

AGENDA DE INNOVACIÓN DE COAHUILA

DOCUMENTOS DE TRABAJO

4.6. AGENDA DE ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (TIC)

Índice

1.	Introducción a las áreas de Especialización seleccionadas por la Agenda.....	5
1.1.	Introducción a criterios de priorización utilizados	5
1.2.	Aplicación de criterios para la selección de áreas de especialización	6
1.3.	Áreas de especialización seleccionadas y gráfico representativo de la Agenda	6
2.	Caracterización del área de especialización en el estado y en el contexto nacional ..	8
2.1.	Breve descripción del área de especialización	8
2.2.	Distribución del área de especialización en México.....	10
2.2.1.	Relevancia económica, social y política del área de especialización en México	10
2.2.2.	Cadena de valor y suministro en la región	13
2.3.	Posicionamiento del estado en el área de especialización	15
2.4.	Principales tendencias de la innovación en el área de especialización a nivel mundial	17
2.4.1	Manufactura de Equipo	19
2.4.2.	Comercio a través de Medios Electrónicos	21
2.4.3.	Software	24
2.4.3.1.	Sistema Operativo.....	25
2.4.3.2.	Software Embebido	28
2.4.3.3.	Software de Aplicación	29
2.4.4.	Telecomunicaciones.....	31
2.4.5.	Telefonía	31
2.4.6.	Broadcasting	34
2.4.7.	Riodifusión	34
2.4.8.	Televisión por cable	35
2.4.9.	Webcasting	36
2.4.10.	Contenidos	37
3.	Breve descripción del ecosistema de innovación para el Área de Especialización ..	38
3.1.	Mapa de los agentes del ecosistema de innovación	38
3.2.	Principales IES y centros de investigación y sus principales líneas de investigación ..	39
3.2.1.	Instituciones de Educación Superior y Centros de Investigación.....	41

3.3. Empresas y asociaciones empresariales del área de especialización	43
3.2. Evolución de apoyos en el área de especialización	45
4. Análisis FODA del Área de especialización	49
4.1. Fortalezas	50
4.2. Oportunidades.....	50
4.3. Debilidades	51
4.4. Amenazas	51
5. Marco estratégico y objetivos del Área de Especialización.....	52
6. Nichos de especialización	55
7. Caracterización de proyectos estratégicos y plan de proyectos	56
7.1. Descripción de Proyectos	57
7.1.1. Red de desarrollo de aplicaciones para logística del estado de Coahuila.	57
7.1.2. Programa de desarrollo de tecnología para gobierno electrónico en dependencias estatales y municipales.	60
7.1.3. Desarrollo de un programa de capacitación y certificación para aseguramiento de la calidad del software y la seguridad informática	63
7.2. Matriz de proyectos	67
7.3. Propuestas para fortalecer el sistema estatal de innovación en el área TIC	68
8. Referencias	70

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Áreas y Nichos de Especialización para la Agenda Estatal de Innovación Coahuila	7
Ilustración 2. Mercado de TIC en México	11
Ilustración 3. Estimación de las TIC en el mundo	12
Ilustración 4. Cadena de valor de las TIC	14
Ilustración 5. Crecimiento de usuarios de telefonía a nivel mundial	33
Ilustración 6. Ecosistema de Innovación del Área TIC en Coahuila	39
Ilustración 7. Investigadores SNI por área académica (% , enero - 2014).....	40
Ilustración 8 Demanda de empleados TIC para el 2025	41
Ilustración 9. Esquema de la metodología de trabajo para integrar la Agenda Sectorial....	53
Ilustración 10. Mapa de ruta: Red de desarrollo de materiales para proveedores de la industria TIC.....	60
Ilustración 11. Mapa de ruta: Programa de desarrollo de tecnología para gobierno electrónico en dependencias estatales y municipales.	63
Ilustración 12. Mapa de ruta: Desarrollo de un programa de capacitación y certificación para aseguramiento de la calidad del software y la seguridad informática	66

Índice de Tablas

Tabla 1. Principales Indicadores de la Industria TIC en México	16
Tabla 2. Clasificación de TIC y sus áreas de aplicación	17
Tabla 3. Empresas y asociaciones de TIC.....	44
Tabla 4. Identificación de los problemas y propuestas de innovación en el área TIC en Coahuila	53
Tabla 5. Justificación y objetivos tecnológicos de los Nichos de especialización en el área TIC de Coahuila.	55
Tabla 6. Matriz de proyectos del área TIC de Coahuila	67

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

1.1. Introducción a criterios de priorización utilizados

México puede consolidarse como una potencia emergente si logra integrarse a la revolución global científica y tecnológica mediante el aumento de la capacidad para procesar información, comunicarla y transportarla. La Agenda Sectorial de Innovación del sector Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) de Coahuila tiene por objetivo identificar los ejes estratégicos de acción para detonar actividades de innovación que potencialicen la competitividad del sector; para ello se toma en cuenta la vocación del estado y las oportunidades de mercado que se vislumbran.

La presente Agenda Sectorial caracteriza a la industria de las TIC como área de especialización estratégica, primero de manera general a nivel país y, posteriormente en particular a nivel estatal en Coahuila con el objetivo de efectuar un diagnóstico de la industria e identificar capacidades de innovación, ventajas competitivas y nichos de especialidad en el estado para finalmente, como resultado proponer nichos de especialización y proyectos específicos acordes con las fortalezas detectadas en materia de infraestructura, recurso humano, localización geográfica y capacidades tecnológicas que promuevan la innovación empresarial y la diversificación productiva con una perspectiva de mediano y largo plazo.

