales científicos y tecnológicos, para impulsar la innovación y la competitividad del sector productivo a partir de las estrategias tecnológicas de las empresas de manufactura avanzada (estrategia previamente validada en cuanto a pertinencia y oportunidad de acciones a emprender). Para lo anterior será necesario además:

- Definir áreas tecnológicas en las que las pyme pueden y desean posicionarse como líderes o empresas representativas.

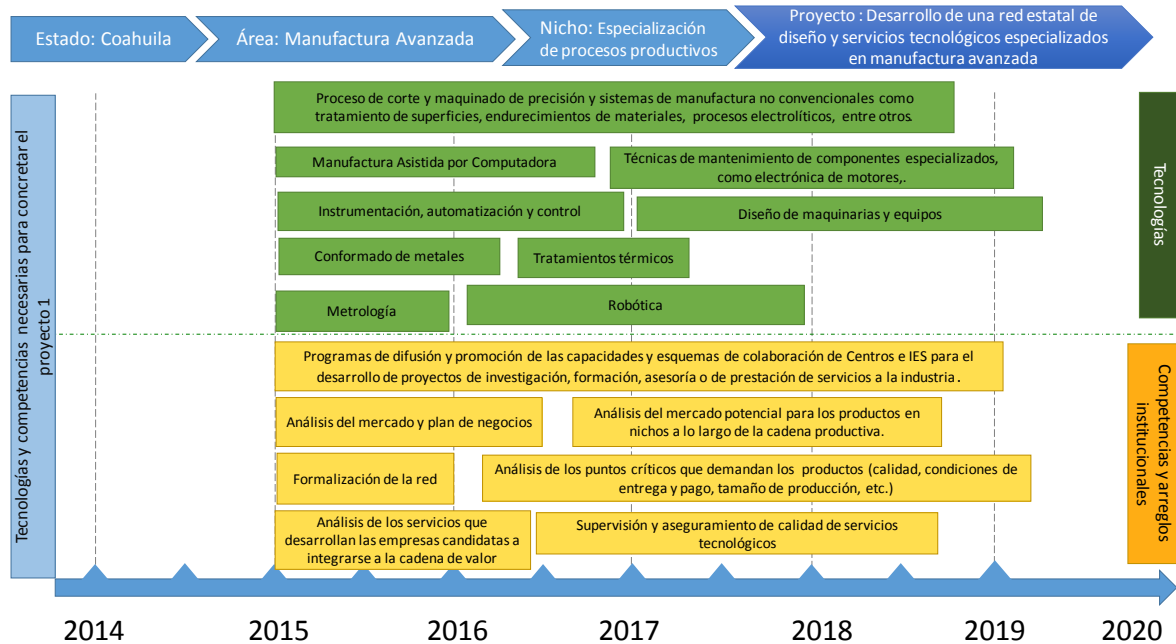
- Realizar un inventario de capacidades tecnológicas disponibles en el estado a efectos de integrar una oferta de servicios técnicos especializados y de investigación.
- Definir proyectos de desarrollo tecnológico que cubran la estrategia de las empresas.
- Identificar brechas tecnológicas.
- Fortalecer la capacitación práctica y la formación de recursos humanos.

En particular, en aquellas áreas consideradas como estratégicas, es deseable que los centros de investigación desarrollen una cartera de proyectos específicos que involucren al sector industrial. Los servicios de especialización de mayor interés son:

- Manufactura asistida por computadora
- Instrumentación, automatización y control
- Diseño de maquinarias y equipos
- Soldadura
- Tratamientos térmicos
- Conformado de metales
- Metrología
- Control de la calidad
- Uso eficiente de energía
- Desarrollo de maquinado de precisión y control numérico

Es recomendable que las IES y centros de investigación impulsen, mediante esquemas colaborativos, los procesos de vinculación entre organizaciones académicas y sector productivo, con énfasis en los procesos de generación y de explotación de conocimiento económicamente útil, e incorporen programas de vinculación que sean lo suficientemente atractivos para las empresas.

Ilustración 20. Mapa de Ruta, proyecto: Desarrollo de una red estatal de diseño y servicios tecnológicos especializados en manufactura avanzada



Fuente: CamBioTec, 2014

Debe existir una firme convicción de fortalecimiento de las agendas estatales de innovación, apoyando la modernización de las instituciones públicas involucradas en los procesos de innovación, así como de los instrumentos para el fomento y la difusión de la innovación tecnológica, el fomento a la creación de empresas de base tecnológica y el acceso a tecnologías de punta.

