



AGENDA DE INNOVACIÓN DE BAJA CALIFORNIA

DOCUMENTOS DE TRABAJO

4.5. ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN:

MANUFACTURA AVANZADA

Contenido

1.	Introducción a las áreas de especialización seleccionados por la agenda	8
1.1.	Introducción a criterios de priorización utilizados	8
1.2.	Aplicación de criterios para la selección de áreas de especialización	9
1.3.	Áreas de especialización seleccionadas y gráfico representativo de la agenda.....	9
2.	Caracterización del área de especialización en el estado y en el contexto nacional ...	11
2.1.	Breve descripción del área de especialización	11
2.2.	Distribución del área de especialización en México	19
2.3.	Posicionamiento del estado en el área de especialización	27
2.4.	Principales tendencias de la innovación en el área de especialización a nivel mundial	33
3.	Breve descripción del ecosistema de innovación para el área de especialización	39
3.1.	Mapa de los agentes del ecosistema de innovación	39
3.2.	Principales IES y centros de investigación y sus principales líneas de investigación	40
3.2.1.	Instituciones de Educación Superior	40
3.2.2.	Centros de investigación	41
3.3.	Detalle de empresas RENIECYT del área de especialización	43
3.4.	Evolución de apoyos en el área de especialización	43
4.	Análisis FODA del área de specialización	46
4.1.	Fortalezas	46

4.2.	Oportunidades	46
4.3.	Debilidades	47
4.4.	Amenazas	48
5.	Marco estratégico y objetivos del área de especialización	49
6.	Nichos de especialización.....	50
6.1.	Industria Automotriz.....	51
6.2.	Industria de Dispositivos Médicos	51
6.3.	Electrónica	51
7.	Caracterización de proyectos prioritarios y plan de proyectos	52
7.1.	Centro de desarrollo tecnológico, incubación de proyectos y transferencia de tecnología en Manufactura Avanzada	52
7.2.	Programa de certificación de procesos de soldadura, control numérico, fabricación de moldes y troqueles	56
7.3.	Programa de fortalecimiento de las actividades de diseño de producto, manufactura, comercialización y desarrollo de proveedores de la Industria Electrónica aplicada a sectores estratégicos de manera transversal.....	59
7.4.	Programa de colaboración tecnológica con instituciones de San Diego y otras ciudades de California.....	61
7.5.	Centro de Prototipado y Desarrollo Tecnológico de Salud Digital	63
7.6.	Proyectos complementarios	65
7.7.	Matriz de proyectos	67
	Referencias	69

Apéndices	71
Apéndice A: Talleres realizados para el área de especialización.....	71

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Esquema sobre áreas y nichos de especialización para la Agenda Estatal de Innovación en Baja California	10
Ilustración 2. Estructura de los diferentes procesos de Manufactura.	13
Ilustración 3. Principales países exportadores de productos de manufactura en el mundo	15
Ilustración 4. Histórico del valor de exportación de los principales subsectores de manufactura mexicana en los últimos siete años	16
Ilustración 5. Histórico del valor en IED de los principales subsectores de manufactura en los últimos años	17
Ilustración 6. Principales países importadores de productos de manufactura en el mundo	18
Ilustración 7. Histórico del valor de producción, industria manufacturera por subsector económico	21
Ilustración 8. Histórico del personal ocupado, industria manufacturera por subsector económico en México	22
Ilustración 9. Histórico del valor de producción, industria manufacturera por entidad federativa.....	24

Ilustración 10. Número de establecimientos activos según entidades federativas	25
Ilustración 11. Histórico del personal ocupado, industria manufacturera por entidad federativa.....	26
Ilustración 12. Número de establecimientos activos en los principales municipios de BC .	28
Ilustración 13. Histórico del valor de producción de las industrias manufactureras en Baja California.....	29
Ilustración 14. Histórico del valor de producción de las industrias manufactureras en Baja California, excepto la industria automotriz.....	30
Ilustración 15. Posición del Baja California en la industria del papel como valor de producción en 2013.....	32
Ilustración 16. Posición de Baja California en la industria de bebidas y de tabaco como valor de producción en 2013.....	33
Ilustración 17. Mapa de los agentes del ecosistema de innovación en Manufactura Avanzada	40
Ilustración 18. Distribución de matrícula entre las principales universidades del sistema científico-tecnológico en Baja California.....	41
Ilustración 19. Distribución de matrícula de estudios de posgrado en ciencias de la salud, agropecuaria, naturales y exactas así como ingeniería y tecnología	42
Ilustración 20. Histórico de la participación de Baja California en los Fondos Mixtos en comparación con la media Nacional	44
Ilustración 21. Número de proyectos apoyados por los Fondos Mixtos en Baja California en comparación con la media nacional.....	45
Ilustración 22. Mapa de ruta centro de desarrollo tecnológico, incubación de proyectos y transferencia de tecnología en Manufactura Avanzada	55

Ilustración 23. Mapa de ruta "Programa de certificación en procesos de soldadura, control numérico, fabricación de moldes y troqueles"	58
Ilustración 24. Mapa de ruta, "Programa de fortalecimiento de las actividades de diseño de producto, manufactura, comercialización y desarrollo de proveedores de la Industria Electrónica"	61
Ilustración 25. Mapa de ruta "Programa de colaboración tecnológica con instituciones de San Diego y otras ciudades de California"	63
Ilustración 26. Mapa de ruta "Centro de Prototipado y Desarrollo Tecnológico de Salud Digital"	65

Índice de Tablas

Tabla 1. Principales subsectores de manufactura en México	19
Tabla 2. Distribución del PIB de Baja California.....	27
Tabla 3. Histórico de crecimiento del valor de producción de las industrias manufactureras en BC (2008 - 2013). Comparativo entre el crecimiento promedio en BC y el promedio nacional en los últimos cinco años	31
Tabla 4. TENDENCIA TECNOLÓGICA: Obtención de nuevos productos de máxima calidad a un coste razonable	35
Tabla 5. TENDENCIA TECNOLÓGICA: Maximizar la productividad y competitividad con nuevos proceso rápidos, flexibles y fiables	36
Tabla 6. TENDENCIA TECNOLÓGICA: Uso de tecnologías limpias y desarrollo sustentable	38
Tabla 7. Centros de investigación en Baja California	41
Tabla 8. Matriz de proyectos del área Manufactura Avanzada	67

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

1.1. Introducción a criterios de priorización utilizados

La Agenda Estatal de Innovación de Baja California tiene por objetivo identificar las principales áreas estratégicas en materia de innovación, para ser desarrolladas en los próximos años. El documento se integra por las Agendas Sectoriales de Innovación, correspondientes a cada Área de Especialización (sector económico), definida para el estado, en función del desarrollo de capacidades que fomenten el mejoramiento de las condiciones económicas, políticas, educativas, sociales y ambientales de la población.

A su vez, las Agendas Sectoriales desarrollan las líneas de innovación para fortalecer cada Área de Especialización e impulsar los Nichos identificados, mediante la propuesta de proyectos específicos, apoyada en los recursos de la entidad.

La Agenda de Innovación del estado de Baja California se desarrolló de acuerdo con el enfoque de las estrategias de especialización inteligente de investigación e innovación. La industria Manufactura Avanzada en el estado surgió como área de especialización mediante un análisis basado en criterios socioeconómicos, científico-tecnológicos y de mercado discutidos por líderes de opinión y representantes del sector empresarial, académico y gubernamental que conforman el Grupo Consultivo del estado con información presentada de la composición económica del propio estado.

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

El punto de partida fue el reconocimiento de problemas y oportunidades para el desarrollo competitivo del estado para, en función de éstos, priorizar la generación y aplicación de conocimiento en plataformas tecnológicas dentro de áreas de especialización que pudieran impactar la solución de problemas críticos del área, así como en el aprovechamiento de las oportunidades percibidas y jerarquizadas por los actores del ecosistema de innovación.

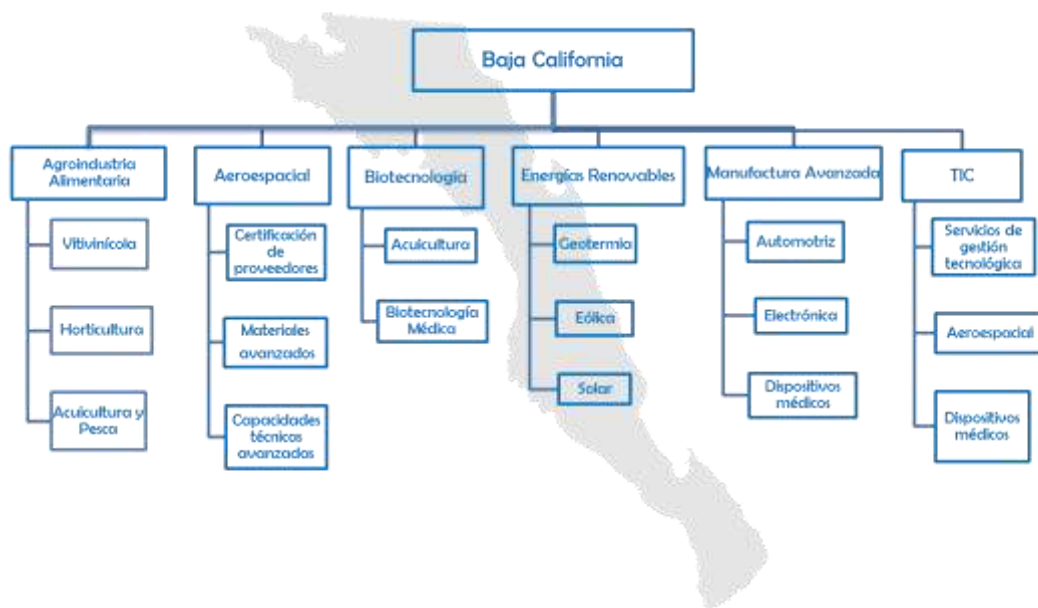
Para la selección de Áreas de Especialización se usó un modelo de priorización basado en indicadores económicos, sociales, de oportunidad de mercado y de desarrollo tecnológico (capacidades físicas y humanas, así como la experiencia y vocación del estado). En las ocasiones en las que la valoración era eminentemente cualitativa, la decisión se tomó mediante un análisis específico del Comité de Gestión en función de la pertinencia para el estado y dicha decisión fue validada por el Consejo Consultivo.

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

A través de la Agenda Estatal de Innovación, con cada uno de los sectores se busca 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. Así como promover un crecimiento inteligente, basado en el conocimiento y la innovación, sustentable, promoviendo una economía verde, eficiente y competitiva, e incluyente, fomentando un alto nivel de empleo y logrando una cohesión económica, social y territorial.

Las áreas y nichos de especialización seleccionados por el Comité de Gestión y el Grupo Consultivo del estado de Baja California para el desarrollo de la Agenda Estatal de Innovación se muestran en la Ilustración 1.

Ilustración 1. Esquema sobre áreas y nichos de especialización para la Agenda Estatal de Innovación en Baja California



Fuente: CamBioTec, A.C., 2014

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

2.1. Breve descripción del área de especialización

Manufactura¹ es el proceso de convertir materias primas en productos, el término puede referirse a una amplia variedad de actividades humanas (desde artesanía hasta alta tecnología), sin embargo suele acotarse a la generación de productos industriales. La **Manufactura Avanzada (MA)** es el área de manufactura que depende del **uso coordinado de información, automatización, computación, software, sensores, 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 MA 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 MA no se soporta sobre una mano de obra de bajo costo y en escalas y volúmenes de producción; es una industria que recae en las habilidades y creatividad para manufacturar **productos complejos de alta especialidad**. La **MA no existe como un conjunto de empresas aisladas, sino como una red** conformada por ingenieros, desarrolladores de negocio, emprendedores, científicos, financieros y otros

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

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

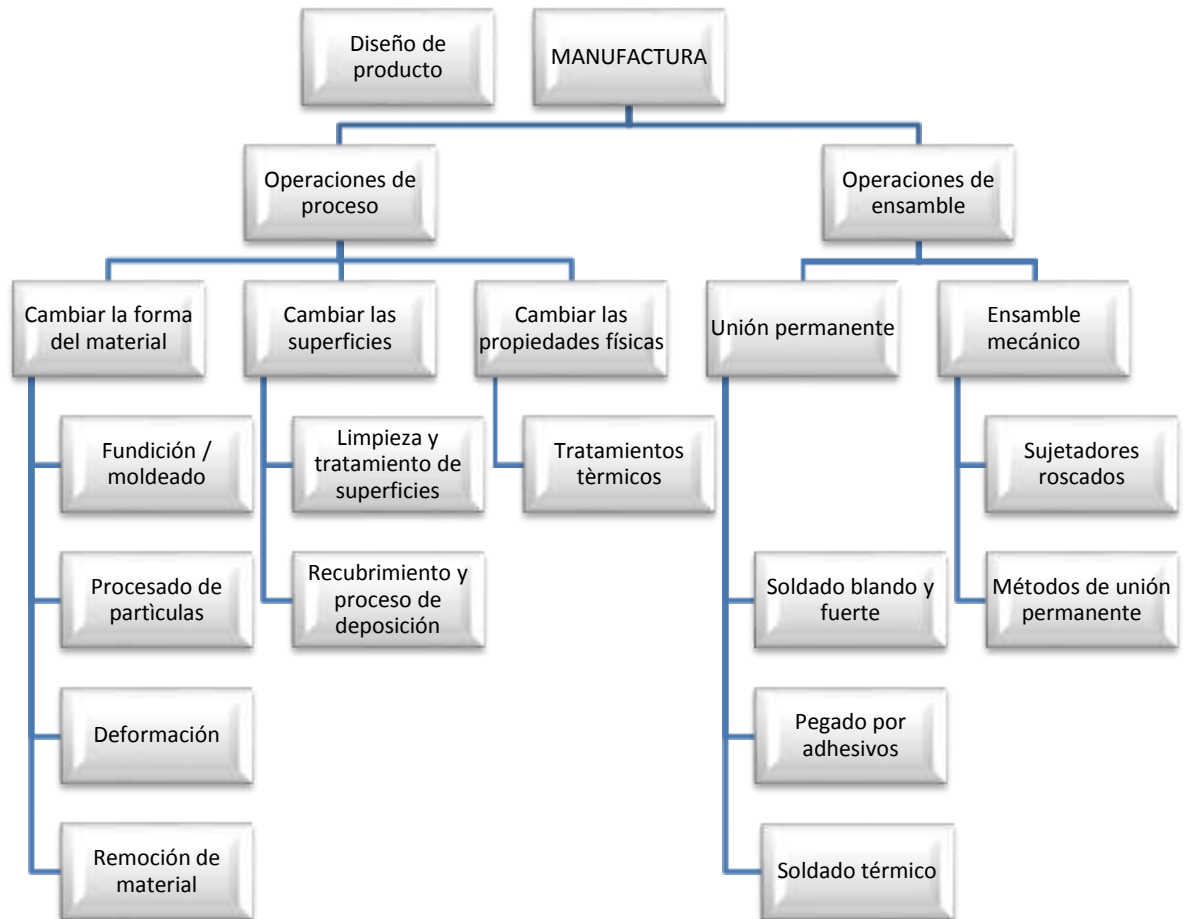
La manufactura comprende gran variedad de procesos y operaciones aplicables a diferentes sectores económicos como el sector automotriz y de autopartes, minería, electrónica, la industria aeronáutica, entre muchos otros. Para su estudio, los procesos de manufactura pueden dividirse en dos tipos (Groover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

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

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

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

Ilustración 2. Estructura de los diferentes procesos de Manufactura.



Fuente: (Kalpakjian, 2008)

La MA surge al aplicar de manera coordinada hardware y software para automatizar 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.

