

AGENDA DE INNOVACIÓN DE QUERÉTARO

DOCUMENTOS DE TRABAJO

4.2. AGENDA DE ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN:

MANUFACTURA DIGITAL

Noviembre, 2014

Índice

1	Caracterización del sector en el estado y en el contexto nacional	4
1.1	Breve descripción del sector	4
1.2	Distribución del sector en México y posicionamiento del estado	6
1.2.1	Factores diferenciales del estado.....	8
1.3	Principales tendencias de la innovación en el sector a nivel mundial	11
2	Breve descripción del ecosistema de innovación	13
2.1	Mapa de los agentes del ecosistema de innovación.....	13
2.2	Principales IES y centros de investigación y sus principales líneas de investigación	15
2.2.1	Instituciones de Educación Superior	15
2.2.2	Centros de investigación	16
2.3	Detalle de empresas RENIECYT del sector	18
3	Análisis FODA del sector.....	20
3.1	Fortalezas	20
3.2	Oportunidades	21
3.3	Debilidades	22
3.4	Amenazas	23
4	Marco estratégico y objetivos sectoriales	24
5	Nichos de especialización y líneas de actuación	26
5.1	Formación de capital humano	26
5.2	Laboratorios especializados	26
6	Caracterización de proyectos prioritarios y matriz de proyectos	28
6.1	Caracterización de proyectos	29
7	Lista de Referencias.....	32

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Manufactura Avanzada (Aeroespacial, Electrodomésticos y Automotriz)	8
Ilustración 2: Mapa del sistema de ciencia, tecnología e innovación sectorial	14
Ilustración 3: Empresas RENIECYT en el área Manufactura Digital	19

Ilustración 4. Esquema del marco estratégico de la plataforma Manufactura Digital	25
Ilustración 5: Ejemplos de proyectos para formación de capital humano	26
Ilustración 6: Ejemplos de proyectos de laboratorios especializados	27

Índice de tablas

Tabla 1: Ranking de actividades económicas del sector manufactura avanzada	6
--	---

1 CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR EN EL ESTADO Y EN EL CONTEXTO NACIONAL

1.1 Breve descripción del sector

La Manufactura Digital contempla la integración de sistemas de control de procesos mediante el uso de sensores, sistemas visuales, soluciones de *software* y comunicación con el fin de eficientar la administración de operaciones de abasto, transformación, empaque y distribución de bienes.

Una de las principales ventajas que ofrece México frente a otros países, es la presencia de cadenas de producción en sectores como el Automotriz, Aeroespacial y Electrónica; además de un crecimiento en áreas como los Sistemas de Embebidos. Cabe destacar que además posee uno de los sectores manufactureros más desarrollados en América Latina.

La Manufactura contribuye con más de una quinta parte del PIB en el país y es una de las áreas con mayor atractivo para la inversión extranjera, debido a que existen sectores en la plataforma de la Manufactura Digital con un gran potencial de crecimiento.

Dicha plataforma ha provocado cambios en la producción de las grandes y pequeñas empresas, debido a que se abren espacios de intercambio comercial y productivo. La complejidad de la fabricación actual determina que el proceso de elaboración se sustenta en innovación, creatividad y una amplia colaboración entre las empresas y las universidades para hacer efectivas nuevas soluciones, de acuerdo con las necesidades básicas de la sociedad en torno a alimentos, energía, seguridad e infraestructura.

Actualmente se vive un rediseño de la Industria de la Manufactura Digital, el cual constituye la organización de la producción y la estructura institucional de las naciones. Tal regeneración disminuye los límites entre la industria, las TIC, la Biotecnología, la Nanotecnología y los Nuevos Materiales, lo que contribuye a un reposicionamiento competitivo.

Entre algunas de las áreas con tendencia en el estado, destacan las siguientes:

- *Big Data*. Es una herramienta que permite comprender las tendencias en el crecimiento, innovación y productividad frente al incremento del volumen de información.
- Sensores avanzados, medidas y procesos de control. Se trata de un conjunto de tecnologías que se pueden aplicar en diferentes industrias, que sirven para mejorar la cadena de eficiencia. Además proporcionan mayor seguridad y alta calidad en los procesos automáticos.

- Diseño de materiales avanzados, síntesis y procesamiento. Son tecnologías que integran un modelo computacional y herramientas de alto rendimiento. Incluyen el diseño y síntesis de pequeñas moléculas, revestimientos, nanomateriales, dispositivos fotovoltaicos, entre otros.
- Nanomanufactura. Juega un papel determinante para la aplicación de la alta eficiencia de células solares, baterías, control ambiental, nano-filtros, nanosistemas para aplicaciones médicas, electrónica y dispositivos computacionales.
- Visualización, Informática y Manufactura Digital. Se orienta a investigaciones para la detección, medida y control de sistemas altamente corrosivos, o a altas temperaturas que impacta a procesos de síntesis químicas en materiales ligeros para motores de aviones.
- Biomanufacturas y Bioinformática. Son herramientas que contribuyen a optimizar los procesos en la salud y la seguridad alimentaria.
- Robots industriales. Se utilizan para ensamblaje, inspección de productos y pruebas para mayor resistencia, velocidad y precisión en los procesos.
- Manufactura Aditiva y Sustractiva:
 - a) Impresora 3D.
 - b) Maquinaria CNC.
 - c) Cortadora de láser.
 - d) Escáner 3D.

La Industria de la Manufactura Digital en Querétaro representa un aumento de inversión, que está enfocada en alta tecnología y servicios tecnológicos. En este sentido, el fortalecimiento de los *clusters* tecnológicos no sólo ofrece espacios para emprendimiento, sino para investigaciones y manejo de etapas iniciales en los procesos de innovación. Aunado a ello, se busca mejorar la especialización en las áreas de Ingeniería, Matemáticas y Ciencias, las cuales constituyen conocimientos indispensables.

Unas de las razones por las que se está generado impulso en los rubros de Manufactura Avanzada en Querétaro, es la necesidad del desarrollo en los fondos de investigación, lo que permitirá cubrir las demandas de las regiones en formación y el fortalecimiento de los investigadores.

Algunas de las estrategias que buscan emprenderse con los actores de la entidad son:

- Incrementar fondos para la investigación.
- Fortalecer las relaciones ya existentes con un enfoque viable y sostenible entre las empresas, el gobierno y la academia.
- Promover el desarrollo de capital en las empresas innovadoras con alto contenido en investigación y desarrollo.

1.2 Distribución del sector en México y posicionamiento del estado

Una de las principales ventajas que ofrece México frente a otros países, es la presencia de cadenas de producción en sectores como automotriz, aeroespacial y electrónica; además de un crecimiento en áreas como los sistemas de embebidos.