El análisis prospectivo del sector metalmecánico debe proveer planes y programas que permitan: incrementar la propuesta de valor de las empresas del sector y la consolidación en los mercados que atienden o el acceso a nuevos mercados.

Se requiere la participación e involucramiento no únicamente del gobierno estatal sino también del sector productivo, de instituciones de educación superior y de los centros públicos de investigación.

Los factores críticos para el éxito del proyecto son:

- Apoyo de los sectores público y privado para la constitución de la red.
- Establecer un convenio de formación de la red con objetivos claros de fortalecimiento de la oferta de servicios a la industria por parte de las instituciones.
- Elaborar un plan de negocio específico para la red que responda a la demanda actual y que también contemple la demanda potencial de la industria de gas e hidrocarburos.
- Reforzar la interacción y promover mayor vinculación industria-academia-centros de investigación, enfocada a proyectos de innovación y desarrollo de tecnologías limpias.
- Simplificar el otorgamiento de fondos para el desarrollo tecnológico de la industria.
- Simplificar los procedimientos institucionales de contratación de servicios técnicos y de investigación.
- Impulsar el desarrollo científico y tecnológico del sector de manufactura de moldes, troqueles y herramientas mediante fondos especiales (demandas específicas del Fomix Coahuila).
- Definir estrategias de crecimiento industrial mediante la unión de las empresas, es decir, la creación de un clúster que defina necesidades en común.
- Promover que las empresas compartan mejores prácticas con universidades para beneficiar la formación práctica de los estudiantes.

7.1.2. Programa de vinculación de conocimientos y habilidades del recurso humano a las demandas de la industria mediante programas de formación y educación continua.

Actualmente existen recursos humanos con perfiles de alta especialidad difíciles de conseguir en el sector, sobre todo personal certificado. En este sentido es necesario

reforzar la preparación del capital humano que se forma en las universidades así como el que actualmente ya labora en la industria para alinear la demanda de conocimientos y habilidades, en diferentes áreas de manufactura avanzada, con la oferta en el estado.

La industria de Coahuila requiere programas educativos de vanguardia dentro de los procesos de manufactura especializados así como mayor número de programas educativos relacionados con la innovación en las instituciones universitarias con apego a requerimientos regionales de aplicación en la industria aeroespacial y de maquinados no convencionales. Es necesario formar talento humano de alto nivel en el área de manufactura con las competencias para desarrollar procesos y con proyectos ligados a la industria que cuente con habilidades y conocimiento para el manejo de equipos similares a los que usan las empresas.

Algunas especialidades que demanda del sector para la formación de personal a nivel técnico y profesional son:

- Manufactura asistida por computadora.
- Propiedades mecánicas mejoradas (tecnologías de materiales nanoestructurados y aceros sinterizados).
- Capacitación en tecnologías para la mejor resistencia a la corrosión (tecnologías de magnesio modificadas con elementos lantánidos).
- Recubrimientos de durabilidad mejorada (tecnologías de nanopartículas).
- Recubrimientos inteligentes (respuesta bactericida y fungicida, sensibilidad óptica, térmica).
- Capacitación en tecnologías de fabricación aditiva y microtecnologías (maquinaria capaz de fabricar con tolerancia micropiezas de gran precisión).
- 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 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, entre otros).
- Eficiencia de herramientas y mejora en su vida útil (tecnologías de sistemas de micro-enfriamiento de herramienta, análisis de señales sónicas mediante ondículas).
- Técnicas de optimización de materia prima y mano de obra.

Se debe mejorar la educación sobre todo a nivel medio superior, actualizando planes de estudio y apostando a una educación dual con eslabonamiento muy cercano a la industria, con laboratorios equipados, actualizados y asesorados por ingenieros de la industria trabajando en proyectos reales.

En este sentido se propone la creación de programas de apoyo a la alineación de capital humano calificado con la industria. Se propone iniciar por el desarrollo de un estudio detallado en campo que permita conocer competencias y conocimientos demandados por las diferentes especialidades en manufactura avanzada en el estado y, de esta forma, identificar la brecha con la oferta educativa del estado. Como consecuencia del estudio, se obtendría el análisis de las necesidades de actualización en formación de personal en universidades y empresas en cantidad y calidad demandada.

El objetivo es formar capital humano integral que responda a las necesidades de la industria a partir de la actualización y alineación de planes de estudio de las carreras afines, así como de una educación continua en la industria, que permitan proveer el capital humano requerido para esta estrategia estatal de competitividad.