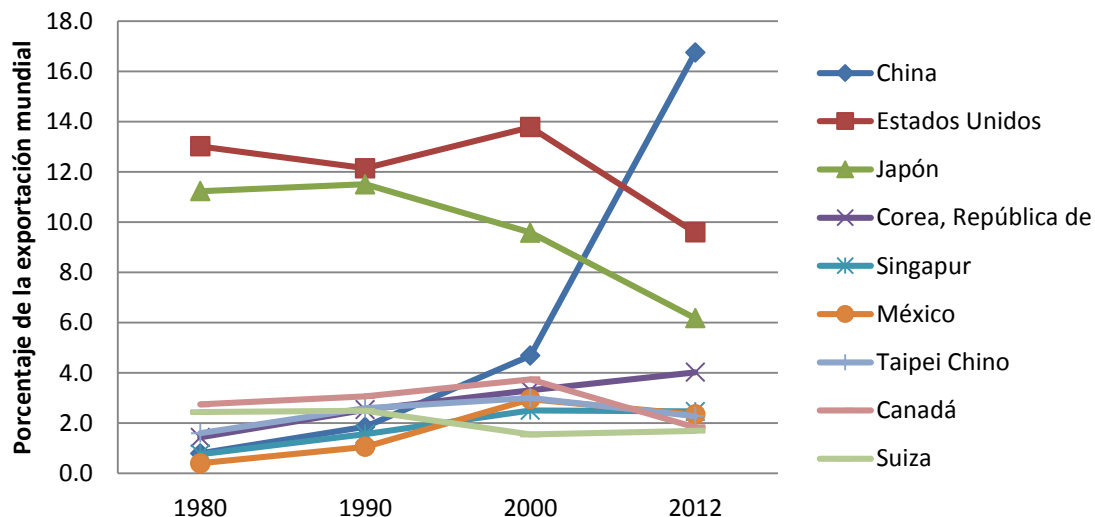
Quizá, la innovación más importante de la época moderna sea el control numérico (CN) en máquinas herramienta (década de 1950), a partir de ese momento el desarrollo ha sido

vertiginoso en la MA, ligado al desarrollo de software y su integración en los sistemas productivos y en la industria (Martínez, 2013).

Para los próximos años, las tendencias de mercado demandan sectores productivos que desarrollen procesos industriales **flexibles, robustos y 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 MA busca atender la **creciente demandas de calidad del cliente**, la **reducción de los tiempos de desarrollo** y entrega de productos, la competencia de **nuevos materiales**, la demanda de sub-ensambles por parte de los fabricantes de equipo original, la **legislación ambiental** y la exigencia de ofrecer **servicios de alto valor agregado** (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. Lo anterior 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: desarrollado a partir de información estadística de (WTO, 2013)

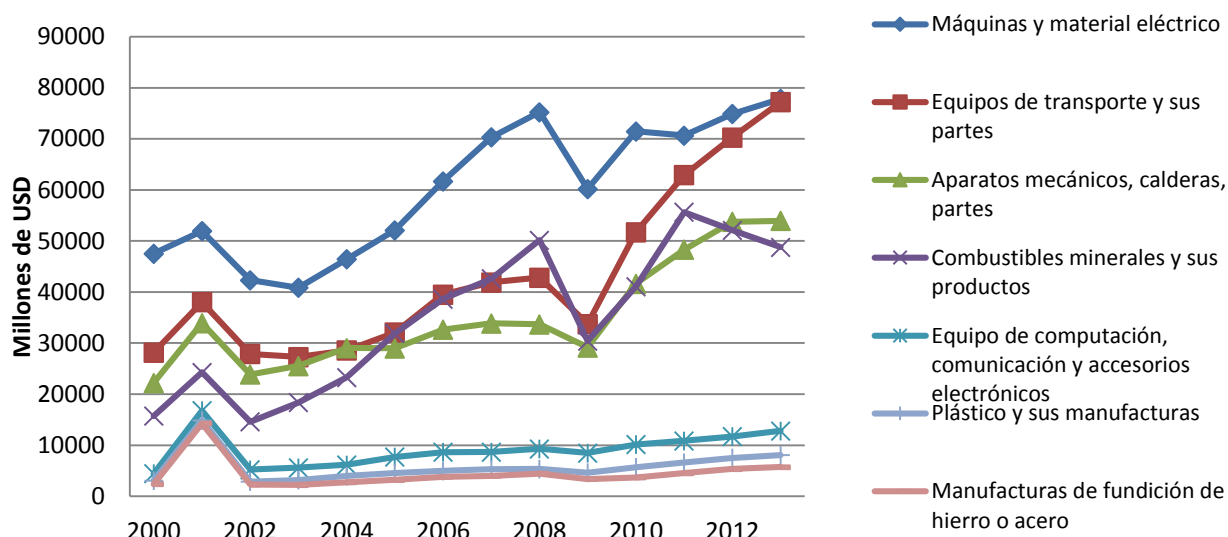
En el contexto de la manufactura en México, el país se encuentra entre las 10 economías de mayor exportación de productos manufacturados del planeta, en 2013 exportó **269.4 miles de millones de dólares** en productos manufacturados colocándose como el quinto mayor exportador a nivel mundial y el segundo 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 son los pertenecientes al subsector económicos de equipos de transporte (**vehículos y autopartes**), así como **maquinaria y material eléctrico**; estos sectores representaron **20.3%** y **20.4%** respectivamente del valor total de exportación

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).

nacional en 2013 (BANXICO, 2014). La Ilustración 4 presenta el desempeño de los principales productos manufacturados de exportación en los últimos 7 años.

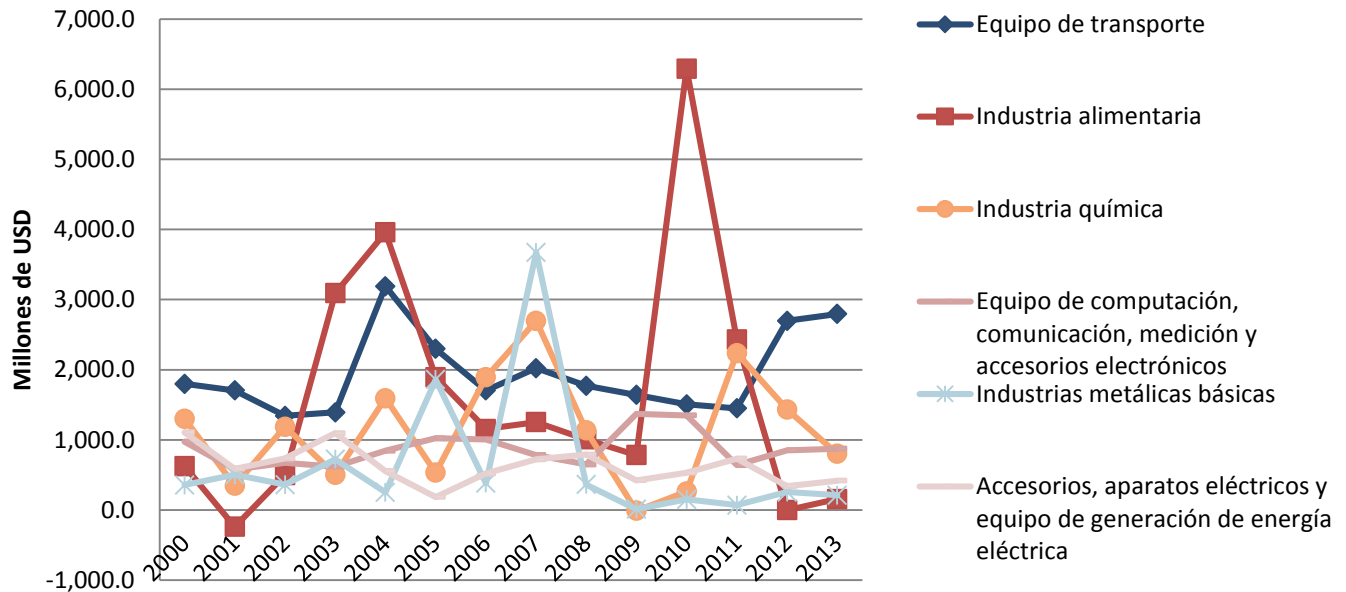
Ilustración 4. Histórico del valor de exportación de los principales subsectores de manufactura mexicana en los últimos siete años



Fuente: desarrollado a partir de los 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 (SE, 2014), la distribución de la IED en la última década se muestra en la Ilustración 5.

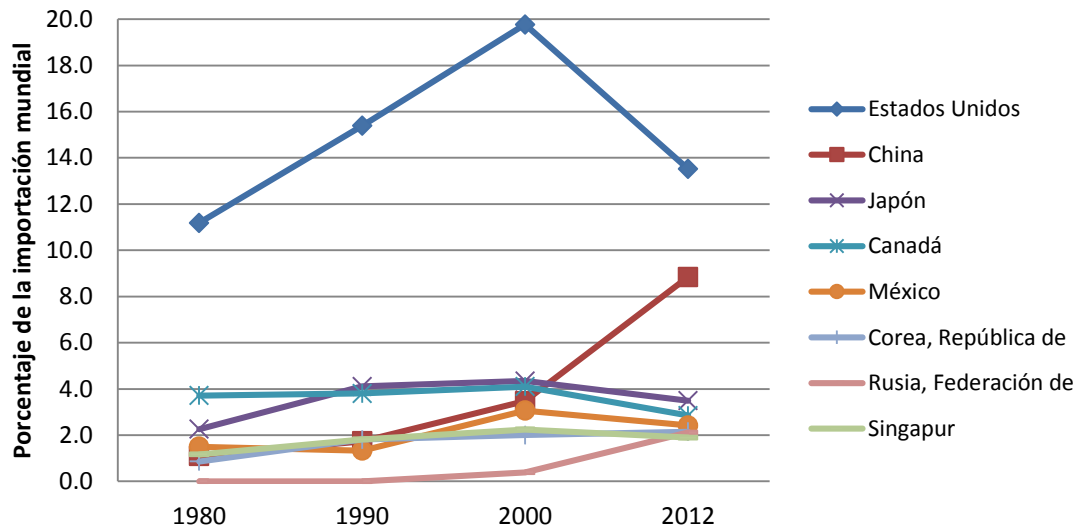
Ilustración 5. Histórico del valor en IED de los principales subsectores de manufactura en los últimos años



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

No obstante, aunque los anteriores indicadores económicos dan cuenta de la importancia de la industria manufacturera en el territorio nacional, gran parte de los bienes manufacturados son **importaciones que se re-exportan con bajos niveles de valor agregado** y con limitado uso de suministros locales (ProMexico, 2011). 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 (ligemente 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: desarrollado a partir de información estadística de (WTO, 2013).

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

2.2. Distribución 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) (ProMexico, 2011).

Hablar de manufactura en México es hacerlo en torno a un universo que incluye capacidades en los sectores más diversos: automotriz, electrónica, industria del papel, industria aeroespacial, por nombrar algunos; es concentrarse en la industria maquiladora, en el desarrollo de proveedores y en su integración en la cadena global de valor. Los principales subsectores de manufactura en México son:

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

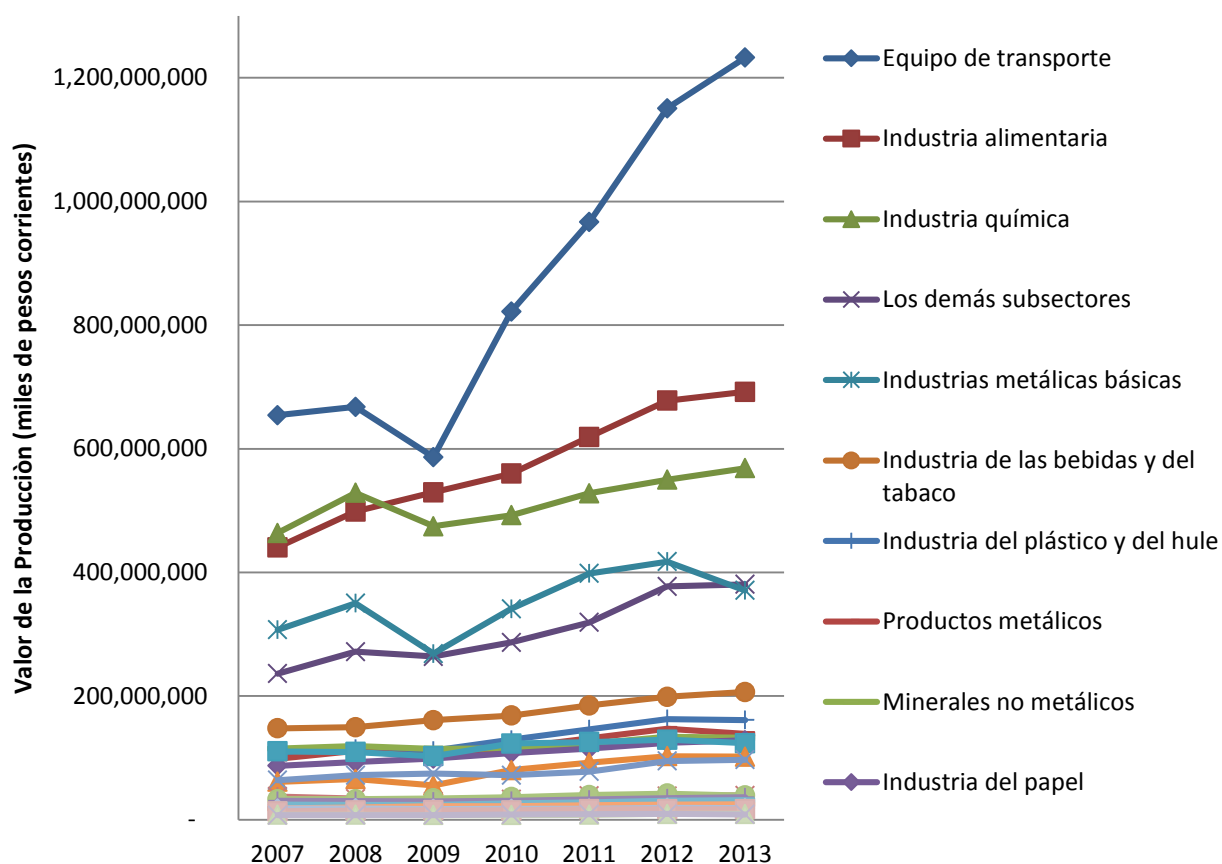
Industria del papel
Impresión e industrias conexas
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón
Industria química
Industria del plástico y del hule
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos
Industrias metálicas básicas
Fabricación de productos metálicos
Fabricación de 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: (INEGI, 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 (ver ilustración 7).

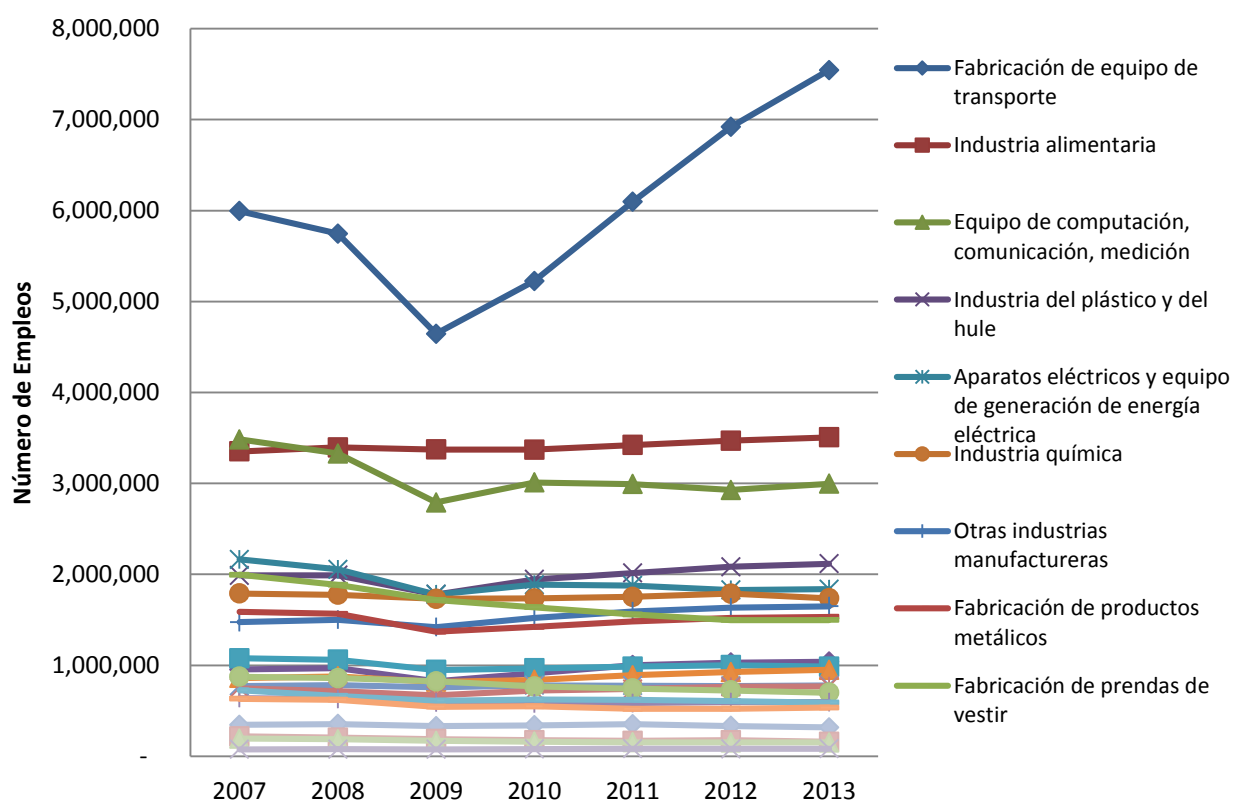
Ilustración 7. Histórico del valor de producción, industria manufacturera por subsector económico



Fuente: (INEGI, 2014)

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 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 por el sector corresponde a la industria de Equipo de transporte, 11% industria alimentaria y 9% a la industria de equipo computación, comunicación y medición (ver Ilustración 8).