México tiene uno de los sectores manufactureros más desarrollados de América Latina. La manufactura contribuye con más de una quinta parte del PIB en el país, y sigue siendo una de las áreas con mayor atractivo para la inversión extranjera en México debido a que existen sectores de manufactura avanzada con un gran potencial de crecimiento.

La industria de manufactura avanzada en Querétaro, tienen una capacidad para desarrollar cadenas de suministros nacionales que permiten elevar el contenido nacional de los insumos utilizados en la manufactura de bienes y componentes.

La actividad industrial en la entidad es una de las más importantes en el país, debido en gran parte a la concentración de los *clusters* consolidados. En la siguiente tabla se muestra el *ranking* de las actividades económicas de Querétaro en el sector.

Tabla 1: Ranking de actividades económicas del sector manufactura avanzada

Rank	Código	Actividad Económica
Industria Automotriz		
6	336120	Fabricación de camiones y tractocamiones
3	336350	Fabricación de partes de sistemas de transmisión para vehículos automotores
Industria Aeroespacial		
11	333610	Fabricación de motores de combustión interna, turbinas y transmisiones
1	336410	Fabricación del equipo aeroespacial
Industria de Electrodomésticos		
2	333319	Fabricación de otra maquinaria y equipo para el comercio y los servicios
1	334210	Fabricación de equipo telefónico
9	335110	Fabricación de focos
2	335210	Fabricación de enseres electrodomésticos menores
4	335220	Fabricación de aparatos de línea blanca
21	335312	Fabricación de equipo y aparatos de distribución de energía eléctrica

Fuente: FUMEC

La industria Automotriz en Querétaro tiene una presencia importante en el sector a nacional, con altos niveles de especialización. Cuenta con una logística estratégica en el centro del país, con un capital humano calificado y disponible en la región.

El sector ha tenido un gran desempeño, actualmente es el estado con el primer nivel de proveeduría de autopartes en el país; es decir, fabrican el 15% de las autopartes de México. Como parte de la estrategia gubernamental por impulsar a este sector, a nivel media superior se está realizando una capacitación para fortalecer los recursos humanos de la industria. Esta modalidad comenzó con el Conalep, campus San Juan del Río, Querétaro.

En lo que se refiere a la industria aeroespacial, ésta se ha tornado en una plataforma competitiva en el ámbito mundial y actualmente se ubica como una de las mejores economías para atraer inversiones en el sector gracias a sus bajos costos empresariales. México cuenta con la Agencia Espacial Mexicana, la cual diseña las políticas y estrategias de largo plazo en el sector, y además sirve como un promotor importante y estimulador de los procesos de diseño e innovación nacional.

Los principales productos y procesos aeroespaciales manufacturados en Querétaro son los maquinados de componentes complejos, componentes para sistema de frenos, componentes para turbinas, componentes de materiales compuestos, tratamientos térmicos y tratamientos superficiales.

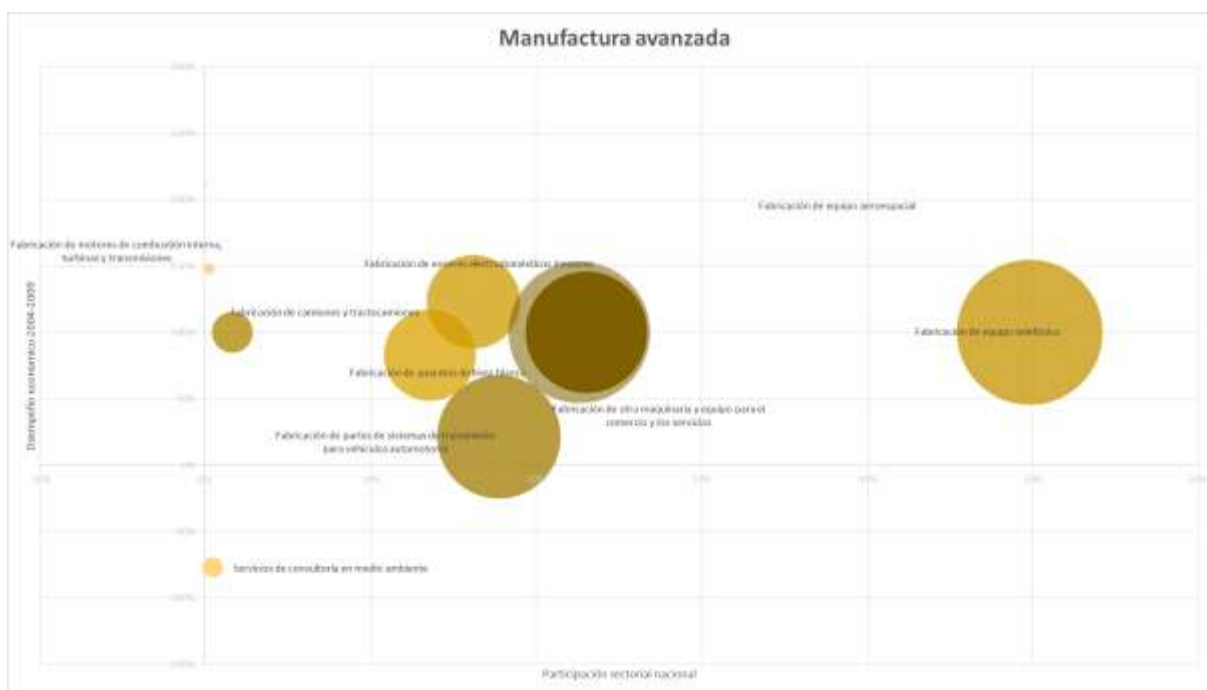
La industria eléctrico-electrónico, tiene un posicionamiento con un alto mercado potencial y un bajo nivel de costos (14.6% de ahorros en relación a los Estados Unidos); esto posiciona al país como un jugador atractivo

En el rubro de los electrodomésticos, este sector es importante para el desarrollo industrial de Querétaro, debido a que genera una destacada producción al año. Querétaro es uno de los cinco estados donde más producción y artículos eléctricos-electrónicos hay, detrás de Coahuila, Chihuahua, Estado de México y San Luis Potosí.

En la siguiente ilustración se muestra la distribución del sector de Manufacturas Avanzadas,

En esta ilustración se pueden ver las actividades más especializadas para el estado, así como las más competitivas. El eje horizontal describe la competitividad, el eje vertical el *Shift and Share* y el tamaño de las esferas su aportación al PIB estatal. En la gráfica se ven las siguientes actividades del sector: Aeroespacial, Automotriz y Electrodoméstico.

Ilustración 1: Manufactura Avanzada (Aeroespacial, Electrodomésticos y Automotriz)



Fuente: FUMEC

1.2.1 Factores diferenciales del estado

La actividad Industrial de Querétaro es una de las más importantes a nivel nacional, en gran parte por la concentración de los *clusters* consolidados en la entidad: Aeroespacial y Automotriz.