Para el desarrollo de competencias del personal que actualmente labora en empresas del sector manufacturero, se propone fortalecer la oferta de programas de educación continua (cursos especializados, diplomados, talleres, seminarios, procesos de certificación por competencias, etc.) impartidos por la Universidad Autónoma de Coahuila, Universidad Autónoma de la Laguna, Universidad Tecnológica de Coahuila, el Centro para la

Integración y el Desarrollo de la Industria Automotriz de Coahuila, así como de los distintos Institutos Tecnológicos del Estado.

Si bien Comimsa y Cinvestav Saltillo ofrecen capacitación, la oferta para el desarrollo de capital humano que actualmente labora en la industria, es limitada. Por ello se requiere que las universidades amplíen su oferta de capacitación (educación continua) para la formación de personal a nivel técnico y profesional.

Es necesario concebir las ventajas competitivas de Coahuila en el sector de manufactura avanzada como una cadena de valor y no como un conjunto de sub-sectores aislados. Se busca una especialización en investigación y desarrollo para el impulso de aplicaciones en uno o varios dominios de los subsectores económicos en los que se aprecia una oportunidad y ventaja competitivas a partir de las capacidades y conocimientos de los distintos actores de la región respecto a los mercados de interés.

Las líneas específicas de alto impacto tecnológico y generación de desarrollo industrial que se puede promover en forma masiva dentro de las empresas que conforman el sector son:

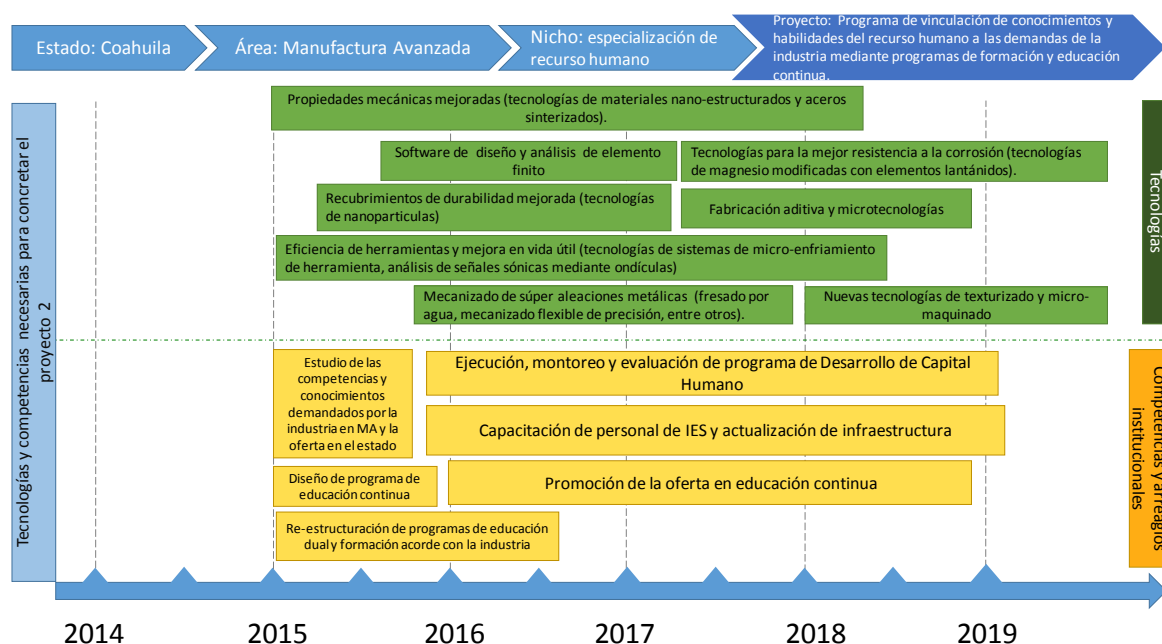
- Recubrimientos superficiales, tipo PVD y CVD para incrementar la vida útil de herramientas y componentes.
- Modelado, simulación y uso de realidad virtual en procesos y operaciones de fabricación.
- Implementación de tecnologías para el prototipo rápido mediante uso de impresiones en 3D.
- Técnicas avanzadas de corte y soldadura.
- Uso de materiales compuestos y aceros especiales.
- Automatización y robótica.
- Mantenimiento, fabricación y diseño de moldes y troqueles.