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

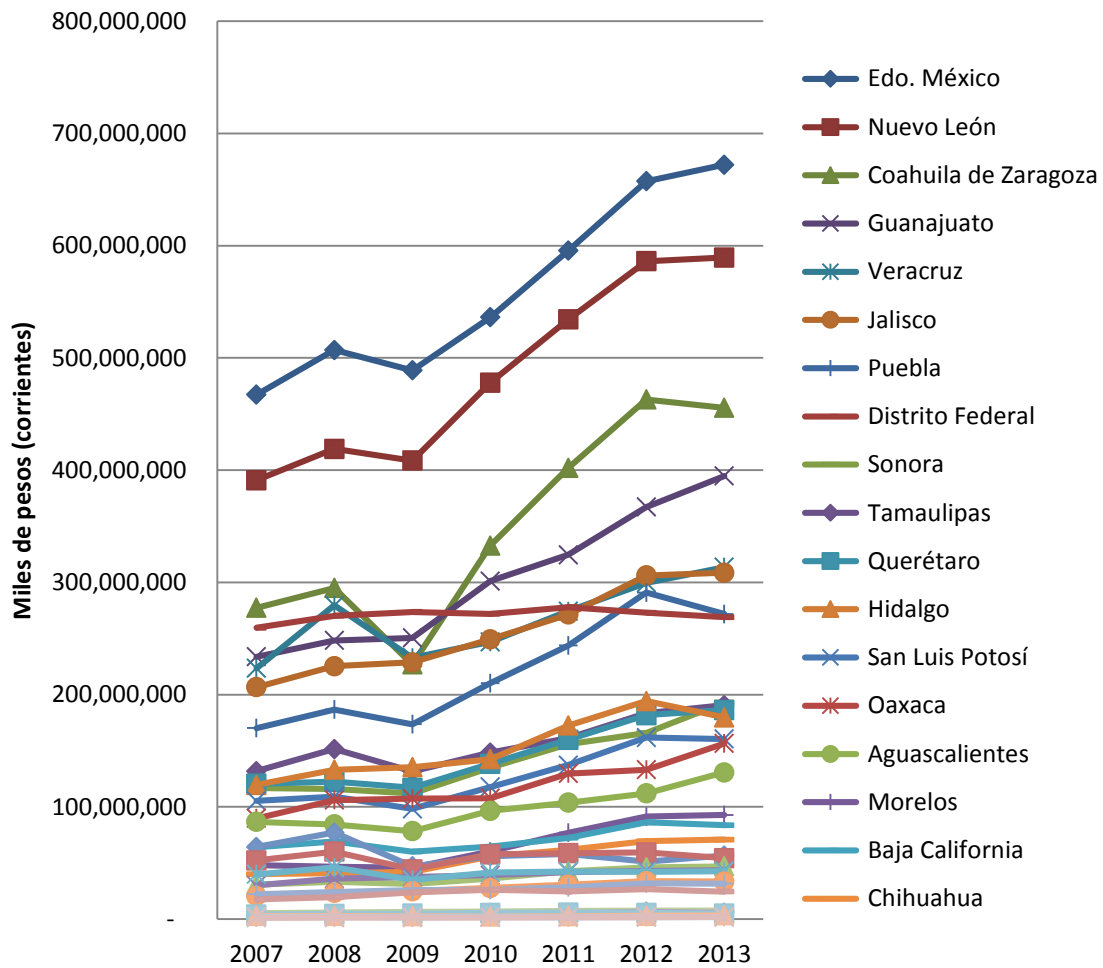


Fuente: (INEGI, 2014)

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 la generación de empleos a gran escala, la recaudación fiscal derivado 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 aportó 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 se ubicó en la posición número 4 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 siguiente ilustración se presenta el desempeño entre 2007 a 2013, del valor de la oferta manufacturera por entidad federativa.

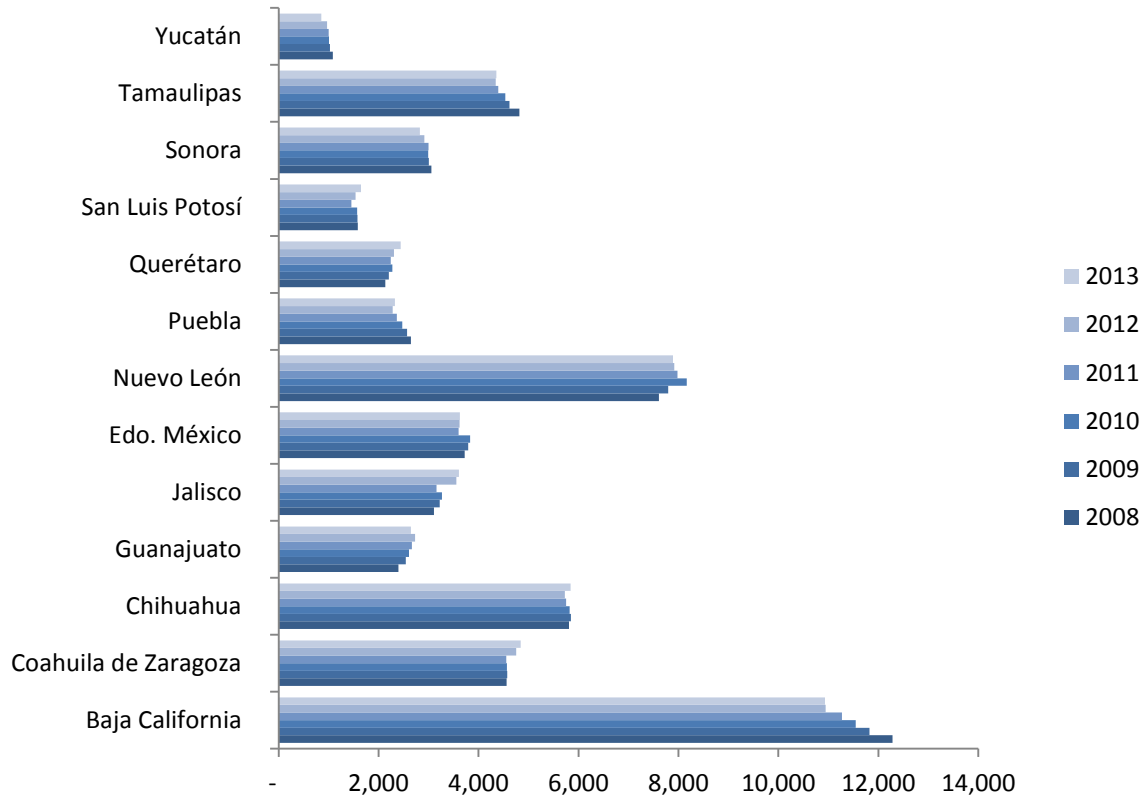
Ilustración 9. Histórico del valor de producción, industria manufacturera por entidad federativa



Fuente (INEGI, 2014)

Por otra parte, en cuanto al número de establecimientos en el sector de manufacturas avanzadas 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%.

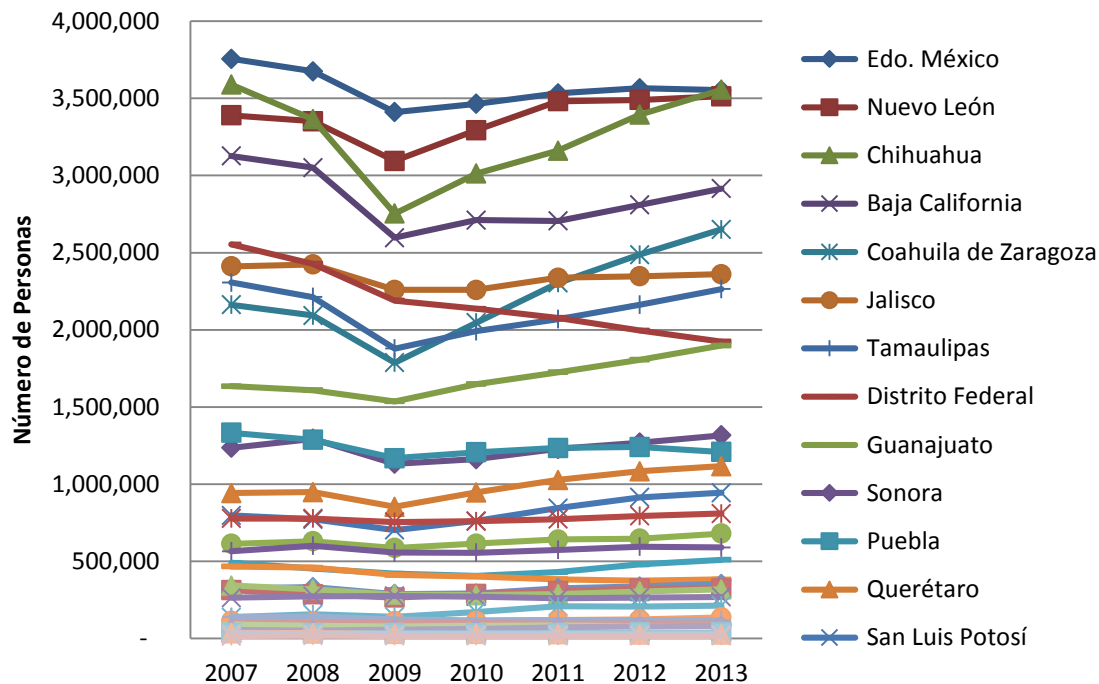
Ilustración 10. Número de establecimientos activos según entidades federativas



Fuente: (INEGI, 2014)

En cuanto a los empleos generados en el área de manufactura a nivel nacional, la tasa de crecimiento de este indicador 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 el 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, 2014)

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; sin embargo, es en este último indicador de personal ocupado en donde la gráfica de la Ilustración 11 muestra la importancia del empleo generado por el sector manufacturero en Baja California siendo el cuarto estado con mayor número de personas ocupadas por el sector económico a nivel nacional.

2.3. Posicionamiento del estado en el área de especialización

Baja California es una gran oportunidad para la proveeduría en sectores económicos como el automotriz, de electrónica, aeroespacial y de la industria médica, en particular por su ubicación geográfica privilegiada y las relaciones comerciales que se tienen con otros países, notablemente Estados Unidos, que son una de sus mayores ventajas competitivas. El Estado de Baja California contribuye con el 2.93% del producto interno bruto (PIB) nacional (INEGI 2013b). El desglose de las actividades por su aportación al PIB estatal, se resume en el siguiente cuadro.

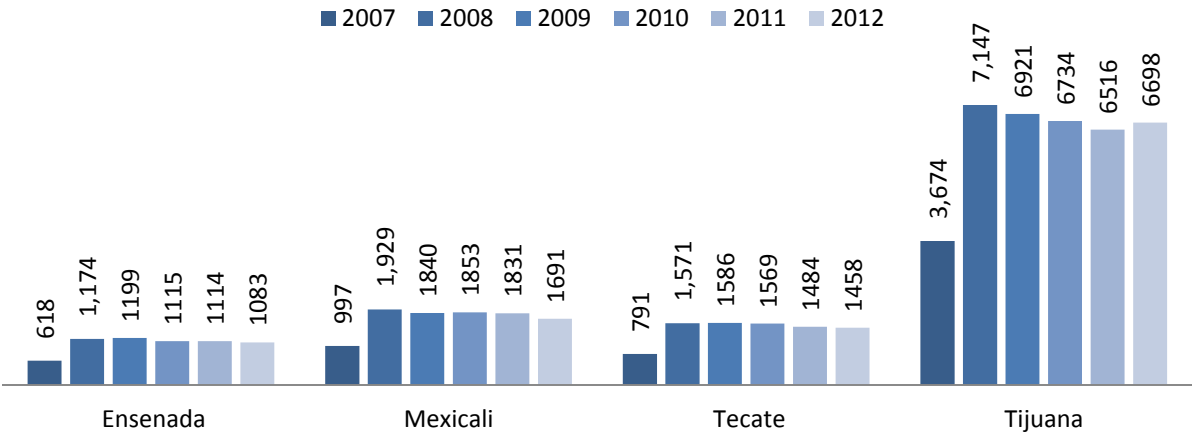
Tabla 2. Distribución del PIB de Baja California

Total Estatal	Millones de pesos	Contribución al PIB estatal
	424,562.11	
Total actividades primarias	13,733.04	3.23%
Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	13,733.04	3.23%
Total actividades secundarias	155,960.65	36.73%
Construcción	51,230.67	12.07%
Total industrias manufactureras	87,564.31	20.62%
Total actividades terciarias	254,868.43	60.03%
Comercio	69,604.78	16.39%
Transportes, correos y almacenamiento	22,894.45	5.39%
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	57,204.02	13.47%
Servicios educativos	18,081.84	4.26%

Fuente (INEGI 2013b).

Baja California históricamente cuenta con más del 20% de los establecimientos activos registrados en manufactura avanzada del país (10,930 establecimientos). De los municipios de estado, Tijuana es el que cuenta con el mayor número de establecimientos en manufactura, por encima de Mexicali, Ensenada o Tecate.

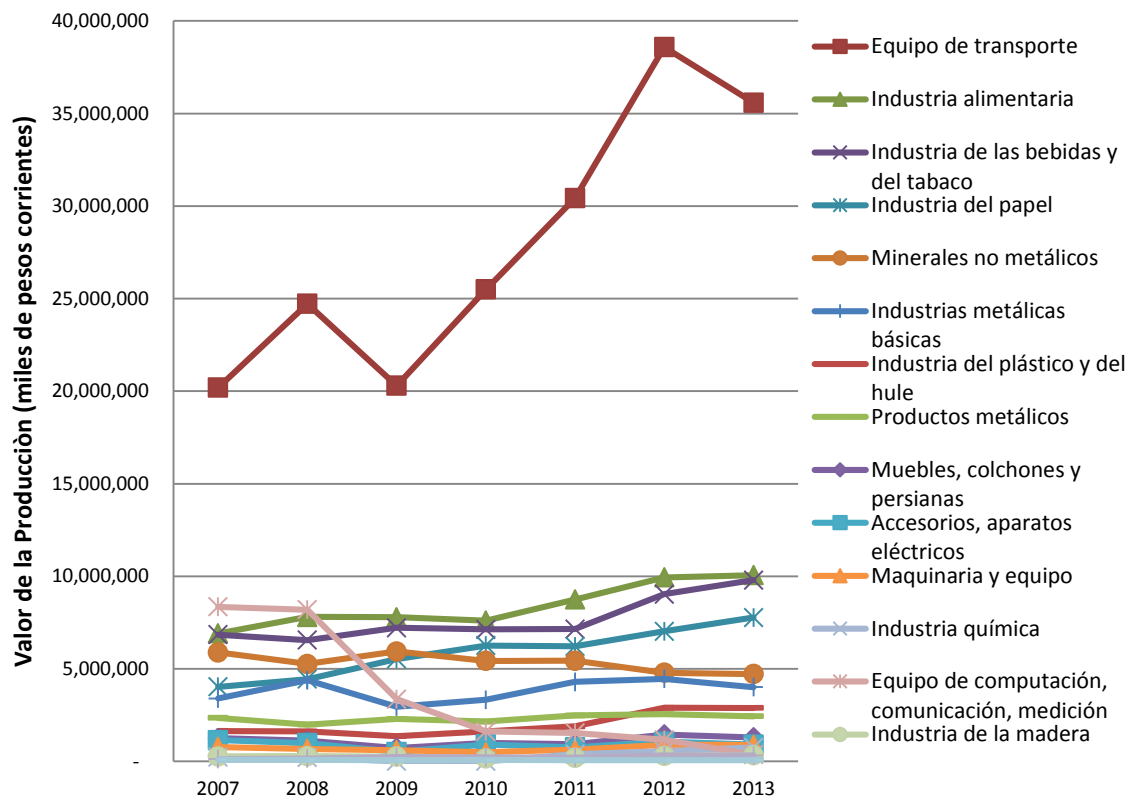
Ilustración 12. Número de establecimientos activos en los principales municipios de BC



Fuente: (INEGI, 2014).