Los sectores Automotriz, Aeroespacial y Electrodomésticos en el estado tienen un impacto importante para la economía mexicana, entre otras cosas, por sus condiciones geográficas, los bajos costos de la producción, los recursos humanos especializados y las políticas de mercado.

En la Industria Automotriz, Querétaro ocupa la tercera posición a nivel nacional en la Fabricación de Partes de Sistemas de Transmisión para Vehículos Automotores, con una participación en la producción nacional del 18%; y la sexta posición en la Fabricación de Camiones y Tractocamiones, con una participación en el PIB nacional del 2%.

Además, en el estado existen 321 empresas extranjeras de la Industria Automotriz. Estados Unidos ocupa el primer lugar con una aportación del 38.1%; en segundo lugar España con una participación del 11.9% y en tercer lugar Alemania con el 10.5%.

Con la constante demanda del mercado, las nuevas inversiones y las exportaciones de la industria, se puede pronosticar un crecimiento mayor en la región. Esto determina una

oportunidad de desarrollo y especialización para los centros de investigación, academia e industria.

En promedio, anualmente la Industria Automotriz en Querétaro genera una remuneración por persona laborando de 182.43 mil pesos, aunado a una inversión por cada empleado de 846.32 mil pesos. Esto posiciona a Querétaro como la quinta entidad mejor pagada en el sector a nivel nacional. En este sentido, destacan las empresas: Dana de México, Man Truck Bus México, Irizar, Tremec, Autoliv, TRW, Automotive, Harman, entre otras.

Recientemente se anunció que el estado recibirá una inversión para la Industria Automotriz por parte de Nexteer México, por 40 mdd, inversión que generará aproximadamente 400 empleos. Además, Etxe Diseño, producirá en la entidad el vehículo VUHL 05 para su exportación, lo cual requiere una inversión de 10 mdd.

En lo que se refiere a la Industria Aeroespacial, el estado ocupa el primer sitio en el *ranking* nacional en la Fabricación de Equipo Aeroespacial, con el 23% en la participación de la producción nacional; y tiene la posición número once en todo el país, en la Fabricación de Motores de Combustión Interna, Turbinas y Transmisiones.

Debido a la intensa actividad del estado en dicho sector, se logró consolidar el Aeroclúster de Querétaro, que es considerado como uno de los más importantes a nivel nacional. La entidad se ha afianzado como un punto estratégico de la industria, gracias a la fuerte inversión que ha captado en los últimos años. Tal éxito se debe a una coordinada relación entre el gobierno del estado y el rubro a través de mecanismos de apoyo.

En ese sentido, la UNAQ es pieza clave para la generación de recursos humanos especializados, por lo que es indispensable diseñar programas estudiantiles competitivos para la industria.

Las principales exportaciones de la entidad se concentran en mercancías para el ensamble o fabricación de aeronaves o aeropartes, turbo-reactores de empuje, trenes de aterrizaje y sus partes, y mercancías destinadas a la reparación o mantenimiento de naves aéreas o aeropartes. Las empresas que destacan en esta área son: Bombardier, Grupo Safran, Airbus Helicopters, Maggitt, PCC, ITR, TechOps, Alaxia, ente otras.

En la Industria Aeroespacial, Querétaro aporta en promedio 121.05 mil pesos anuales por persona con una inversión por empleado de 270.7 mdp. Esto posiciona a la entidad como la sexta mejor pagada a nivel nacional.

El sector de Electrodomésticos es importante para el desarrollo industrial de la región, porque destaca en su producción anual; e.g., la entidad tiene la segunda posición en la fabricación de enseres electrodomésticos menores, con una participación en la producción nacional de 16.2% y

en la fabricación de aparatos de línea blanca, ocupa el cuarto lugar a nivel nacional con una intervención de 14%.

Este sector, remunera anualmente a cada empleado con 99.76 mil pesos, lo que implica una inversión para cada trabajador de 696 mil pesos anuales; lo que ubica a Querétaro en la séptima posición a nivel nacional, como uno de los rubros mejor pagados.

Por otra parte, se debe considerar que los ciclos de vida de los electrónicos son cada vez menores y día con día los consumidores buscan mayor variedad de funciones y menores costos. En este sentido, trascendentes empresas de la industria están invirtiendo continuamente en tecnología para reducir el tamaño de los dispositivos electrónicos y al mismo tiempo hacerlos más inteligentes y amigables. Además se busca la reducción de peso a través de la Nanotecnología, que permite manipular la materia a escala “nano” y fabricar productos y componentes electrónicos cada vez más pequeños y ligeros.

La previsión de crecimiento para este sector a nivel mundial es de 6.7% comparado con un 3.6% en el país. Este rezago se puede explicar por el poco valor agregado que aporta la maquila, sin diseño o desarrollo tecnológico. México funciona como una maquiladora a nivel global, por lo que tiene un área de oportunidad en tareas de mayor valor agregado, como son el diseño y desarrollo tecnológico de estos componentes. Sin embargo, en Querétaro se encuentra el centro de diseño e ingeniería de Mabe, Tecnología y Proyectos; que generan productos diseñados y fabricados en México.

Entre los diversos factores diferenciales del área Manufactura Digital destacan los siguientes:

- **Cluster Automotriz:** El objetivo de este *cluster*, es vincular a la academia, la industria y el gobierno para fortalecer la competitividad del sector en el estado. El cluster está integrado por 15 empresas fabricantes de autopartes, representantes del Tecnológico de Monterrey, de la Universidad Autónoma de Querétaro y de centros de investigación, como es el caso del Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI)
- **Cluster Aeroespacial.** El Parque Aeroespacial de Querétaro es el primer cluster aeroespacial en México, y está situado en el Aeropuerto Internacional del estado. Ofrece ventajas de localización de proveedores aeroespaciales, mano de obra calificada e infraestructura. Además es la matriz de operaciones de Bombardier Aerospace. El parque ofrece infraestructura y capacitación profesional a través de la Universidad Aeronáutica del estado.
- **Universidad Aeronáutica de Querétaro (UNAQ).** La universidad es un organismo público que se creó en 2007. Se busca detonar oportunidades a través de la atracción de otras compañías que generan, entre otras cosas, nuevas ofertas de empleo, tales como el desarrollo educativo y tecnológico. La UNAQ tiene como objetivo la definición de la

oferta educativa, la elaboración de planes y programas de estudio que por primera vez se imparte en México, la incorporación de instituciones a los organismos correspondientes, la construcción y habilitación de las instalaciones, la adquisición de mobiliario y equipo especializado; y la capacitación y especialización de los alumnos.

1.3 Principales tendencias de la innovación en el sector a nivel mundial

En el sector de Manufactura Digital existen objetivos globales que impactan y guían los procesos de innovación. Estos han servido de referencia en el proceso de definición de la agenda del área de especialización.