Con este proyecto se busca satisfacer las necesidades de actualización o perfeccionamiento de conocimientos, actitudes y prácticas que permitan lograr un mejor desempeño laboral de los profesionales del área de manufactura avanzada en el estado.

Entre los factores críticos de éxito se encuentran:

- 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.
- Espíritu de colaboración entre centros de investigación presentes en el estado.
- Fortalecimiento de 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.

Ilustración 21. Mapa de Ruta, proyecto: Alineación de los conocimientos y habilidades del recurso humano a las demandas de la industria



Fuente: CamBlo Tec, 2014.

7.2. Proyectos relevantes complementarios

Estos proyectos complementarios por una situación de tiempo ya no pudieron ser incorporados en la Agenda Ejecutiva de Coahuila, pero dada su importancia son considerados en la agenda sectorial.

7.2.1. Desarrollo de programas que estimulen la innovación e incrementen el valor tecnológico de los productos que se fabrican en la región.

Objetivo del proyecto: Diseñar un conjunto de actividades de difusión de las capacidades del sector de manufactura avanzada en el estado.

Justificación del proyecto: La falta de conocimiento sobre las capacidades tecnológicas empleadas en la manufactura avanzada representa una limitante para el desarrollo del

sector. Por ello, el proyecto permitirá dar a conocer la información más actual acerca de la Fabricación de equipos de transporte, Industrias metalmecánicas básicas, Fabricación de maquinaria y equipo, entre otros.

7.2.2. Programa de vinculación para fortalecer las capacidades entre academia, empresa y gobierno, que permitan atender las necesidades de especialización y certificación del recurso humano que participa en el sector.

Objetivo del proyecto: Desarrollar el conocimiento, tecnología y capacidades que refuercen las necesidades de especialización y certificación del recurso humano que participa en el área de manufactura avanzada.

Justificación del proyecto: La desvinculación que existe entre las IES y CI a través de sus planes y programas de estudio con las empresas y el gobierno, genera un atraso en el desarrollo de la manufactura avanzada, debido a esto, se establece como prioridad crear un programa de vinculación que fortalezca la relación de la triple hélice y su compromiso con la formación de nuevos especialistas.

La industria de la manufactura avanzada, y en especial la metalmecánica, ha ido adquiriendo en los últimos años especial atención entre las agencias de desarrollo internacional, los organismos empresariales, la academia y los centros de investigación, entre otros, debido a su participación en la actividad productiva, tanto en los ámbitos territoriales como sectoriales a nivel mundial. Su participación, cada vez más activa en la estructura productiva a nivel estatal y nacional, la hace constituirse en un actor importante del sistema productivo. Este papel productivo ha llevado a la industria metalmecánica a integrar a un número cada vez mayor de personal ocupado en su

producción y administración. Del mismo modo, la aportación de este sector al producto interno bruto ha ido en aumento en Coahuila y en México. En este sentido, algunos proyectos adicionales del sector son:

- Promoción de programas que estimulen la innovación e incrementen el valor tecnológico de los productos que se fabrican en la región.
- Desarrollo de tecnologías para uso eficiente de energía.
- Desarrollo de los marcos institucionales en las instituciones académicas para que se logre atender efectiva y expeditamente las necesidades de especialización y certificación del recurso humano que participa en el sector.
- Promoción de capacidades de gestión de la innovación en manufactura, incorporando herramientas de mercadotecnia, propiedad intelectual y financiamiento.
- Desarrollo de capacidades de manufactura avanzada que permitan la integración de pequeñas y medianas empresas a las cadenas productivas del estado.
- Capacitación de las pymes del sector para obtener certificaciones que les permitan integrarse a cadenas de suministro de empresas tractoras de la industria automotriz, aeroespacial, dispositivos médicos, de equipo eléctrico y electrónico, minería y petróleo.

7.3. Matriz de proyectos

Tabla 11. Matriz de proyectos del Área de Especialización en Manufactura Avanzada de Coahuila