En el área de especialización de manufactura, Baja California ha ofrecido un valor de producción sobresaliente en el subsector de equipo de transporte, con un crecimiento promedio entre 2009 y 2012 de 23% anual, tal como se puede apreciar en la ilustración 13, (INEGI, 2014).

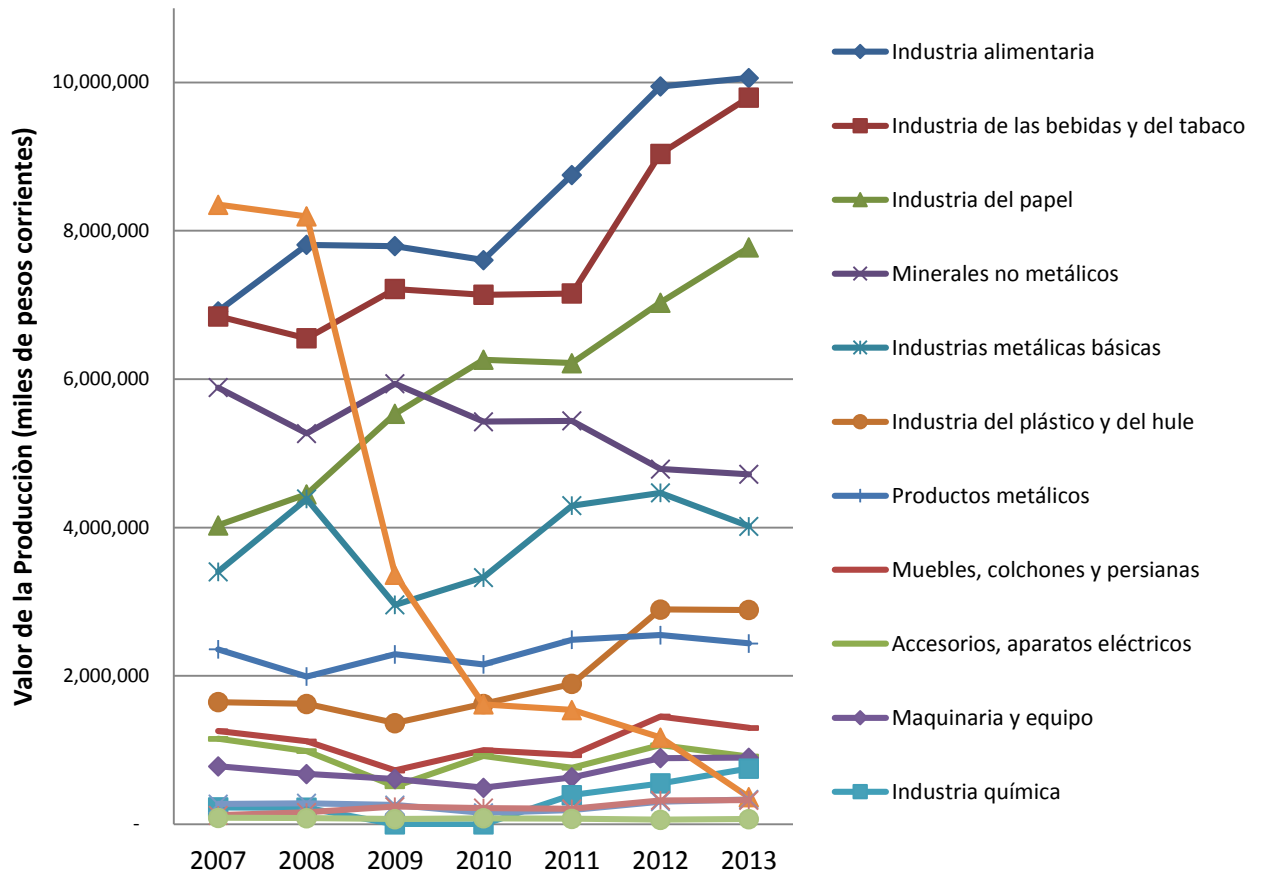
Ilustración 13. Histórico del valor de producción de las industrias manufactureras en Baja California



Fuente: (INEGI, 2014)

Además del sector automotriz y de autopartes, para analizar el crecimiento o estancamiento de los otros sectores económicos de importancia en manufactura en el estado, se muestran en la Ilustración 14 los subsectores económicos de manufactura presentes en Baja California sin incluir los datos del subsector de equipo y autopartes. En este sentido se aprecia un crecimiento significativo (en los últimos seis años) en la **industria alimentaria, industria de bebidas y del tabaco o la industria del papel**.

Ilustración 14. Histórico del valor de producción de las industrias manufactureras en Baja California, excepto la industria automotriz



Fuente: (INEGI, 2014)

En la Ilustración 14 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 cinco años 2005 – 2013), son la industria automotriz (equipo y transporte) con **11% de crecimiento** promedio anual, la **industria del papel** (12% de crecimiento), **industria del plástico y el hule** (12%) y otras industrias manufactureras como los dispositivos médicos. Es de importancia resaltar que en los subsectores antes mencionados, el crecimiento

promedio del valor de producción en Baja California es superior al crecimiento promedio nacional (con excepción de la industria de transporte).

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

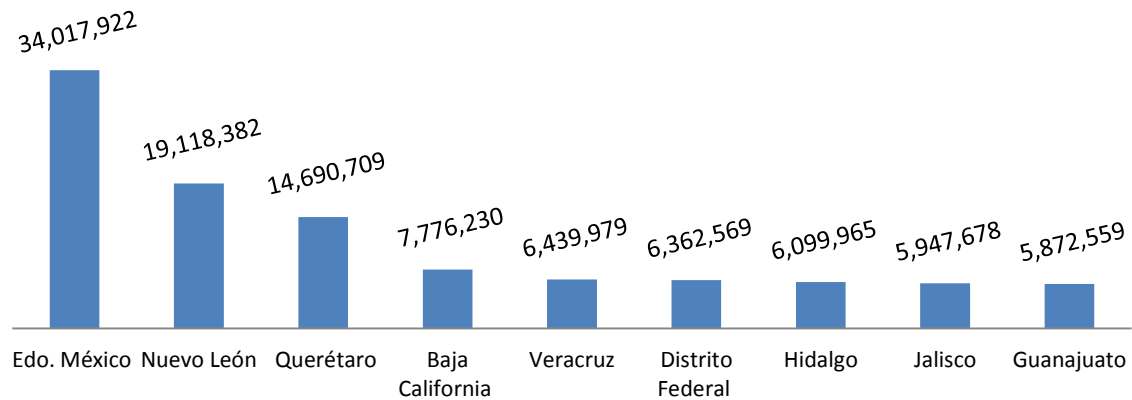
SUBSECTOR	2008	2009	2010	2011	2012	2013	PROMEDIO BC	PROMEDIO NACIONAL
Equipo de transporte	23%	-18%	26%	19%	27%	-8%	11%	12.30%
Industria alimentaria	13%	0%	-2%	15%	14%	1%	7%	7.88%
Industria de las bebidas y del tabaco	-4%	10%	-1%	0%	26%	8%	7%	5.79%
Industria del papel	10%	24%	13%	-1%	13%	11%	12%	6.67%
Minerales no metálicos	-11%	13%	-9%	0%	-12%	-2%	-3%	2.51%
Industrias metálicas básicas	29%	-33%	13%	29%	4%	-10%	5%	4.68%
Industria del plástico y del hule	-2%	-16%	19%	17%	53%	0%	12%	7.08%
Productos metálicos	-15%	15%	-6%	15%	3%	-4%	1%	6.32%
Muebles, colchones y persianas	-11%	-35%	37%	-6%	56%	-11%	5%	0.51%
Accesorios, aparatos eléctricos	-14%	-48%	80%	-17%	40%	-14%	4%	2.26%
Maquinaria y equipo	-13%	-10%	-19%	28%	41%	1%	5%	10.32%
Industria química	-2%	-100%	S/I	S/I	40%	37%	-11%	3.71%
Equipo de computación, comunicación, medición	-2%	-59%	-52%	-5%	-24%	-68%	-35%	1.41%
Industria de la madera	5%	-8%	-41%	24%	59%	10%	8%	2.98%
Otras industrias manufactureras	30%	50%	-8%	-5%	54%	1%	20%	5.56%
Impresión e industrias conexas	-5%	-17%	16%	-6%	-18%	15%	-3%	4.02%

Fuente: (INEGI, 2014)

Independientemente del nivel de crecimiento en los últimos años, los subsectores de manufactura en donde Baja California se encuentra bien posicionada con respecto al resto de las entidades de la federación, se tienen a **la industria del papel** (cuarto lugar a nivel nacional) y el subsector de **bebidas y del tabaco** (sexto lugar a nivel nacional). En ambos subsectores, como estados líderes (por encima de Baja California) se encuentran el Estado de México y Nuevo León. Para visualizar la brecha de desarrollo económico que tiene como área de oportunidad el estado de Baja California en los sectores de manufactura de mayor fortaleza (**industria del papel e industria de bebidas y del tabaco**) con respecto a la entidad federativa que encabeza cada subsector, se presentan las gráficas de las ilustraciones 15 y 16

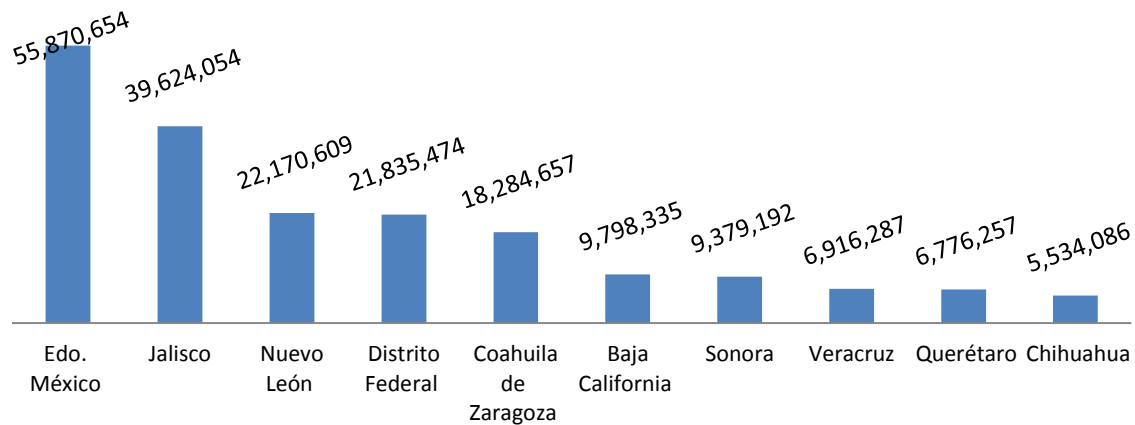
Ilustración 15.

Ilustración 15. Posición del Baja California en la industria del papel como valor de producción en 2013



Fuente: (INEGI, 2014)

Ilustración 16. Posición de Baja California en la industria de bebidas y de tabaco como valor de producción en 2013



Fuente: (INEGI, 2014)

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

Las tecnologías de Manufactura Avanzada (MA), como 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, proponen 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 MA, es aumentar la utilidad en los procesos de producción por ejemplo al controlar y disminuir costos, al mejorar la eficiencia de producción o al eliminar pérdidas por mermas; de tal forma que se ofrezca un mejor producto al cliente fijando una calidad dada. Otra manera, mucho más valiosa, para mejorar las utilidades del sector con MA es ofrecer productos diferenciados de alta calidad y con un alto valor agregado.

Las tendencias tecnológicas en el área de MA indican que hay una orientación a mejorar el desempeño técnico de procesos de producción, mejorar las condiciones de uso para clientes especializados y lograr máxima la calidad.

Las diferentes tendencias tecnológicas a nivel mundial en MA, 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 siguientes tablas se presentan 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 nuevos productos de máxima calidad a un coste razonable

TENDENCIA	EJEMPLOS DE TECNOLOGÍAS	OBJETIVO DE MEJORA
Obtención de un nuevo producto de máxima calidad a un coste razonable	Materiales de propiedades físicas diferenciadas que permiten generar nuevos productos de alta especialización	
	- Propiedades mecánicas mejoradas (tecnologías de materiales nanoestructurados y aceros sinterizados)	- Mejores diseños / calidad / nuevas aplicaciones
	- Ultra baja densidad (tecnologías de aluminuro, magnesio modificadas con elementos lantánidos)	- Mejores diseños / calidad / fácil operación / nuevas aplicaciones
	- Mejor resistencia a la corrosión (tecnologías de magnesio modificadas con elementos lantánidos)	- Vida útil / calidad / nuevas aplicaciones
	- Memoria de forma (tecnologías de nanoporos y aleaciones de níquel-manganeso- galio)	Mejores diseños / nuevas aplicaciones
	Nuevos recubrimientos y tratamientos térmicos que permiten alargar la vida de productos	
	- Recubrimientos de durabilidad mejorada (tecnologías de nanopartículas)	- Vida útil / nuevas aplicaciones / calidad
	- Recubrimientos inteligentes (respuesta bactericida y fungicida, sensibilidad óptica, térmica)	- M. diseños / nuevas aplicaciones
	- Tratamientos térmicos que incrementan dureza (refuerzo local por láser en aceros)	- M. diseños / vida útil / nuevas aplicaciones
	Tecnologías de diseño de producto	
	- Software de diseño y fabricación colaborativa	- M. diseños / reducción de tiempo de diseño
	- Maquinaria que permite obtener productos con nuevas propiedades y estructuras (tecnologías de fabricación aditiva)	- Mejores diseños / nuevas aplicaciones
	- Maquinaria capaz de fabricar con tolerancia micropiezas de gran precisión (microtecnologías)	- Nuevas aplicaciones / calidad
	- Tecnologías multimaterial (co-inyección, bi-inyección, deposición metálica, etc).	- Flexibilidad de diseño

	Técnicas de Diseño	
	- Estudio del ciclo de vida íntegro de un producto	- <i>Flexibilidad de diseño</i>
	- Retroalimentación continua durante la 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 capaces de adaptarse a condiciones cambiantes (especialización de diseñadores)	- <i>Mejores diseños / calidad</i>

Fuente: CamBioTec, A.C., 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)	Aplicabilidad del proceso / Velocidad de proceso
	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>
	- Software 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, A.C., 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, A.C., 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.