- **Automotriz.** Se han buscado alianzas para generar economías a escala de los procesos de diseño, fabricación y comercialización de nuevos modelos. A su vez, existen casos en los cuales, las alianzas formadas por las armadoras dan una mayor penetración a nuevos mercados. El nuevo contexto a nivel internacional, ha afectado a los países productores de automóviles. Esta tendencia se encuentra sustentada debido al tamaño de mercado interno de los países emergentes, los cuales han visto un gran crecimiento en la compra de vehículos nuevos a medida que el PIB per cápita de sus ciudadanos.
- **Electrodomésticos.** Los ciclos de vida de los electrónicos son cada vez menores y día con día los consumidores buscan mayor variedad de funciones y menores costos. 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 puede manipular la materia a escala “nano” y fabricar productos y componentes electrónicos cada vez más pequeños y ligeros.

Además, las empresas se están esforzando de forma permanente por desarrollar tecnología y componentes electrónicos con mayor potencia de procesamiento de datos. Seguirá aumentando el uso de los dispositivos electrónicos interconectados entre sí, a des interconectados.

- **Aeroespacial.** El sector aeroespacial está en una dinámica en la que los nuevos desarrollos son impulsado por la industria, a través de grandes inversionistas y programas de impulso gubernamental que dan acceso al espacio a un menor precio. El cierre del programa de transbordadores espaciales de la NASA han supuesto una nueva oportunidad para muchas empresas del sector, algunas empresas que ya trabajan en este sentido son SpaceX, Sierra Nevada Corporation, Bigelow Aerospace, XCOR Aerospace, Armadillo Aerospace, Boeing, Space Adventures, Virgin Galactic, Blue Origin,

entre otras; lo cual liberará fondos gubernamentales para realizar misiones más ambiciosas.

2 BREVE DESCRIPCIÓN DEL ECOSISTEMA DE INNOVACIÓN

Este apartado recoge los principales actores del ecosistema de innovación en el sector de manufactura avanzada en el estado de Querétaro.

En primer lugar se presenta el mapa de los agentes del ecosistema de innovación en el conjunto de la cadena del conocimiento, considerando también los agentes de soporte e intermediación, para posteriormente mostrar de una manera más detallada la presencia de las instituciones de educación superior, los centros de investigación y las empresas innovadoras.

Finalmente, se muestra una evolución de los apoyos en el sector por parte de los programas Conacyt en el periodo de 2009 a 2012.

2.1 Mapa de los agentes del ecosistema de innovación

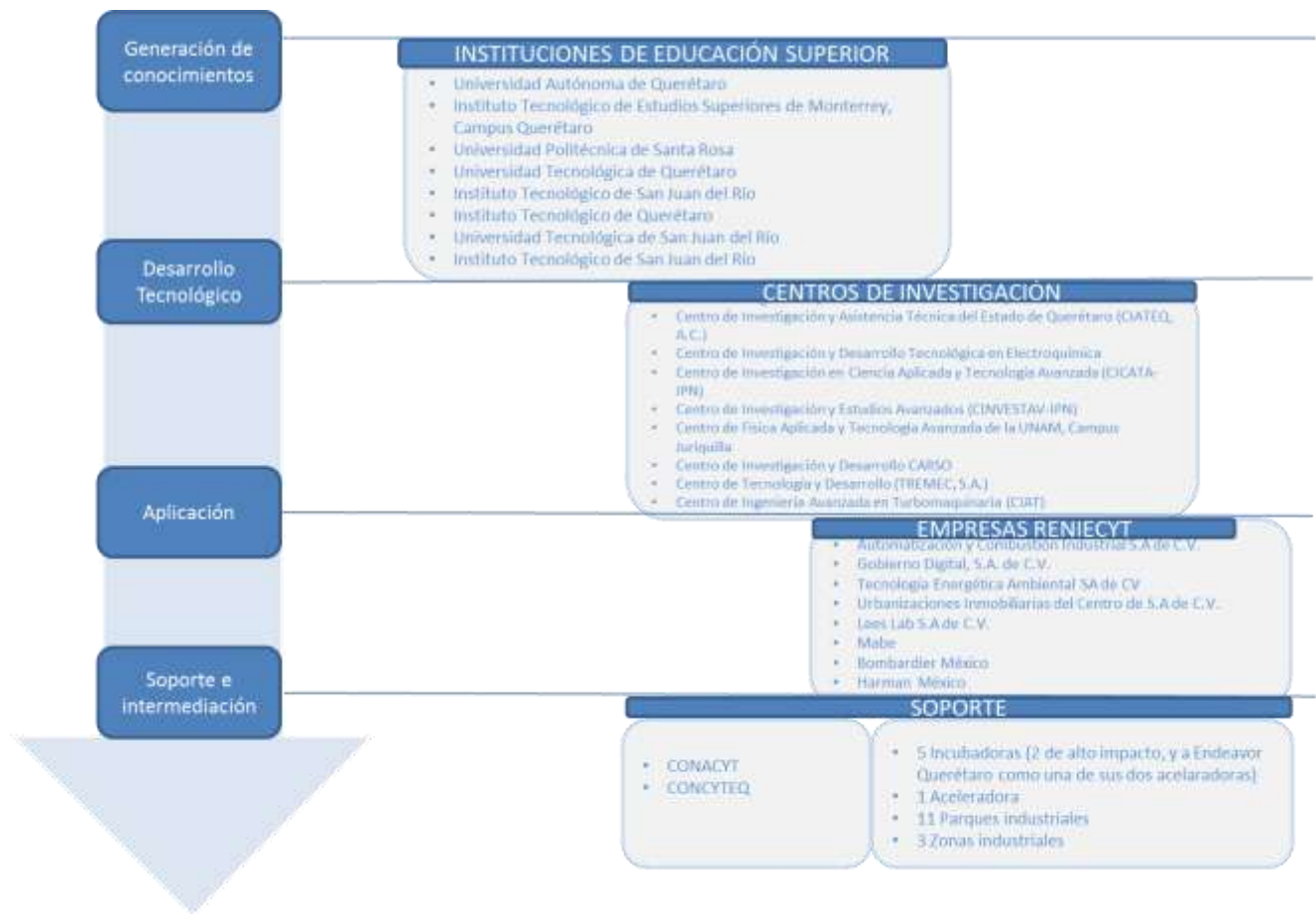
Las Agendas Estatales y Regionales son un instrumento de política pública que permitirá coordinar la interacción de los estados con diferentes instancias de apoyo a la innovación y en particular, con los programas del Conacyt, para potenciar la inversión conjunta en sectores y nichos de alto impacto para la economía de los estados y regiones.