Nicho de Especialización	Proyecto y tipo (Prioritario/ Complementario)	Descripción	Potenciales fuentes de financiamiento
Especialización en los procesos productivos y personalización de la producción (herramientales).	Desarrollo de una red estatal de diseño y servicios tecnológicos especializados en manufactura avanzada.	P Propiciar las condiciones para que se conforme una red de servicios empresariales científicos y tecnológicos, para impulsar la innovación y la competitividad del sector productivo a partir de las estrategias tecnológicas de las empresas de manufactura avanzada (estrategia previamente validada en cuanto a pertinencia y oportunidad de acciones a emprender). Los componentes del proyecto son: Manufactura Asistida por Computadora, Instrumentación, Automatización y control, Diseño de maquinarias y equipos, Soldadura, Tratamientos térmicos, entre otros.	FOMIX, INADEM, PEI
Especialización del recurso humano	Programa de vinculación de conocimientos y habilidades del recurso humano a las demandas de la industria mediante programas de formación y educación continua.	P La industria requiere programas educativos de vanguardia dentro de los procesos de manufactura especializados así como mayor número de programas educativos relacionados con la innovación en las instituciones universitarias con apego a requerimientos regionales de aplicación en la industria aeroespacial y de maquinados no convencionales. Los componentes del proyecto son: Manufactura Asistida por Computadora, Propiedades mecánicas mejoradas (tecnologías de materiales nanoestructurados y aceros sinterizados), entre otros.	FOMIX
Especialización en los procesos productivos	Desarrollo de programas que estimulen la innovación e incrementen el valor tecnológico de los productos que se fabrican en la región.	C El proyecto permitirá dar a conocer la información más actual acerca de la fabricación de equipos de transporte, Industrias metalmecánicas básicas, fabricación de maquinaria y equipo, entre otros.	FOMIX, INADEM, PEI
Especialización y certificación del recurso humano	Programa de vinculación para fortalecer las capacidades entre academia, empresa y gobierno, que permitan atender las necesidades de especialización y certificación del recurso humano que participa en el sector.	C El proyecto pretende crear un programa de vinculación que fortalezca la relación de la triple hélice y su compromiso con la formación y certificación de nuevos especialistas.	FOMIX

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 federal y estatal 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

- BANXICO. (2014). *Banco de México*. Recuperado el Abril de 2014, de Balanza de pagos, exportaciones totales:
<http://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=CE37§or=1&locale=es>
- CINVESTAV. (2014). *CINVESTAV, SALTILLO*. Recuperado el 2014, de
<http://www.cinvestav.edu.mx/saltillo/>
- COMIMSA. (2014). *COMIMSA*. Recuperado el 2014, de <http://www.comimsa.com.mx/>
- FCCYT. (2014). *Diagnósticos Estatales de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014, Coahuila*. México D.F.: FCCYT.
- Groover, M. P. (2007). *Fundamentos de Manufactura Moderna, Materiales, Procesos y Sistemas*. México D.F.: Prentice Hall.
- INEGI . (2012). *Perspectiva estadística, Coahuila de Zaragoza*. México, D.F.: INEGI.
- INEGI. (Julio de 2014). *Banco de Información INEGI*. Recuperado el Agosto de 2014, de
<http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>
- INEGI. (2014). *Cuentame, INEGI*. Recuperado el 2014, de
<http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/Coah/Economia/default.aspx?tema=ME&e=05>
- Kalpakjian, S. (2008). *Manufactura, ingeniería y tecnología* (5ª ed.). México D.F.: Pearson.
- Martínez, A. L. (2013). *Fabricación Industrial, apuntes de teoría*. Almería, España: Universidad de Almería.
- OPTI. (2010). *Tecnología de Diseño y Producción*. Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial. Madrid: Ministerio Español de Ciencia y Tecnología.
- OPTI. (2012 - 3). *Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial*. Recuperado el 2014, de Boletín 51, Vigilancia Tecnológica 3er trimestre 2012: <http://www.opti.org/>
- PCAST. (2011). *Report to the President on Ensuring American Leadership in Advanced Manufacturing*. Washington, D.C.: PCAST.
- ProMexico. (2011). *Mapa de ruta de diseño, ingeniería y manufactura avanzada*. Ciudad de México: ProMexico.

PROMÉXICO. (2013). *Industria de Autopartes*. PROMÉXICO, Unidad de Inteligencia de Negocios. Ciudad de México: PROMÉXICO.

SE. (2014). *IED trimestral por tipo de inversión* . Recuperado el Abril de 2014, de Estadística oficial de los flujos de IED hacia México: <http://www.economia.gob.mx/comunidad-negocios/competitividad-normatividad/inversion-extranjera-directa/estadistica-oficial-de-ied-en-mexico>

UIA. (2013). *Debilidades y Desafíos Tecnológicos del Sector Productivo*. Bueno Aires: UIA.

WTO. (2013). *World Trade Organization*. Recuperado el abril de 2014, de International trade statistics 2013:
http://www.wto.org/english/res_e/statis_e/its2013_e/its13_merch_trade_product_e.htm