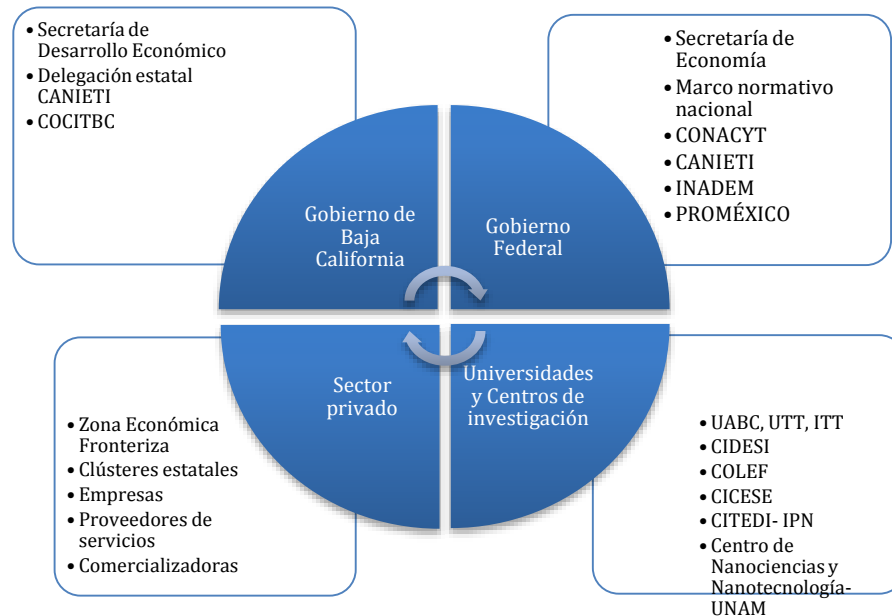
3. BREVE DESCRIPCIÓN DEL ECOSISTEMA DE INNOVACIÓN PARA EL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN

El ecosistema de innovación del área de especialización Manufactura Avanzada en México, se integra 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

Baja California, además de universidades, institutos, y centros de investigación, cuenta con la integración de un clúster sobre Industria Aeroespacial y un clúster de Productos Médicos de las Californias. El mapa simplificado de los agentes del ecosistema de innovación en el estado es el siguiente.

Ilustración 17. Mapa de los agentes del ecosistema de innovación en Manufactura Avanzada



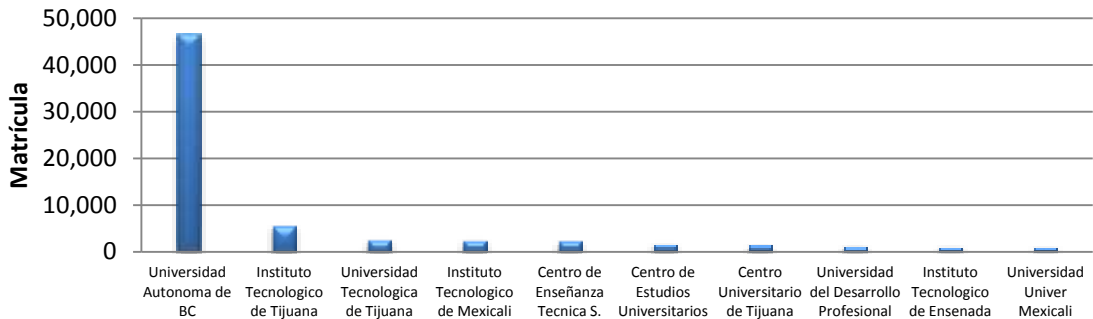
Fuente: CamBioTec, A.C., 2014

3.2. Principales IES y centros de investigación y sus principales líneas de investigación

3.2.1. Instituciones de Educación Superior

En el ámbito de instituciones de educación superior, las instituciones de mayor presencia se encuentran en las ciudades de Mexicali y Tijuana. Por mucho, la universidad más importante del estado es la Universidad Autónoma de Baja California. En el ciclo escolar 2010-2011, esta Universidad atendió al 58.4% de la matrícula universitaria de la entidad (46,562 alumnos). En la ilustración 18 se muestra la distribución de matrícula entre las principales universidades del sistema científico-tecnológico de la entidad.

Ilustración 18. Distribución de matrícula entre las principales universidades del sistema científico-tecnológico en Baja California



Fuente: (ANUES, 2012)

3.2.2. Centros de investigación

En cuanto a centros de investigación, principales actores del sistema científico-tecnológico, en el estado de Baja California se cuenta con centros CONACYT, de la UNAM y uno más del IPN.

Tabla 7. Centros de investigación en Baja California

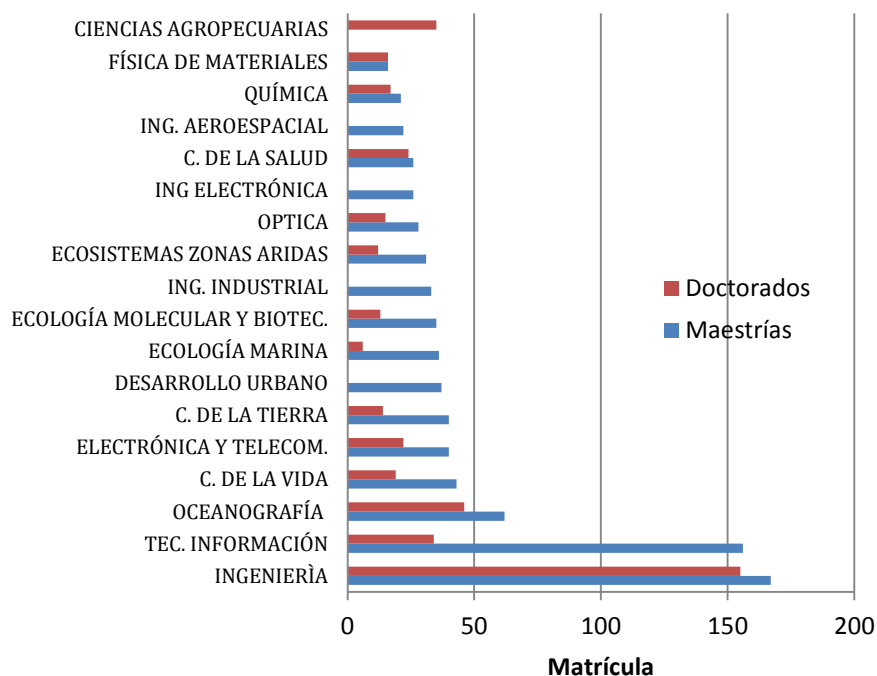
Origen	Institución
Red de Centros de Investigación UNAM	Centro de Nano-ciencias y Nanotecnología Instituto de Astronomía
Red de Centros de Investigación IPN	Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología Digital
Red de Centros de Investigación CONACYT	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada Colegio de la Frontera Norte CIDESI
Centros de Investigación dependientes de las secretarías de Estado y otros Centros de Investigación Públicos (2011)	Instituto Nacional de Pesca

Fuente: CamBioTec A.C., 2014

La entidad cuenta con 111 programas académicos de licenciatura acreditados por el Consejo para la Acreditación de la Educación Superior, A. C. (COPAES), el promedio nacional es de 83.2 (COPAES, 2012). En cuanto a posgrados (maestría y doctorado), en la entidad se cuenta con seis instituciones donde se imparten 59 programas afiliados al Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC), de ellos 4 son de nivel especialidad, 34 maestría y 21 de doctorado. Se destaca que la entidad posee 29% de sus programas de posgrado en el área de Ciencias Sociales y **20% en el área de Físico Matemáticas y Ciencias de la Tierra** (FCCyT, 2012).

La entidad cuenta con programas académicos de enseñanza científica y técnica, la mayor matrícula corresponde al **campo de las ingenierías y las tecnologías de la información** (ANUIES, 2012).

Ilustración 19. Distribución de matrícula de estudios de posgrado en ciencias de la salud, agropecuaria, naturales y exactas así como ingeniería y tecnología



Fuente: (ANUES, 2012)

3.3. Detalle de empresas RENIECYT del área de especialización

En 2013 el estado ocupó sexto lugar a nivel nacional con mayor número de empresas que cuentan con Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas vigente (223 empresas), además cuenta con 11 registros de Instituciones de Educación Superior y dos registro de Centros de Investigación entre otros (SIICYT, 2014).

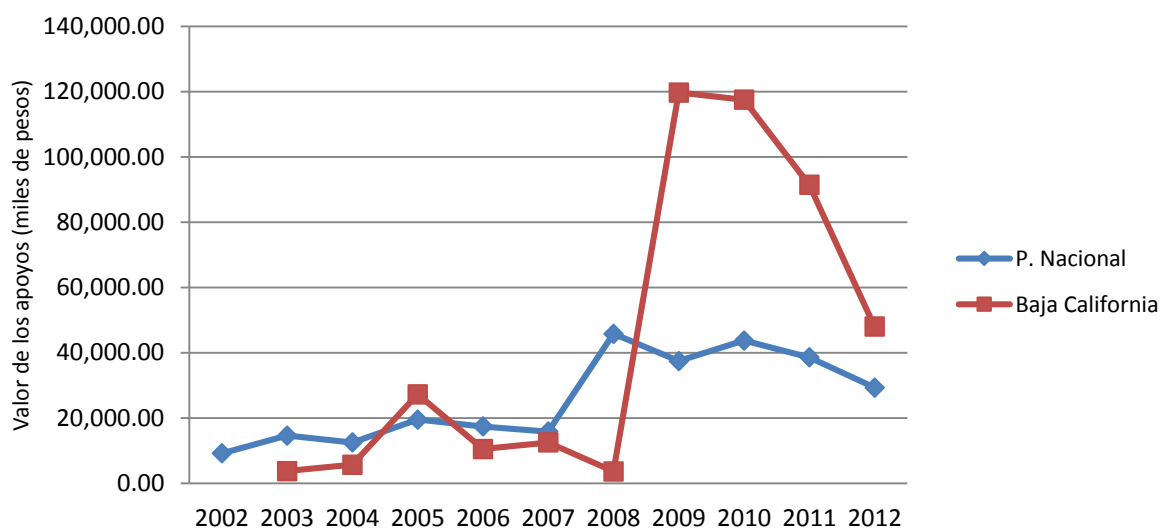
En relación con este ecosistema, es muy importante destacar el papel de la Zona Económica Fronteriza, una institución que genera un espacio que promueve actividades que crean empleos, incentivan la atracción de inversión y promueven el desarrollo económico regional a través de la innovación. La ZEF fomenta colaboraciones interinstitucionales de la triple hélice y un modelo de competitividad sistémica. Las áreas prioritarias para la ZEF son biotecnología, equipos médicos, eléctrica- electrónica, aeroespacial, energías renovables, servicios médicos, automotriz y autopartes, muebles y madera y tecnologías de la información. Varias de estas áreas son demandantes de soluciones de manufactura avanzada.

3.4. Evolución de apoyos en el área de especialización

Baja California ha sido una de las entidades con mayor cantidad de recursos captados a través de los diferentes fondos federales que impulsan al desarrollo tecnológico en los últimos años; entre 2002 y 2012 le fueron aprobados 443.73 millones de pesos a través del Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado de Baja California para ejecutar 190 proyectos. Los Fondos Sectoriales también han sido aprovechados; hasta febrero de 2011, es la séptima entidad que mayor cantidad de recursos ha obtenido (743 millones de pesos) (FCCyT, 2010).

El histórico de los Fondos Mixtos de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica muestra que Baja California ha obtenido apoyos por hasta 119,696 millones de pesos anuales, esto es más de tres veces la media Nacional. En la Ilustración 20 se muestra el valor histórico canalizado a Baja California.

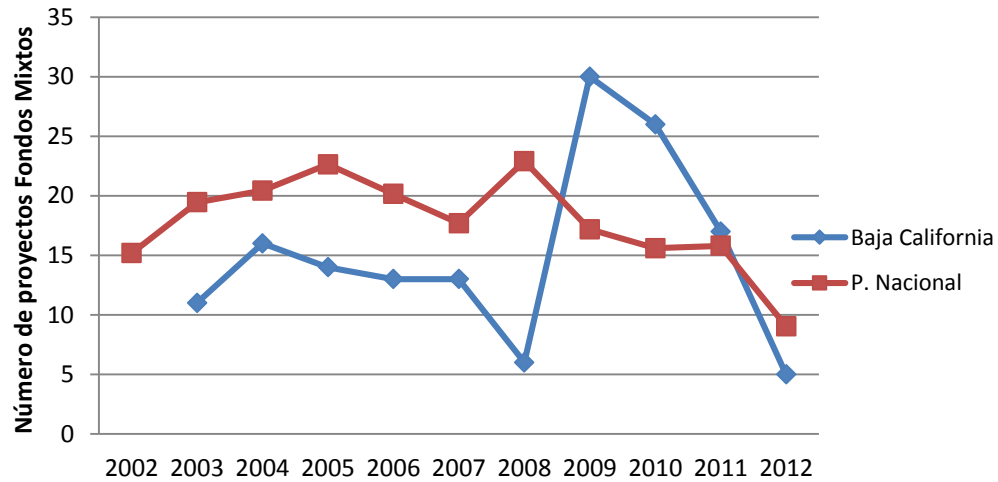
Ilustración 20. Histórico de la participación de Baja California en los Fondos Mixtos en comparación con la media Nacional



Fuente (SIICYT, 2012)

En cuanto al número de proyectos en los Fondos Mixtos, Baja California ha presentado un ritmo cambiante por abajo de la media nacional; en 2009, Baja California fue apoyada con 30 proyectos, mientras que en 2008 y 2012 le fueron aprobados apenas 6 y 5 proyectos respectivamente.

Ilustración 21. Número de proyectos apoyados por los Fondos Mixtos en Baja California en comparación con la media nacional



Fuente (SIICYT, 2012)

Los recursos otorgados por los Fondos Mixtos se han destinado principalmente para apoyar actividades de Desarrollo Tecnológico, en segundo lugar investigación aplicada y un mínimo porcentaje para desarrollar ciencia básica.

4. ANÁLISIS FODA DEL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN

Las ventajas, áreas de oportunidad, situaciones presentes en el estado que detonan una debilidad y amenazas en el sector de manufactura avanzada, se presentan en el siguiente análisis FODA:

4.1. Fortalezas

- Grupo de Universidades públicas y privadas reconocidas por su calidad.
- Un grupo importante de científicos calificados.
- Relaciones de cooperación con Estados Unidos y otros países.
- Mercado doméstico de 3 millones de habitantes.
- Un grupo de empresas globales y competitivas instaladas en el estado.
- Atracción de Inversión Extranjera Directa en los últimos años en sectores específicos.
- Fuerza laboral calificada.
- Localización geográfica privilegiada (puente comercial).
- Actividades de la ZEF relacionadas con la manufactura avanzada.

4.2. Oportunidades

- Infraestructura disponible.
- Creciente demanda del mercado mundial.
- Demanda de sectores económicos en crecimiento como el de autopartes, energía renovable y la industria aeroespacial.

- Aparición y crecimiento de nuevos sectores de negocio como la industria de los dispositivos médicos (automatización por los volúmenes y la estandarización).
- Nichos de especialización que no pueden ser atendidos por las empresas grandes.
- Diversificación de la producción y los servicios.
- Posibilidades de colaboración científica, tecnológica y empresarial con Estados Unidos y otros países.
- Vinculación creciente académica e industrial.
- Vinculación con San Diego (por ejemplo en salud digital –electrónica, TIC y dispositivos médicos).
- Actividades del proyecto MUSEIC encabezado por la Fundación México- Estados Unidos para las Ciencias (FUMEC).
- Crecimiento de los recursos federales para I+D

4.3. Debilidades

- Bajo reconocimiento de la infraestructura, experiencia técnica y humana en diseño de especialidad y por ello alto nivel de importación de diseños.
- Deficiencias en la alineación industrial-academia que se traducen en inadecuación de la formación de recursos humanos a las necesidades de las empresas del sector.
- Baja inversión en el desarrollo de nuevas tecnologías debido a la percepción de que el estado no puede desarrollar innovaciones en manufactura avanzada.
- Pobre infraestructura actual en instalaciones para pruebas, prototipos y entrenamiento.
- Falta de certificaciones de procesos críticos.
- Falta de recursos humanos especializado (egresados con falta de conocimiento).
- Falta de centros de investigación dedicados a manufactura.

- Desarticulación de la cadena productiva y falta de desarrollo de proveedores PyME.
- Administración burocrática de los programas de apoyo.
- Baja capacidad de absorción tecnológica de las micro, pequeñas y medianas empresas.
- Nula presencia de mercados financieros de riesgo.
- En diferentes subsectores de manufactura, altos costos en comparación con China que provocó cierre de talleres especializados.
- Procesos de baja eficiencia en industrias de alto volumen.