El Plan Estatal de Desarrollo 2010-2015, documento rector de la política pública del Estado de Querétaro, menciona en el eje de desarrollo “Fortalecimiento de la economía”, apartado “Fortalecimiento Industrial” que uno de los objetivos del gobierno es fortalecer la industria para que mejore su calidad y productividad, y propicie una mayor competitividad al momento de incursionar en el mercado tanto nacional como internacional.

Para cumplir con el objetivo se ha propuesto como estrategia 3.4, impulsar la innovación y desarrollo tecnológico en las empresas como medio para elevar su competitividad a través de varias líneas de acción, destacando la creación de un parque tecnológico que integre y vincule a las empresas con las grandes industrias y los centros de investigación e innovación tecnológica; el desarrollo de sectores estratégicos, en especial de aquellos de alto valor agregado como aeronáutico, el de tecnologías de la información, ciencias de la vida, biotecnología y nanotecnología y además; promocionar opciones de financiamiento público y privado para la investigación en ciencia y tecnología.

Las actividades científico tecnológicas llevadas a cabo por actores del sector educativo público como privado, tendrán más sentido cuando se hace una relación con el sector productivo. Los sistemas de innovación, contemplan las interacciones no sólo entre actores tradicionales, sino del gobierno, empresa, academia, sociedad civil; así como actores internacionales.

Ilustración 2: Mapa del sistema de ciencia, tecnología e innovación sectorial



Fuente: FUMEC

2.2 Principales IES y centros de investigación y sus principales líneas de investigación

En el estado de Querétaro se cuenta con una diversidad de instituciones de educación superior. De acuerdo con los indicadores de inicio escolar 2012-2013 de la Secretaría de Educación Pública de Querétaro, existen 81 escuelas, 51,333 alumnos, 5888 docentes 423 carreras.

A continuación se presentan las instituciones que se identificaron en el Estado en la Educación Superior con actividad en el sector.

2.2.1 Instituciones de Educación Superior

Se identifican las siguientes Instituciones de Educación Superior con actividad en el sector:



Universidad Autónoma de Querétaro. Matemáticas aplicadas; Ingeniería Industrial; Ingeniería en Automatización; Ingeniería Electromecánica; Ingeniería mecánica y automotriz; Transporte y logística.



Universidad Aeronáutica de Querétaro. Aviónica; Mantenimiento de aeronaves; Manufactura de aeronaves; Aeronáutica en manufactura; Ingeniería Aeroespacial.



Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Querétaro (ITESM). Biotecnología agroalimentaria; Sistemas distribuidos y adaptativos en Tecnologías Educativas; Nuevo urbanismo en México; Innovación en diseño y manufactura; Modelo de Gestión de emprendimientos.



Universidad Politécnica de Querétaro. Procesos de manufactura; Mecatrónica; Sistemas Informáticos.



Universidad Politécnica de Santa Rosa Juárez. Metrología industrial; Software; Sistemas Automotrices.



Universidad Tecnológica de Querétaro. Instrumentación aplicada; Estrategias de mantenimiento; Procesos de manufactura; Desarrollo sustentable; Combustibles para automóviles.



Universidad Tecnológica de San Juan del Río. Electrónica y automatización; Manufactura esbelta; Mercadotecnia estratégica; Impacto del Modelo Educativo de la UT; Sistemas de gestión de calidad y su impacto en el desarrollo de las organizaciones; Tecnologías de la información aplicadas; Ahorro de energía; Procesos de producción; Química industrial.



Instituto Tecnológico de San Juan del Río. Ingeniería industrial; Sistemas computacionales; Gestión empresarial.



Instituto Tecnológico de Querétaro. Ingeniería industrial; Eléctrica y Electrónica; Ciencias de la tierra; Ingeniería mecánica.

2.2.2 Centros de investigación

Los principales actores del sistema científico tecnológico de Querétaro son las Universidad públicas estatales y autónomas, y los centros de investigación. Querétaro cuenta con al menos 17 Centros de investigación, de acuerdo a la clasificación aportada por el FCCYT (2012). En el Programa Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación Querétaro (2010-2015) se contabilizan 42 Centros de Investigación (públicos federales, públicos estatales y privados). El indicador de Centros de Investigación del ranking, lo ubica en el segundo lugar.



Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI)
Sistemas mecatrónicos; Control industrial; Optimización y automatización de sistemas energéticos convencionales y renovables; Instrumentación industrial; Robótico de inspección; Pruebas de materiales; Inspección no destructiva; Medición y calibración de equipo de medición y patrones de medida.



Centro de Investigación y Asistencia Técnica del Estado de Querétaro (CIATEQ, A.C.) Manejo, secado y combustión de productos a granel; Sistemas de manufactura flexible y maquinarias especiales; Desarrollo de materiales avanzados en ingeniería.



Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica (CIDETEQ) Ingeniería electroquímica; Corrosión; Materiales funcionales; Nanotecnología; Electrodepósitos; Bioelectroquímica, Remediación de suelos; Tratamiento de aguas; Energías Alternativas; Caracterización de materiales y Análisis químico.



Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnológica Avanzada – IPN. Análisis de imágenes; Biotecnología; Energías alternativas; Mecatrónica; Procesamiento de materiales y manufactura.



Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV-IPN). Ciencia e ingeniería en materiales; matemáticas.



Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada de la UNAM Campus Juriquilla. Ingeniería molecular de materiales; física biomédica; Simulación y sistemas; Nanotecnología.



Centro de Investigación y Desarrollo Carso. Desarrollo de materiales; Nuevos productos; Nuevos procesos; Ingeniería de manufactura; Electrónica para telecomunicaciones.



Centro de Tecnología y Desarrollo MABE. Plásticos; Envases y embalajes; Materiales.7



Centro de Tecnología y Desarrollo TREMEC. Análisis modal experimental; Análisis de esfuerzos y telemetría; Análisis y medición de ruido de transmisiones.



Centro de Ingeniería Avanzada en Turbomaquinaria. Desarrollo en sistemas de propulsión y generación de potencia.

2.3 Detalle de empresas RENIECYT del sector

El RENIECYT constituye una base de datos sobre las empresas, instituciones y personas inscritas. Se publica (con las reservas de la información identificada como confidencial) en el Sistema Integrado de Información Científica y Tecnológica.

En el Estado Querétaro para (2013) se tiene 158 empresas inscritas en el RENIECYT y registra 35 empresas con I+D+i. Las empresas registradas en el RENIECYT para 2014 suman 176, son de diversos tamaños (70 microempresas, 49 pequeñas, 35 medianas y 22 grandes) y enfocadas a 16 sectores económicos.

Las empresas registradas al RENIECYT se concentran en el sector de servicios profesionales, científicos y técnicos con 58 empresas, 37 de ellas microempresas.

- Servicios profesionales, científicos y técnicos con 58 empresas. 37 de ellas microempresas.
- Industria manufacturera de maquinaria de equipo con 43 empresas, donde 7 son grandes, 13 medianas, 12 microempresas y 11 pequeñas.
- La manufacturera de madera, papel y derivados de petróleo e industria química con 25 empresas donde la componen; 5 grandes, 9 medianas, 4 microempresas y 7 pequeñas

Ilustración 3: Empresas RENIECYT en el área Manufactura Digital

EMPRESAS GRANDES	EMPESAS MEDIANAS	EMPRESAS MICRO
• Transmisiones y equipos mecánicos, SA de CV • Turborreactores, SA de CV • Norgren Manufacturing de México, SA de CV • Imbera, SA de CV • Bombardier Aerospace México, SA de CV	• IMS Gear, S.A. de C.V. • Especialistas en turbopartes • Tratamientos térmicos de Querétaro, S.A. de C.V. • Kuo Aerospace, S.A. de C.V. • E.G.O. Componentes Electrónicos S.A. de C.V. • Industria de tuberías aeronáuticas México, S.A. de C.V. • Bypasa S.A. de C.V. • Steel & Trucks S.A. de C.V. • Arneses Eléctricos Automotrices S.A. de C.V.	• Ingeniería y Mecatrónica, SA de CV • AMD Maquinaria, SA de CV • RobusPack S. de R. L. de C.V. • Tecnum Service, S.A. de C.V.

Fuente: FUMEC con base en RENIECYT

3 ANÁLISIS FODA DEL SECTOR

Con base en el análisis a detalle del área y tras la interacción con diferentes agentes mediante entrevistas y talleres, se han identificado las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (análisis FODA) en relación al tejido empresarial, condiciones naturales, programas de apoyo a la I+D+i, formación y posicionamiento del estado, además del sector a nivel nacional e internacional. Las principales conclusiones se resumen en la siguiente tabla.

3.1 Fortalezas

Automotriz

- El estado posee una logística estratégica en el centro del país, con un capital humano calificado y disponible en la región.
- El sector tiene una eficiente vinculación con centros de investigación de la entidad.

Electrodomésticos

- Tiene un posicionamiento con un mercado de alto potencial y un bajo nivel de costos (14.6% de ahorros en relación a los Estados Unidos).
- Los tres nichos de especialización del sector Electrónico están catalogados como sectores de alta tecnología, de acuerdo a la OCDE.

Aeroespacial

- Se ha creado una plataforma industrial competitiva en el ámbito mundial y actualmente se ubica como la tercera mejor economía de catorce analizadas, para atraer inversiones en este rubro, gracias a sus bajos costos empresariales.
- México cuenta con la Agencia Espacial Mexicana (AEM), la cual diseña políticas y estrategias de largo plazo en dicho ámbito, y además sirve como un importante promotor y estimulador de los procesos de diseño e innovación nacional.

3.2 Oportunidades

Automotriz

- Tiene buenas perspectivas de crecimiento y nuevas inversiones de relevancia en la región.
- Incremento de presupuestos en programas de apoyo de carácter regional.
- Existen varios nichos de negocio para los que las armadoras pueden tomar relevancia de la innovación como factor competitivo del sector.
- Aplicar la educación dual que combina el aprendizaje en una empresa y en un centro de formación profesional.
- Se requiere de infraestructura y capacitación para la reparación, servicio y reemplazo de tarjetas electrónicas.

Electrodomésticos

- México funciona como una maquiladora a nivel global, por lo que tiene una gran área de oportunidad en tareas de mayor valor agregado, como son el diseño y desarrollo tecnológico de estos componentes.

Aeroespacial

- Reemplazo de flota aérea y compras de la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) y la Secretaría de Marina (SEMAR), dada la antigüedad de algunas aeronaves. Además se podría aprovechar el número significativo de ingenieros egresados.
- Cercanía con dos de los principales países productores y desarrolladores de ciencia y tecnología. Aprovechar los tratados de libre comercio y de colaboración técnica y científica con otras naciones para la atracción de inversiones y generar nichos en el sector Aeroespacial.

3.3 Debilidades

Automotriz

- Tiene escasa infraestructura científico-tecnológica especializada en el sector.
- Los proveedores locales poseen limitados niveles de calidad e innovación.
- Reducido nivel tecnológico, planes de estudio no adecuados a las necesidades de la industria.
- La vinculación entre empresas y la academia se puede mejorar.
- Los egresados tienen bajo nivel de idiomas.

Electrodomésticos

- Existe una falta de proveeduría debido a la carencia de diseño y desarrollo tecnológico.
- Las empresas nacionales dedicadas al diseño y/o fabricación de componentes electrónicos son muy escasas, por lo que no se logra cubrir la demanda.

Aeroespacial

- Cadena de suministro débil y baja integración de proveeduría nacional.
- Reducido capital humano con experiencia en tecnología aeroespacial y a nivel gerencial.
- Falta de certificaciones. Aún existe un rezago en el número de empresas mexicanas que cuentan con certificación.
- Baja incorporación de tecnología a procesos de manufactura.

3.4 Amenazas

Automotriz

- Mayor impulso a la innovación en otros países emergentes, como: China, India o regiones de Europa del Este.
- Menoscabo de representatividad en el país ante otras entidades federativas, con mayor capacidad de cabildeo.
- Hay afectación en la competitividad de las empresas por escasez, mala calidad y alto costo de la energía eléctrica.
- Pérdida de nuevas inversiones en manufactura e ingeniería por falta de incentivos competitivos con ciertas reglas.
- Falta de capital humano especializado frente a la competencia internacional.

Electrodomésticos

- A pesar de que México cuenta con una Industria Electrónica Especializada, en la manufactura de productos electrónicos se estima que el 94% de los componentes son importados.

Aeroespacial

- Incremento de la brecha tecnológica con agencias y programas espaciales de países desarrollados y emergentes que se han incorporado aceleradamente a dicha área.
- Proteccionismo económico y de transferencias tecnológicas de otros países, tratándose de un sector de inversiones de alto riesgo.

4 MARCO ESTRATÉGICO Y OBJETIVOS SECTORIALES

De acuerdo con la OECD (2013) el modelo de especialización inteligente es un marco de referencia para la innovación e industrialización de las economías regionales que pretende ilustrar cómo el *entrepreneurial discovery*, el impulso empresarial, las políticas públicas, las políticas de inversión en I+D+i y en innovación pueden influir en la especialización económica, científica y tecnológica de la región y por lo tanto su productividad, la competitividad y el crecimiento económico. Este proceso de selección toma en cuenta especificidades regionales e inter-regionales, permitiendo aprovechar las capacidades locales para la generación de inversiones basadas en conocimiento.