4.4. Amenazas

- Inestabilidad económica mundial.
- Percepción de Baja California como un estado de baja capacidad para desarrollo.
- Inseguridad y corrupción.
- Competencia internacional, principalmente asiática que genera un desincentivo para el diseño y producción locales de herramientas especiales (moldes, troqueles, dados, etc.).
- Competencia de otros estados por inversiones en el sector.
- Intensificación de la competencia global por talento.
- Alta dependencia económica y tecnológica de Estados Unidos.
- Encadenamientos productivos débiles en la cadena global de valor.
- Concentración regional de población, infraestructura y capacidades.

5. MARCO ESTRATÉGICO Y OBJETIVOS DEL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN

El estado cuenta con fortalezas en el desarrollo de productos de exportación como por ejemplo en el sector automotriz y en el de dispositivos médicos, sin embargo gran parte de las exportaciones se basa en bienes importados que se re-exportan con bajos niveles de valor agregado y poco uso de suministros locales. El desempeño del comercio en el estado puede ser atribuido a sus costos de mano de obra comparativamente menores, más que a un alto nivel de productividad o capacidad de innovación. Podría decirse que el bajo desempeño es resultado de una industria que ofrecer servicios de maquila, hecho que puede apreciarse en la posición del estado como entidad con las más grandes tasas de personal ocupado en los sectores de manufactura, pero con un bajo desempeño en valor de la producción de manufactura.

En consecuencia, para el caso de la manufactura avanzada en Baja California, el tema de la vinculación Academia-Empresa para la formación de capital humano y la generación de conocimientos y tecnologías es medular en el desarrollo y posicionamiento del sector.

En Baja California, debido al balance actual de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas en el área de especialización en la industria automotriz, se plantea como objetivo: Generar capacidades para impulsar la innovación en la cadena productiva del sector de manufactura avanzada aprovechando la demanda de productos e infraestructura humana y física existente, a fin de ofrecer productos y servicios de mayor especialización y valor agregado, teniendo mayor énfasis en los nichos de certificación en soldadura, control numérico, moldes, troqueles, entre otros.

6. NICHOS DE ESPECIALIZACIÓN

Por la naturaleza transversal de la manufactura avanzada en diferentes industrias, resultan de gran importancia los esfuerzos sectores vinculados con el fin de disminuir la curva de aprendizaje y dar un mayor grado de especialización en el estado.

Para propiciar el desarrollo regional de Baja California, debe persistir el esfuerzo de creación de conocimiento, tanto por la vía de la **formación de capital humano especializado**, como por el fortalecimiento de la **actividad científica y la capacidad de diseño** a fin de lograr procesos de innovación. Para ello es necesario que las instituciones educativas y los centros de investigación del estado aumenten los esfuerzos para atender los requerimientos de los sectores productivos. En la actualidad se han logrado avances en orientar la investigación hacia las necesidades productivas de las industrias, sin embargo, aún se está lejos de los estándares de los países desarrollados.

Por lo anterior, es prioridad que CONACYT y COCIT BC incorporen explícitamente criterios de pertinencia e impacto, además de los de excelencia, en la asignación de recursos a programas científicos colaborativos. El rol del Estado es particularmente necesario en esta etapa, en que todavía no despegue el esfuerzo privado en investigación y desarrollo, con el fin de generar un enfoque multidisciplinario del conocimiento relevante para la solución de problemas del sector productivo, que no pueden resolverse sólo con la importación de tecnología. En este contexto, los nichos de especialización son:

6.1. Industria Automotriz

Baja California cuenta con una industria de autopartes consolidada. El refuerzo de la competitividad de esta área implica la generación de mayor valor agregado, el cual puede alcanzarse mediante la incorporación de tecnología que lleve a la aplicación de técnicas y procesos más complejos, así como la certificación de empresas de acuerdo con los más altos estándares de calidad.

6.2. Industria de Dispositivos Médicos

Baja California es líder en el país en la fabricación de equipo y componentes para dispositivos médicos. La cercanía a la industria de Estados Unidos favorece el surgimiento de oportunidades de colaboración y proveeduría especializada. Capitalizar estas oportunidades demanda la incorporación sistemática de innovaciones en la industria local.

6.3. Electrónica

En Baja California, existe un número importante de empresas exportadoras de equipo electrónico y componentes. La industria electrónica impacta a diversos sectores principalmente los que suministran bienes de alta tecnología. Por ello, en este nicho se busca capitalizar las capacidades existentes, fortaleciéndolas mediante la incorporación de tecnologías de vanguardia.

7. CARACTERIZACIÓN DE PROYECTOS PRIORITARIOS Y PLAN DE PROYECTOS

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

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

7.1. Centro de desarrollo tecnológico, incubación de proyectos y transferencia de tecnología en Manufactura Avanzada

Dos de los grandes problemas técnicos para el desarrollo de nuevos productos y procesos en las empresas de manufactura avanzada en Baja California, son la falta de equipo especializado para hacer pruebas de laboratorio (debido a los altos costos de maquinaria especializada que requieren los nuevos sistemas de producción) y la falta de capital humano especializado.

En este sentido se propone la creación de un **Centro de desarrollo tecnológico, incubación de proyectos y transferencia de tecnología en manufactura avanzada, el cual** promoverá la interacción entre miembros del ecosistema de innovación al colaborar en proyectos de desarrollo de procesos de ingeniería, diseño mecánico, robótica y automatización industrial. En el centro interactuarán estudiantes de posgrado de electrónica, mecatrónica, mecánica

y sistemas computacionales de la Universidad Autónoma de Baja California, del Instituto Tecnológico de Tijuana, el Instituto Tecnológico de Mexicali, entre otros; instituciones con programas de posgrado de interés para el desarrollo de proyectos en manufactura avanzada.

El Centro de Desarrollo Tecnológico ofrecerá servicios de préstamo de laboratorio y equipo de pruebas para la Industria, en el corto plazo se esperaría iniciar solamente con el desarrollo de pruebas estáticas (metrología, masa, volumen, dimensiones, seguridad pasiva) y en el mediano y largo plazo ofrecer servicios de mucha más especialización, entre ellos:

- Pruebas dinámicas y estáticas de componentes.
- Pruebas de materiales y subsistemas.
- Pruebas de impacto destructivos en componentes.
- Diseño de troqueles.

El Centro de Desarrollo Tecnológico se especializará también en el desarrollo de proyectos con empresas del sector automotriz y de dispositivos médicos en, por ejemplo, diseño de procesos de mecanizado en nuevos productos, desarrollo rápido de prototipos, optimización de procesos, sistemas de producción, y software de simulación.

En el contexto de vinculación entre entidades del estado, las áreas de mayor interés que deberá promover este Centro de Desarrollo Tecnológico son:

- Desarrollo de proyectos con infraestructura compartida, laboratorios de pruebas experimentales (estáticas y dinámicas), celdas de prueba y validación de diferentes procesos y componentes en la industria automotriz.
- Desarrollo de proyectos de **simulación virtual**, desarrollo de nuevos componentes, módulos y subsistemas.
- Proyectos de desarrollo tecnológico en los que se ponga en práctica el desarrollo de capital humano en las siguientes áreas:

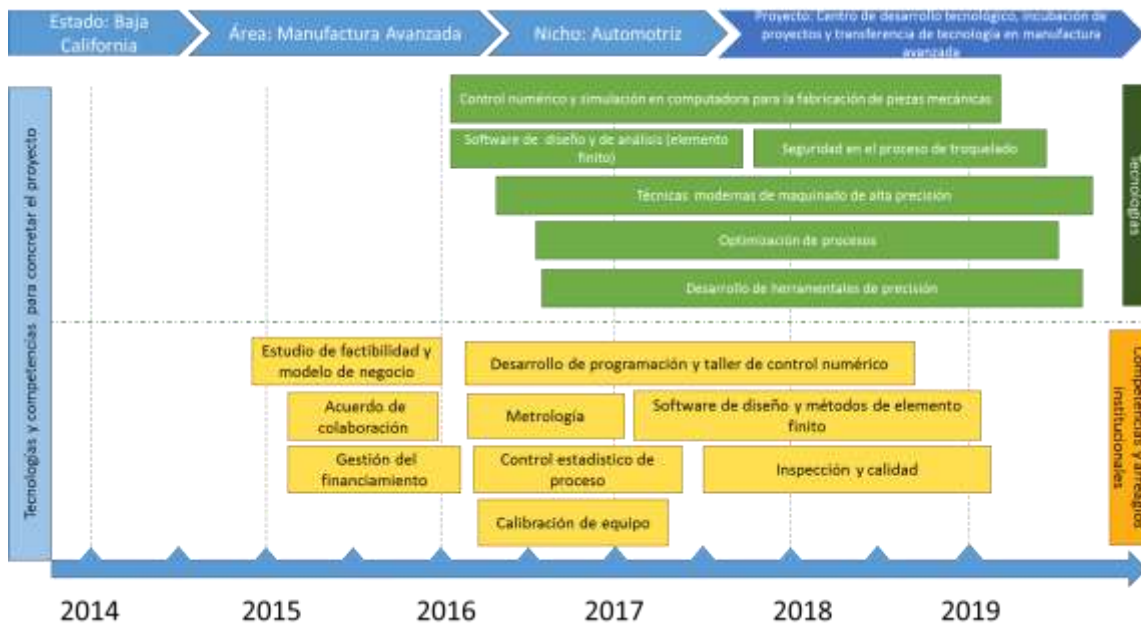
- Diseño y desarrollo de herramientas de precisión (tolerancias geométricas), software de análisis (elemento finito), planeación de calidad de producto y desarrolladores de producto.
- Diseño y fabricación de moldes de inyección y herramientas.
- Manejo de sistemas de gestión de calidad como *Advanced Product Quality Planning* (APQ), Análisis de Modo y Efecto de Fallos (AMEF), conocimiento en ISO 16949, entre otros.

Entre los **Factores Críticos de Éxito** se identifican:

- Liderazgo del proyecto por parte de CIDESI.
- Implementar programas de fomento a la gestión de la calidad e innovación en los productos.
- Fomentar programas de adopción de procesos innovadores para el manejo de nuevos productos, programas y maquinaria que se adapten a las necesidades de la industria.
- Actualización, apego y manejo adecuado de las tecnologías de la información y la comunicación.
- Creación de programas de vinculación industria-industria y academia-industria para la mejora del capital humano. La vinculación permitirá generar planes integrales y estrategias en pro del desarrollo de la industria.
- Colaboración con otros centros de investigación presentes en el estado como CITEDI (electrónica y sistemas de control), CICESE (electrónica e instrumentación) y Centro de Nanociencias y Nanotecnología (nuevos materiales).
- Definir estrategias de crecimiento industrial mediante la unión de las empresas, es decir, la creación de un clúster que defina necesidades en común.

- Participación en actividades que se realicen en la cadena productiva.
- Promover que las empresas compartan mejores prácticas con universidades para beneficiar a los estudiantes
- Fortalecimiento de programa de estancias de docentes en el sector productivo
- La participación de empresas consolidadas para apoyar la formación de recursos humanos y emprendedores mediante programas de estancias industriales para docentes y estudiantes, mentorías para emprendedores y desarrollo de esquemas de buenas prácticas

Ilustración 22. Mapa de ruta centro de desarrollo tecnológico, incubación de proyectos y transferencia de tecnología en Manufactura Avanzada



Fuente: CamBioTec, A.C., 2014

7.2. Programa de certificación de procesos de soldadura, control numérico, fabricación de moldes y troqueles

Se requiere trabajar en el desarrollo de mano de obra altamente calificada, capaz de desarrollar procesos y productos de alta calidad y de nivel mundial. Es necesario apostar a la especialización en el sector, esto sugiere dar a ciertas empresas líderes en el estado mayor voz en la definición de conocimientos y capacidades específicas que demandan en sus procesos, efectuando alianzas que promuevan el compromiso de invertir en el desarrollo de recurso humano especializado (pudiendo ser con participación de recursos públicos y privados).

En específico, la brecha de conocimiento especializado de mayor demanda en el estado es:

- Profesionales técnicos: existe déficit en algunas áreas muy específicas como **soldadores y sistemas CAD**.
- Ingenieros especializados: déficit de profesionales con especialización (estudios de posgrado) o amplia experiencia en procesos críticos en **diseño de procesos de manufactura con equipo automatizado**.

Se debe mejorar la educación sobre todo a nivel medio superior, pero no se trata solo de hacer modificación a los planes de estudio con contenidos teóricos, es necesario apostar a la **educación dual como eslabonamiento muy cercano a la industria**; con laboratorios equipados, actualizados y asesorados por ingenieros de la industria trabajando en proyectos reales.

El costo actual de capacitación para las empresas es muy alto, ya que algunas de ellas requieren enviar a su personal a otras entidades para efectuar la capacitación. Con el objetivo de fortalecer la capacidad de la industria y de sus proveedores locales en el área de máquinas herramientas se propone la creación de un **Programa de certificación en procesos de soldadura, control numérico, fabricación de moldes y troqueles**. Se propone

que el programa se encargue de formar y desarrollar habilidades en personal técnico del sector con los más altos estándares mundiales de calidad, en tecnologías de vanguardia y en las diferentes especialidades de las máquinas herramientas. El Programa de Certificación podría estar ligado en vinculación del CITEDI y la industria.

El programa de certificación reunirá en un mismo esquema especialistas de la academia y la industria para certificar en las siguientes áreas:

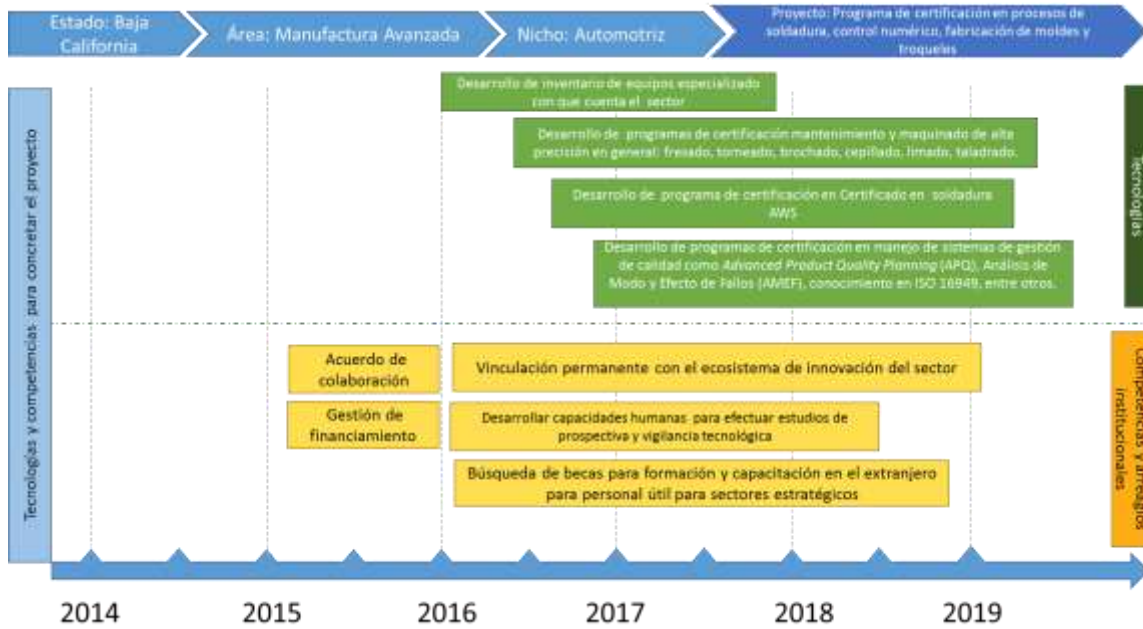
- Competencias comunes para la industria manufacturera en las áreas de mantenimiento y maquinado de alta precisión en general: fresado, torneado, brochado, cepillado, limado, taladrado, entre otros.
- Diseño en el conformado en lámina metálica en matrices duras.
- Certificado en soldadura AWS
- Manejo de sistemas de gestión de calidad como *Advanced Product Quality Planning* (APQ), Análisis de Modo y Efecto de Fallos (AMEF), conocimiento en ISO 16949, entre otros.

Entre los Factores Críticos de Éxito se encuentran:

- Coordinación del proyecto por el Instituto Tecnológico de Tijuana
- Simplificar el otorgamiento de fondos para el desarrollo tecnológico de la industria.
- Promoción de una cultura de trabajo vinculado entre la industria y centros de investigación e integración con el sector gubernamental.
- Becas para formación y capacitación en el extranjero para personal útil para sectores estratégicos
- Recursos conceptuales, diseño, software y desarrollo que puedan ser provistos a las empresas en momentos críticos
- Desarrollar un inventario de gente calificada que define la oferta de capacidades

- La creación de fondos de apoyo a la capacitación de ingenieros de las empresas

Ilustración 23. Mapa de ruta "Programa de certificación en procesos de soldadura, control numérico, fabricación de moldes y troqueles"



Fuente: CamBioTec, A.C., 2014

7.3. Programa de fortalecimiento de las actividades de diseño de producto, manufactura, comercialización y desarrollo de proveedores de la Industria Electrónica aplicada a sectores estratégicos de manera transversal

El Programa de fortalecimiento de las actividades de diseño de producto, manufactura, comercialización y desarrollo de proveedores de la Industria Electrónica aplicada a sectores estratégicos busca apoyar los proyectos de creación de nuevos productos y desarrollo de proveedores enfocados a nuevos mercados y sectores como: dispositivos médicos, aeroespacial, automotriz y agroindustrial, entre otros.

En Baja California, el desarrollo de capacidades de diseño y manufactura de nuevos productos en la industria electrónica, es un pilar central en el desarrollo del estado. Dadas las crecientes exigencias del mercado por reducciones permanentes en costos de producción, así como por el incremento en la flexibilidad y agilidad en los sistemas de manufactura, las empresas fabricantes de equipo eléctrico original deben continuar desarrollando capacidades para el diseño y manufactura de productos especializados, esto con objeto de reducir costos de producción y concentrar esfuerzos para crecer en un mercado de alta exigencia mundial.

El objetivo general del proyecto es promover capacidades para ofrecer actividades de mayor valor agregado en procesos y desarrollo de nuevos productos para fortalecer la competitividad de la industria electrónica de Baja California. En paralelo es necesario fortalecer el recurso humano en las especialidades del sector: electrónica de consumo, computadoras personales, equipo de telecomunicaciones, componentes electrónicos, y equipo industrial y médico.

Actualmente las empresas transnacionales de electrónica en Tijuana y Mexicali (principales polos del sector), presentan limitados niveles de vinculación con proveedores nacionales

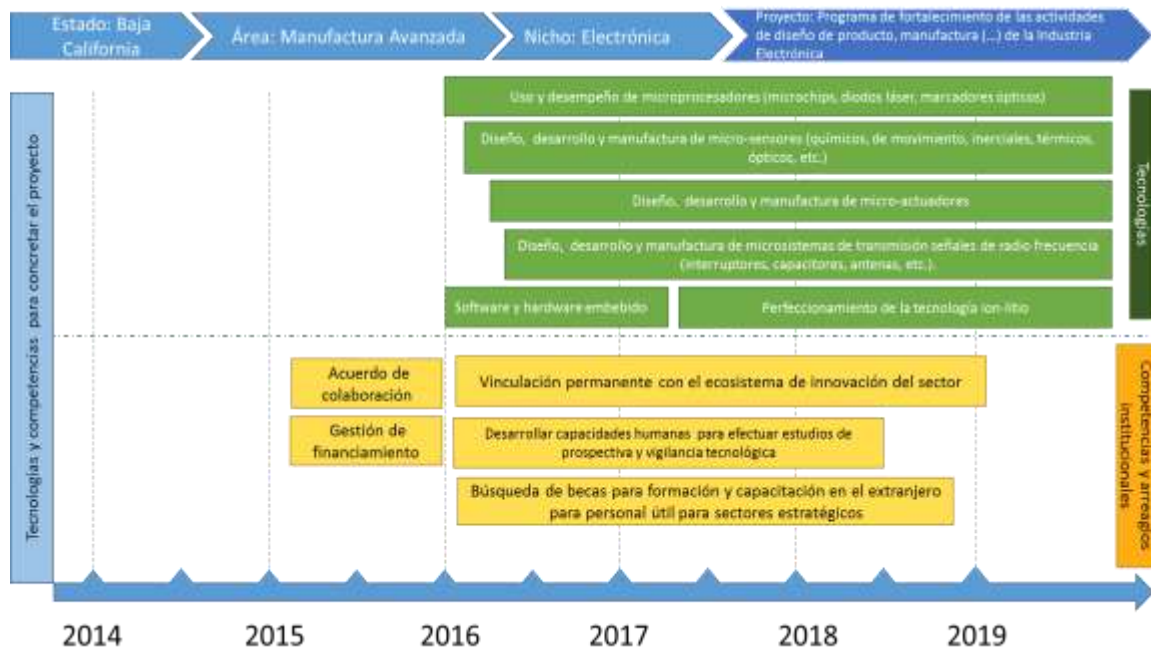
debido a problemas de falta capacidad y de competitividad para afrontar los requerimientos del mercado en cuanto a calidad, precio y entrega a tiempo y por problemas de la escala de producción que restringe el incremento de sus volúmenes de producción. El acceso a tecnologías por parte de proveedores mexicanos para fabricar productos más elaborados, es una demanda latente que se propone atender por medio de este proyecto.

Empresas importantes de la industria están continuamente invirtiendo en tecnología para reducir el tamaño de los dispositivos electrónicos y al mismo tiempo hacerlos más inteligentes y amigables; se busca la reducción de peso a través de la nanotecnología, la cual permite manipular la materia a escala “nano” y fabricar productos y componentes electrónicos cada vez más pequeños y ligeros.

Los principales campos de aplicación de la industria electrónica de Baja California son audio y video, equipo de cómputo, desarrollo de software, semiconductores, telecomunicaciones y equipo de comunicación. En éste sentido, las grandes áreas de fortalecimiento a las actividades de diseño de producto, manufactura y capacitación son:

- Uso y desempeño de microprocesadores (microchips, diodos láser, marcadores ópticos).
- Miniaturización de componentes (sistemas micro-electrónicos).
 - o Diseño, desarrollo y manufactura de micro-sensores (químicos, de movimiento, inerciales, térmicos, ópticos, etc.)
 - o Diseño, desarrollo y manufactura de micro-actuadores (proporcionar un estímulo a otros componentes o dispositivos).
 - o Diseño, desarrollo y manufactura de microsistemas de transmisión señales de radio frecuencia (interruptores, capacitores, antenas, etc.).
- Software y hardware embebido
- Perfeccionamiento de la tecnología ion-litio

Ilustración 24. Mapa de ruta, “Programa de fortalecimiento de las actividades de diseño de producto, manufactura, comercialización y desarrollo de proveedores de la Industria Electrónica”



Fuente: CamBioTec, A.C., 2014

7.4. Programa de colaboración tecnológica con instituciones de San Diego y otras ciudades de California

Se trata de un proyecto que incluye la participación de la Zona Económica Fronteriza en el que se busque identificar, catalizar y promover acciones concretas de colaboración en el área de manufactura avanzada, mediante la vinculación interinstitucional y el financiamiento mediante fondos binacionales de carácter público y privado.

Con este proyecto se busca generar y capitalizar sinergias con instituciones y empresas de California para desarrollar proyectos cooperativos de innovación, intercambios de personal y experiencias y alianzas productivas, con énfasis en el área de dispositivos médicos.

La región tiene potencial para que a partir de una colaboración mutua, puedan posicionarse como una región líder en investigación, manufactura y proveeduría para desencadenar crecimiento local y prosperidad con una amplia coalición de intereses para Baja California y San Diego. Las líneas de acción a desarrollar son:

- Promoción e integración de redes internacionales academia-industria.
- Atracción de IED y empresas.
- Certificación nacional de empresas mexicanas de diseño.
- Sistemas de gestión de talento especializado.
- Consolidación de nichos de especialidad.
- Desarrollo de proveedores.

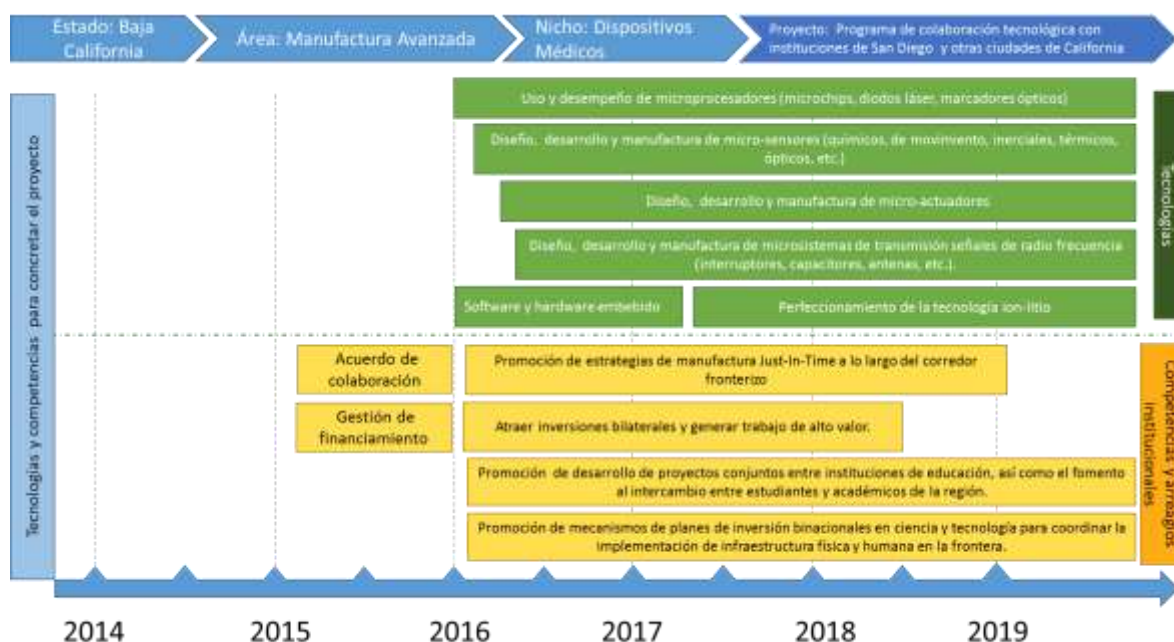
Existen diferentes retos para que la región trabaje en colaboración para ser más competitivas ante otras regiones a nivel mundial. Uno de gran importancia es la promoción de una cultura de colaboración entre instituciones públicas y privadas de México con Estados Unidos además del reto que implica la organización y entre agrupamientos a partir de una estrategia binacional integral de desarrollo. Las industrias con mayor potencial de vinculación son dispositivos médicos, sector aeroespacial, biotecnología y desarrollo de software.

Las principales actividades que deberá cubrir el programa son:

- Promover estrategias de manufactura *Just-In-Time* a lo largo del corredor fronterizo
- Apoyar y promover el desarrollo de una fuerza laboral especializada y por vía de programas de entrenamiento técnico, entrenamiento de mano de obra y servicios de apoyo.
- Atraer inversiones bilaterales y generar trabajo de alto valor.
- Promover el desarrollo de proyectos conjuntos entre instituciones de educación, así como el fomento al intercambio entre estudiantes y académicos de la región.

- Promover mecanismos de planes de inversión binacionales en ciencia y tecnología para coordinar la implementación de infraestructura física y humana en la frontera.

Ilustración 25. Mapa de ruta "Programa de colaboración tecnológica con instituciones de San Diego y otras ciudades de California"



Fuente: CamBioTec, A.C., 2014.

7.5. Centro de Prototipado y Desarrollo Tecnológico de Salud Digital

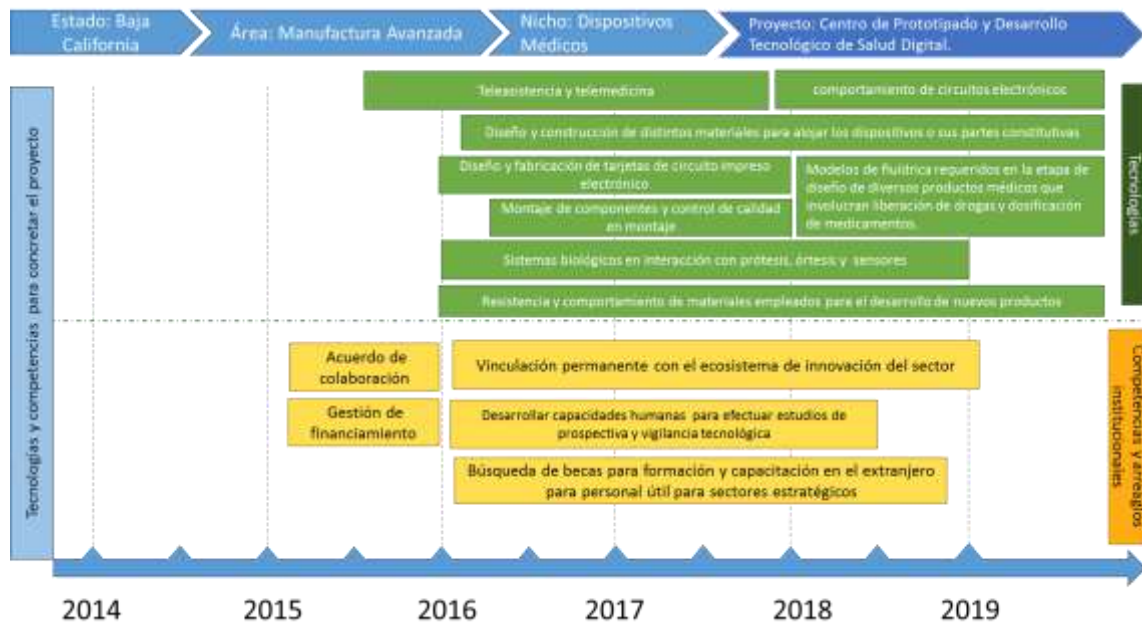
Generar infraestructura para el desarrollo, prueba y manufactura de prototipos de dispositivos médicos con capacidad de comunicación inalámbrica, interconectados vía internet para proveer servicios de tele-asistencia y telemedicina. Con este proyecto se busca desarrollar las capacidades para ofrecer servicios tecnológicos a las empresas de tecnología médica de la región. De esta forma se busca montar un Servicio de “prototipado rápido” de dispositivos desarrollados para el mercado de la tecnología médica.

Baja California cuenta con condiciones propicias para el desarrollo de empresas productoras de tecnología médica debido a su situación geográfica (colindante con California, EU), por la conjunción de diversas instituciones académicas formadoras de profesionales altamente capacitados para el desarrollo de soluciones tecnológicas, experiencia histórica en manufactura de alta precisión y, por su situación en cuanto a canales de comercialización con el mercado más grande de América.

El centro de prototipado de dispositivos permitirá poner a disposición de las empresas de la región capacidades de diseño y construcción de distintos materiales para alojar los dispositivos o sus partes constitutivas, diseño y fabricación de tarjetas de circuito impreso electrónico, montaje de componentes y control de calidad en montaje. El Centro también deberá contar con las capacidades para realizar simulaciones de alto costo computacional requeridas, en la etapa de diseño y desarrollo, para el modelado de sistemas biológicos en interacción con prótesis, órtesis y sensores, resistencia y comportamiento de materiales empleados para el desarrollo de nuevos productos, comportamiento de circuitos electrónicos involucrados, modelos de fluidos requeridos en la etapa de diseño de diversos productos médicos que involucren liberación de drogas y dosificación de medicamentos.

El centro deberá ser sustentable en el mediano plazo, ya que no existe al momento una oferta con capacidades de prototipado rápido, simulación y procesamiento de datos y ensayos de certificación en el país y además existe una importante demanda de estos servicios por empresas en Baja California. Se tiene la expectativa de que la organización permita generar proyectos de sustitución de importaciones y productos novedosos abriendo la competencia a mercados incipientes en el estado.

Ilustración 26. Mapa de ruta "Centro de Prototipado y Desarrollo Tecnológico de Salud Digital"



Fuente: CamBioTec, A.C., 2014

7.6. Proyectos complementarios

Especialización de proveedores acorde a los requerimientos de la industria médica en Baja California.

Objetivo: Desarrollar proveeduría especializada para el sector de Dispositivos Médicos para incrementar el contenido nacional. Ofrecer capacitación avanzada y asistencia técnica a las empresas para promover el dominio de tecnologías de automatización, mecatrónica, control, simulación y diseño, así como del uso de software especializado.