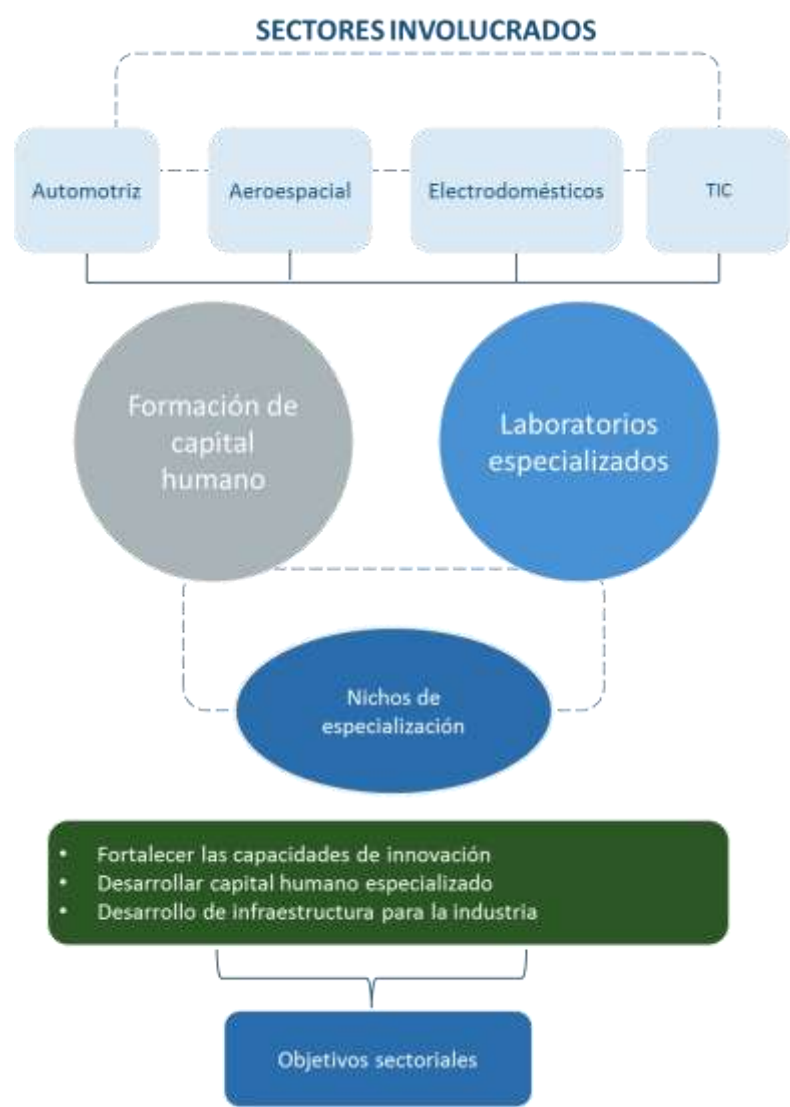
La identificación de los principales factores y características que favorecen las actividades de innovación en una región geográfica permiten entender la dinámica de los actores y el impacto en el sistema estatal y nacional de innovación. Estas condiciones requieren de un esquema de gobernanza para fomentar la innovación. Dicha gobernanza se convierte en elemento clave, para facilitar el diseño de coordinación institucional, como procedimientos, prácticas para el establecimiento de una agenda que contemple prioridades, para su ejecución y aprendizaje (OECD, 2005).

Bajo el contexto de la especialización inteligente el modelo de gobernanza requiere capacidades estratégicas para potencializar los activos locales, alinear acciones de política, incrementar la masa crítica y desarrollar una visión conjunta implementando estrategias para las regiones que se traduzcan en resultados económicos y sociales.

Para dar cumplimiento a las agendas estatales de innovación, un pilar importante es la conformación de un modelo de gobernanza para los estados en México. Este modelo tiene que ver con el involucramiento de los actores del sistema estatal de innovación (el gobierno, la academia, la industria y la sociedad) a través de una estructura y funciones para el diseño, implementación, monitoreo y evaluación de su respectiva agenda.

La Industria de Manufactura Digital, tiene la capacidad de desarrollar cadenas de suministros nacionales, que permiten elevar el contenido de los insumos utilizados en la Manufactura de Bienes y Componentes. En la siguiente ilustración, se detallan los objetivos sectoriales.

Ilustración 4. Esquema del marco estratégico de la plataforma Manufactura Digital



Fuente: FUMEC

5 NICHOS DE ESPECIALIZACIÓN Y LÍNEAS DE ACTUACIÓN

A continuación se describe el contenido de los nichos y las líneas seleccionadas para la plataforma de Manufactura Digital en el estado.

5.1 Formación de capital humano

A través de la colaboración de la industria, los IES y los centros de investigación, se busca consolidar programas de estudio para solventar necesidades específicas de la manufactura y desarrollar el capital humano en el estado. Lo anterior se puede lograr mediante planes de estudio avalados por los productores.

A través de la formación del capital humano se busca: identificar las necesidades de formación de la industria, desarrollar acciones orientadas a dar respuesta a las necesidades técnicas y el desarrollo de acciones en colaboración, para orientar la formación en la entidad y su incorporación a la industria.

Ilustración 5: Ejemplos de proyectos para formación de capital humano

- Posgrado en Sistemas Electrónicos y Eléctricos de Potencia
- Capacitación en sistemas de DFM / Lean para conceptos de electrónica
- Universidad Automotriz
- Fortalecimiento del Centro de Investigación y Desarrollo Industrial en Manufactura de la Facultad de Ingeniería de la UAQ

5.2 Laboratorios especializados

El objetivo de este nicho es la implementación y consolidación de un laboratorio especializado para desarrollar innovación en la Manufactura Digital. Se pretende que dicho laboratorio genere un incremento del valor agregado de los bienes que se producen en el país, motivando la incubación y desarrollo de empresas con base tecnológica.

El laboratorio tiene como fin motivar la innovación y el desarrollo tecnológico para fomentar la cultura emprendedora y solucionar problemas. De esta manera, logrará promover el valor de los sectores estratégicos en el estado: Automotriz, Aeronáutico, Eléctrico y Electrónico, y TIC.

Ilustración 6: Ejemplos de proyectos de laboratorios especializados

- Laboratorio de Manufactura Avanzada

6 CARACTERIZACIÓN DE PROYECTOS PRIORITARIOS Y MATRIZ DE PROYECTOS

Dentro del desarrollo de esta Agenda, se ha trabajado sobre los proyectos propuestos directamente desde los actores involucrados en el proceso.

Es importante recalcar que en la siguiente tabla se incluye una propuesta preliminar no exhaustiva de fondos de financiamiento a los que los proyectos pueden optar de manera complementaria a la que ya se realice desde el sector privado o institucional, la cual se considera una característica fundamental para el desarrollo de aquellos en los que es necesario involucrar un tejido empresarial.

6.1 Caracterización de proyectos

A continuación se describen brevemente los proyectos prioritarios para el área Manufactura Avanzada en Querétaro.