Justificación: Programa de desarrollo de proveedores que proporcione consultoría especializada en temas de negocio, propiedad intelectual, aspectos técnicos y lineamientos

regulatorios. El programa deberá ser ejecutado por una red de instituciones coordinadas que mantengan una vinculación cercana con las empresas, ofreciendo capacitación y servicios para empresas localizadas en los diferentes municipios del estado.

Creación de un laboratorio de análisis de materiales para la industria médica.

Objetivo: Disponer de un laboratorio de prueba y análisis de materiales biocompatibles que implica la sustitución de materiales del sector.

Justificación: Los representantes de la industria de dispositivos médicos han apoyado decididamente esta iniciativa, pues el laboratorio ofrecerá asesoría calificada y oportuna a las empresas para desarrollos tecnológicos en la industria médica: diseños, productos, herramientas, dispositivos, equipos, software entre otros.

7.7. Matriz de proyectos

Tabla 8. Matriz de proyectos del área Manufactura Avanzada

Área de especialización	Nicho	Proyecto Prioritario (P), Complementario (C)		Objetivo	Fuentes probables de financiamiento
Manufactura Avanzada	Automotriz	Centro de desarrollo tecnológico, incubación de proyectos y transferencia de tecnología en Manufactura Avanzada	P	Promover la interacción entre miembros del ecosistema de innovación para colaborar en proyectos de desarrollo de procesos de ingeniería, diseño mecánico, robótica y automatización industrial.	FOMIX, PEI, FIT, FINNOVA, INNOVAPYME; INADEM, PROMÉXICO
		Programa de certificación en procesos de soldadura, control numérico, fabricación de moldes y troqueles	P	Desarrollar habilidades en personal técnico del sector con los más altos estándares mundiales de calidad, en tecnologías de vanguardia y en las diferentes especialidades de las máquinas herramientas.	FOMIX, PEI, FIT, FINNOVA, INNOVAPYME, FIT; INADEM, PROMÉXICO
	Electrónica	Programa de fortalecimiento de las actividades de diseño de producto, manufactura, comercialización y desarrollo de proveedores de la Industria Electrónica aplicada a sectores estratégicos de manera transversal.	P	Apoyar los proyectos de creación de nuevos productos y desarrollo de proveedores enfocados a nuevos mercados y sectores de manera transversal (Dispositivos Médicos, Aeroespacial, Automotriz, Agroindustrial, Apoyo a Emprendedores y <i>start ups</i>).	FOMIX, PEI, FINNOVA, INNOVAPYME, FIT; INADEM, PROMÉXICO

Área de especialización	Nicho	Proyecto Prioritario (P), Complementario (C)		Objetivo	Fuentes probables de financiamiento
	Dispositivos médicos	Programa de colaboración tecnológica con instituciones de San Diego y otras ciudades de California	P	Generar y capitalizar sinergias con instituciones y empresas de California para desarrollar proyectos cooperativos de innovación, intercambios de personal y experiencias y alianzas productivas, con énfasis en el área de dispositivos médicos.	FOMIX, PEI, FINNOVA, INNOVAPYME; INADEM, PROMÉXICO; fondos internacionales
		Centro de Prototipado y Desarrollo Tecnológico de Salud Digital.	P	Generar infraestructura para el desarrollo, prueba y manufactura de prototipos de dispositivos médicos con capacidad de comunicación inalámbrica, interconectados vía internet para proveer servicios de teleasistencia y telemedicina.	FOMIX, PEI, FINNOVA, INNOVAPYME, FIT; INADEM, PROMÉXICO; fondos internacionales
		Especialización de proveedores acorde a los requerimientos de la industria médica en Baja California.	C	Desarrollar proveeduría especializada para el sector de Dispositivos Médicos para incrementar el contenido nacional.	FOMIX, PEI, FINNOVA, INNOVAPYME, FIT; INADEM, PROMÉXICO; fondos internacionales
		Creación de un laboratorio de análisis de materiales para la industria médica.	C	Disponer de un laboratorio de prueba y análisis de materiales biocompatibles que implica la sustitución de materiales del sector.	FOMIX, PEI, FINNOVA, INNOVAPYME, FIT; INADEM, PROMÉXICO; fondos internacionales

REFERENCIAS

- ANUIES. (2012). *Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior*.
Obtenido de Anuario estadístico de la población escolar en la educación superior.
Ciclo escolar 2010-2011: <http://www.anuies.mx/content.php?varSectionID=142#>
- 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>
- CONACYT. (2014). *Posgrados del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) 2012*.
Recuperado el 24 de Enero de 2014, de Sistemas de Consultas CONACYT:
http://svrtmp.main.conacyt.mx/ConsultasPNPC/listar_estad_padron.php
- COPAES. (abril de 2012). *Consejo para la Acreditación de la Educación Superior, A. C.*
Recuperado el 27 de enero de 2014, de
<http://www.copaes.org.mx/home/Antecedentes.php>
- FCCyT. (2010). *Diagnóstico en Ciencia, Tecnología e Innovación 2004-2010*. Foro Consultivo Científico y Tecnológico, A.C.
- FCCyT. (2012). *Diagnóstico en Ciencia, Tecnología e Innovación*. México, D.F.: FCCyT.
- Groover, M. P. (2007). *Fundamentos de Manufactura Moderna, Materiales, Procesos y Sistemas*. México D.F.: Prentice Hall.
- INEGI. (Julio de 2014). *Banco de Información INEGI*. Recuperado el Agosto de 2014, de
<http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>
- 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.
- 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>
- SIICYT. (2012). *Sistema Integrado de Información sobre Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación*. Recuperado el 2014 de enero de 24, de <http://www.siicyt.gob.mx/siicyt/>
- 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

APÉNDICES

Apéndice A: Talleres realizados para el área de especialización

Lista de asistencia.

Taller de trabajo para definición de la agenda sectorial de Innovación

Fecha: 26-MAVO Hora: 17:00 HRS Sede: DETTAC, Edificio Vía Corporativo 50, Piso en la Calle de Misión de San Javier No. 10643-Int. 502 Estado: BAJA CALIFORNIA

Sector de actividad económica: MANUFACTURA

Facilitador(es) del taller: M.C. Carlos Gerardo López, Dra. Carmen Alcalá, Dr. Ismael Plascencia

#	GRADO	CONTACTO	ADSCRIPCION	CARGO	CORREO	TEL	FIRMA
1	C.P.	LUIS SAUCEDO	SUNTRON CORP	GTE. GRAL	luis.saucedo@suntroncorp.com	979-1150 \ 979 11 00 EXT. 8704	
2	ING.	RAÚL PÉREZ	ZODIAC	GTE. GRAL	raul.perez@zodiacaerospac.com	626-0555	
3	ING.	JAVIER URQUIZO	COBHAM	GTE. PLANTA	javier.urquizo@cobham.com	661-6075	
4	ING.	JUAN GREENE	HONEYWELL	SITE LEADER	alina.tortolero@honeywell.com	666-842-5134 / 903-1509	
5	ING.	EDUARDO SOLIS	EATON POWER SYSTEMS	GTE. ^{GRAL} PLANTA	eduardosolis@eaton.com	666-3000 \ 978 10 00 EXT. 3668 666 978 1707	
6	SR.	DANA COLLINS	WELCH ALLYN DE MÉXICO	GTE. DE PLANTA	dana.collins@welchallyn.com	211-6900 211-69-38	
7	ING.	SERGIO BERNÚDEZ	ÓSSUR AMERICAS	DIR. OPER.	sbernandez@ossur.com	231-6445	
8	ING.	CARLOS VALENCIA	MEDIMEXICO	DIR. OPER. MÉXICO	cvalenci@nstore.com	637-6668 x374 - lan 201	
9	ING.	GASTÓN GARCÍA	THERMO FISHER SCIENTIFIC	DIR. OPER.	gastron.garcia@thermofisher.com	637-94-12 ext. 352	
10	ING.	LUIS HERNÁNDEZ GARCÍA	GREATBATCH MEDICAL	CONTRALOR	paola.martinez@thermofisher.com	3162	



Lista de asistencia.

Taller de trabajo para definición de la agenda sectorial de Innovación

Fecha: 26-MAYO Hora: 17:00 HRS Sede: DEITAC Edificio Via Corporativo 50, Piso en la Estado: BAJA CALIFORNIA

Calle de Misión de San Javier No. 10643-Int. 502

Sector de actividad económica: MANUFACTURA

Facilitador(es) del taller: M.C. Carlos Gerardo López, Dra. Carmen Alcalá, Dr. Ismael Plascencia

#	GRADO	CONTACTO	ADSCRIPCION	CARGO	CORREO	TELEFONO	FIRMA
11	ING.	EDUARDO SALCEDO	DJO	GTE. GRAL	eduardo.salcedo@dioglobal.com	627-1300 x6615 125*1101*27	
12	ING.	MARTIN VÁZQUEZ	SMITHS MEDICAL	VP OPERACIONES	martin.g.vazquez@carefusion.com	903-1400	
13	ING.	RODOLFO RUBIO	CARE FUSION	VP OPERACIONES	rodolfo.rubio@zeiss.com	211-6900 211-69-38 (664) 134-0838	
14	ING.	RODOLFO RUBIO	CARL ZEISS TIJUANA	VP OPERACIONES	rodolfo.rubio@zeiss.com	211-6900 211-69-38 (664) 134-0838	
15		ING. MIGUEL A. RODRÍGUEZ	MEDTRONIC (Tijuana)	SR. AUTOMATION ENG.	miguel.a.rodriguez@medtronic.com	(664) 9781992	
		ELECTRÓNICO					
16	ING.	ING. ROSA MARÍA RUVALCABA URIBE	PLAMEX	VP DE MANUFACTUR A	rosa.ruvalcaba@plantronics.com	682-2798 x4917 y 4692	
17	ING.	ING. SERGIO TRANCOSO	BOSE	GTE. PLANTA	sergio.trancoso@bose.com	979-4000	
18	ING.	ING. MANUEL SILVA	FOXCONN	GTE. PLANTA	yadira.vega@foxconn.com	627-7200	



Lista de asistencia.

Taller de trabajo para definición de la agenda sectorial de Innovación

Fecha: 26-MAYO

Hora: 17:00 HRS

Sede:

DETTAC, Edificio Vía Corporativo 50. Piso en la
Calle de Misión de San Javier No. 10643-Int.
502

Estado: BAJA CALIFORNIA

Sector de actividad económica:

MANUFACTURA

Facilitador(es) del taller:

M.C. Carlos Gerardo López, Dra. Carmen Alcalá, Dr. Ismael Plascencia

#	GRADO	CONTACTO	ADSCRIPCION	CARGO	CORREO	TEL	FIRMA
19	ING.	ING. DANIEL ORTIZ	PANASONIC	VICE CHIEF OFFICER	daniel.ortiz@us.panasonic.com	623-3365	
20	ING.	ING. HIRÁM MONCIVÁS PINEDO	SAMSUNG	VP DE PRODUCCIÓN.	amghe.h@samsung.com	627-6903	
21	ING.	JOSE ALBERTO SOLIS	ONCORE (TIJUANA)	SR. DIRECTOR	jose.solis@oncoremex.com		
22	ING.	JESUS MOLINA	PHILIPS LIGHTING DE MEXICO (TIJUANA)	SR. DIRECTOR	jesus.molina@philips.com		
23	ING	. MARCO LÓPEZ	SMK ELECTRONICS (TIJUANA)	PLANT MANAGER	mlopezsmkusa.com	664 625-96-90	
24	U.C.	LEONARDO RULLAMAS	DELPHI		leo.rullamas@delphi.com	664-6226100 - (949)4963100	
25	U.C.	LIC. ARMANDO PADILLA	HYUNDAI	GTE. PLANTA	lpadilla@translead.com	645-0130 x3405	
26	SR.	SR. JOE DA ROSA	TOYOTA	PRESIDENTE TMMBC	marvlla.aviles@tema.toyota.com	969-2800	
			ALIMENTOS				
27			BIMBO	GTE. DE PLANTA		660-2524	



Lista de asistencia.

Taller de trabajo para definición de la agenda sectorial de Innovación

Fecha: 26-MAYO

Hora: 17:00 HRS

Sede:

DETTAC Edificio Vía Corporativo 50. Piso en la
Calle de Misión de San Javier No. 10643-Int.
502

Estado: BAJA CALIFORNIA

Sector de actividad económica:

MANUFACTURA

Facilitador(es) del taller:

M.C. Carlos Gerardo López, Dra. Carmen Alcalá, Dr. Ismael Plascencia

#	GRADO	CONTACTO	ADSCRIPCION	CARGO	CORREO	TELEFONO	FIRMA
28	ING.	ING. HÉCTOR MÁRQUEZ	OTRO SECTOR AVERY DENNISON /EN PROCESO DE VENTA CCL	GTE. DE PLANTA	hector.marquez@avery.com	660-2100	
29	LIC.	LIC. JORGE GODINEZ	DART	GERENTE	gerardo_flores@dart.biz	969 7200	
30	SR.	SR. ANGEL DE ARRIBA	MECALUX	DIRECTOR GENERAL	adearriba@mecalux.com	647 2200	
31	LIC.	LIC. OLGA GÓMEZ	AMEX DE MEXICO		rimarquez@steelcase.com (Asistente)		
32	ING.	ROBERTO IBARRA	SKYWORKS / SEMICON	GERENTE CSIM	roberto.ibarra@skyworkssinc.com		
33	ING.	ING. JORGE ROCHIN	SOLAR KYOCERA	GERENTE GENERAL	jorge.rochin@kyocera.com		
34	ING.	CARLOS COVARRUVIAS	SUN POWER (MEXICALI)	DIRECTOR DE OPERACIONES	carlos.covarrubias@sunpower.com		
35	ING.	ING. ARMANDO SÁNCHEZ	UNITED SOLAR SYSTEMS DE MÉXICO	GERENTE DE PLANTA	asanchez@uni-solar.com		
36	ING.	Marco A. Juárez	Universidad Tec. Uj	Docente	marcojuarezmendez@gmail.com	969 4700	
37							



Lista de asistencia. Taller de trabajo para definición de la agenda sectorial de Innovación

Fecha: 26-MAYO

Hora: 17:00 HRS

Sede:

DEITAC, Edificio Via Corporativo 50, Piso en la
Calle de Misión de San Javier No. 10643-Int.
502

Estado: BAJA CALIFORNIA

Sector de actividad económica:

MANUFACTURA

Facilitador(es) del taller:

M.C. Carlos Gerardo López, Dra. Carmen Alcalá, Dr. Ismael Plascencia

#	GRADO	CONTACTO	ADSCRIPCION	CARGO	CORREO	TELEFONO	FIRMA
38	Ing. Pedro Romero	Tona Económica	Quedada de	PRH @ sbc global net	206-5523		
39	Ing. Pedro Reyes	Meta F. McAlister	Asistente	usap@usap.com	206-5523		
40	Ing. Verónica	Meta F. McAlister	UTE GBA	Veronica@fx-tur.com	689 0903		
41	ANA B. CADENAS M	COGITAC / SEOTEC	ENATA DEPARTAMENTO	marcos.juarez@baja.gov.mx	682-8201		
42	María Antonia Juarez	U.T.T. Universidad	Docente	marcos.juarez@uttyuana.edu.mx	684 4900		
43	Ismael Plascencia	U.A.D.C.		ismael@uac.edu.mx			
44	Ing. Julian Martinez	Quarkas	Asistente	ismael.martinez@quarkas.com	625-6251		
45	ING. HOEYAN MILLAN	QUARKAS	Innovación	hoeyan.millan@gmail.com	664 335 1042		
46	Ing. Ederardo J. Durán	LEO 53	Dirección	info@leo53.com	664 663 6638		
47	Ing. Oscar Nuñez	Right Hand	Business Development	oscar@right-hand.com	619 532 8546		
48	Ing. Miguel Ángel Durán	UTE	Quarkas	miguel.angel.duran@ute.com	664 663 6638		
49	Mtro. Sandra Beltrán	ANIS / Clister	Dirección	ssandra@inklaxis.com	231 4858		
50							