Plataforma	Nicho	Proyecto	Descripción	Posibles instrumentos de financiación	Conexión a mercado	Tipo de proyecto		
						Vinculación	Infraestructura	Recursos Humanos
Manufactura Digital	Formación de capital humano	Posgrado en sistemas electrónicos y eléctricos de potencia.	Programa de estudios orientado a la formación de recursos humanos altamente capacitados en el desarrollo de métodos matemáticos y computacionales para el análisis, diseño y control de equipos y redes eléctricas.	FOMIX	- Automotriz - Electrodomésticos - Aeroespacial - TIC			X
Manufactura Digital	Formación de capital humano	Capacitación en sistemas de DFM/Lean para conceptos de electrónica.	Capacitación orientada a la aplicación sistemática y habitual de un conjunto de técnicas de fabricación que buscan la mejora de los procesos productivos a través de la reducción de todo tipo de desperdicios; es decir, realizar los procesos o actividades utilizando únicamente los recursos estrictamente necesarios. Todo esto enfocado a conceptos de electrónica.	FOMIX	- Automotriz - Electrodomésticos - Aeroespacial - TIC			X
Manufactura Digital	Laboratorios especializados	Laboratorio de manufactura avanzada.	Fortalecer la infraestructura tecnológica especializada en pruebas eléctricas y electrónicas de confiabilidad y diagnóstico en	FORDECYT	- Automotriz - Aeroespacial - Electrodomésticos		X	

			componentes, pruebas dinámicas, así como herramientas para diseño y simulación.		TIC			
Manufactura Digital	Formación de capital humano	Universidad Automotriz.	Ofrecer programas educativos basados en las necesidades de las empresas del sector, manteniendo constantemente la vinculación con los expertos para identificar las áreas con mayor demanda de mano de obra profesional, generación de ideas y conocimiento especializado para capacitar a los estudiantes y asegurar su incursión en el campo laboral.	FOMIX	Automotriz			X
Manufactura Digital	Formación de capital humano	Fortalecimiento del Centro de Investigación y Desarrollo Industrial en Manufactura de la Facultad de la Ingeniería de la UAQ.	Implementar proyectos de desarrollo tecnológico, transferencia de tecnología, innovación de procesos e investigación industrial en vinculación con el sector productivo de la región para la solución de problemáticas específicas relacionadas con sistemas y procesos de manufactura, mediante el fortalecimiento de la infraestructura del Centro de Investigación y Desarrollo Industrial en Manufactura de la Facultad de Ingeniería de la UAQ.	FOMIX	- Automotriz - Aeroespacial - Electrodomésticos	X	X	

Fuente: FUMEC

7 LISTA DE REFERENCIAS

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). (2012). Actividad de CONACYT por estado 1997 – 2012. Recuperado de <http://www.siicyt.gob.mx/siicyt/cms/paginas/ActividadCONACYTporEstado.jsp?pSel=>

Informe general del estado de la ciencia, la tecnología y la innovación: México 2012. México, D.F.: CONACYT. Recuperado de <http://www.siicyt.gob.mx/siicyt/cms/paginas/InfoGralEstCyT0207.jsp>

Informe de autoevaluación enero-junio 2013: 46ª Sesión Ordinaria de la Junta de Gobierno. Recuperado de <http://www.conacyt.gob.mx/ElConacyt/JuntaGobierno/OrganoGobierno2011/46a.%20Esi%C3%B3n%20Ordinaria%20de%20la%20Junta%20de%20Gobierno/7.%20Informe%20de%20Autoevaluaci%C3%B3n%201er.%20semestre%202013.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2014). México en cifras: Ciencia y tecnología. Recuperado de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/temas/default.aspx?s=est&c=19007>

Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE). (2013). *Cifras básicas: educación básica y media superior. Inicio del ciclo escolar 2011-2012 de Querétaro.* Recuperado de <http://inee.edu.mx/>

Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCyT). (2012). *Estadísticas de los Sistemas Estatales de Innovación 2012.* [varios estados]. México, D.F.: FCCyT. Recuperado de <http://www.foroconsultivo.org.mx/home/index.php/libros-publicados/estadisticas-en-cti/985-estadisticas-2012>

Ranking Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2013: Capacidades y oportunidades de los Sistemas Estatales de CTI. México, D.F.: FCCyT. Recuperado de <http://www.foroconsultivo.org.mx/home/index.php/libros-publicados/estadisticas-en-cti/1991-ranking-nacional-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion-2013>

Fundación México Estados Unidos para la Ciencia (FUMEC). (2014). *Capacidades tecnológicas por estado: Un Análisis por Área Tecnológica, de Patentes Concedidas a mexicanos.* Coordinación de Propiedad Intelectual, Coordinación de Inteligencia de Negocios. México, D.F.: FUMEC.

Secretaría de Educación Pública (SEP). (2011). *Principales cifras, ciclo escolar 2010-2011.* SEP 90 años, 1921-2011. ISBN 978-607-7624-10-3 México, D.F.: SEP.

Principales cifras del Sistema Educativo Nacional 2012-2013. Subsecretaría de educación media superior (SEMS). Recuperado de http://www.sems.gob.mx/en_mx/sems/dc_estadisticas

Base de datos. Sistema Nacional de Información de Escuelas. Recuperado de
<http://www.snies.sep.gob.mx/SNIESC/>

Secretaría de Educación Pública de Querétaro. (2013). *Estadística de inicio de ciclo escolar 2012-2013*. Querétaro: SEPQ. Recuperado de
<http://www.queretaro.gob.mx/educacion/contenido.aspx?q=YoMWuRZZlwHEgjFct9VcKB3r8Y5Mt908>

Sistema Nacional De Información Educativa (SNIEE). (2014). *Estadística e indicadores educativos por entidad federativa*. Recuperado de
http://www.snies.sep.gob.mx/indicadores_x_entidad_federativa.html

Sistema Nacional de Información Estadística Educativa (SNIEE). (2014). *Estadística e Indicadores Educativos por Entidad Federativa*. Recuperado de
http://www.snies.sep.gob.mx/indicadores_x_entidad_federativa.html

Presidencia de la República. (2013). Primer informe de gobierno 2012-2013. Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos. México D.F.: Presidencia de la República. Recuperado de
<http://www.presidencia.gob.mx/informe/>

Información Subsecretaría de Educación Superior (SES). Recuperado de
<http://www.snit.mx/informacion/institutos-tecnologicos-de-mexico>

Catálogo Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior en México.
Recuperado de
http://www.consultasrodac.sep.gob.mx/aseguramiento_calidad/tablero2.aspx?b=todo

Sistema Integrado de Información sobre Investigación Científica y Tecnológica (SIICYT). (2013). *Base de datos SIICYT: Información estadística e indicadores*. Recuperado de
<http://www.siicyt.gob.mx/siicyt/cms/paginas/Estadistica.jsp?pSel=>