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

La industria de las TIC en Coahuila surgió como área de especialización mediante un análisis basado en criterios socioeconómicos, científico-tecnológicos y de mercado discutidos por líderes de opinión y representantes del sector empresarial, académico y gubernamental que conforman el Grupo Consultivo del Estado. Dentro de los criterios socioeconómicos, la competitividad, el valor agregado en los productos del sector y la mejora en calidad de vida fueron los factores con más peso. En cuanto a los criterios de mercado la oportunidad de atender nichos de especialización fue el criterio que más importancia obtuvo.

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

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

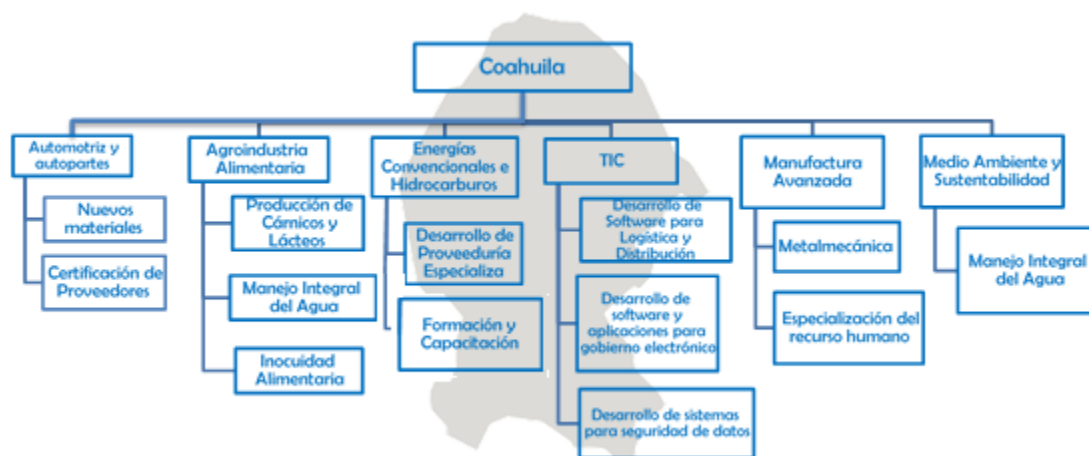
A través de la Agenda Estatal de Innovación, con cada uno de los sectores se hacen recomendaciones de política en materia de innovación y desarrollo tecnológico que ayuden a cerrar las brechas de desventajas en cada una de las áreas de especialización y también a aprovechar cabalmente el potencial existente. Se busca promover un crecimiento inteligente, basado en el conocimiento y la innovación, un crecimiento sustentable, promoviendo una economía verde, eficiente y competitiva y también incluyente, fomentando un alto nivel de empleo y logrando una cohesión económica,

social y territorial. Las áreas de especialización inteligente identificadas en Coahuila son los siguientes:

- Tecnologías de la Comunicación y la Información (TIC)
- Automotriz y autopartes
- Manufactura Avanzada
- Agroindustria Alimentaria
- Medio Ambiente y Sustentabilidad
- Energías Convencionales e Hidrocarburos

Para cada área de especialización se hacen recomendaciones para integrar una cartera de proyectos, así como aquellas de política en materia de innovación y desarrollo tecnológico que ayuden a cerrar las eventuales desventajas competitivas y aprovechar las oportunidades de desarrollo competitivo.

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



Fuente: CambioTec, 2014

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

2.1. Breve descripción del área de especialización

“En líneas generales podríamos decir que las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC’s) son las que giran en torno a tres medios básicos: la informática, la microelectrónica y las telecomunicaciones; pero giran, no sólo de forma aislada, sino lo que es más significativo de manera interactiva e interconectada, lo que permite conseguir nuevas realidades comunicativas”. (Cabrero Almenara, 1998)

El Gobierno Federal en México, presentó el 8 de mayo de 2014, la Estrategia Digital Nacional, en materia de Tecnologías de la Información y Comunicaciones, y en la de seguridad de la información. En dicho documento el Capítulo I, Artículo 2, párrafo XXXV, establece como definición de TIC’s, *las tecnologías de información y comunicaciones que comprenden el equipo de cómputo, software y dispositivos de impresión que sean utilizados para almacenar, procesar, convertir, proteger, transferir y recuperar información, datos, voz, imágenes y video.* (Gobierno Federal, 2014)

Partiendo de las definiciones anteriores, concluimos que el sector de las TIC o Tecnologías de la información y la Comunicación, comprende las actividades necesarias para la construcción y realización de:

- Software
- Hardware
- Telecomunicaciones
- Servicios de TI
- BPO
- Medios creativos digitales.

A continuación definiremos a cada uno:

Hardware. El hardware es todo el conjunto de equipamiento informático tangible integrado por elementos electrónicos, eléctricos y mecánicos, así como la combinación de todos ellos (desarrollo de micro electrónica, equipos eléctricos, cables, conductores, semi conductores, e incluso componentes basados en tecnologías recientes como la bio-electrónica) .

Las telecomunicaciones. Son todos los sistemas y mecanismos que permiten el flujo de información y la comunicación de los dispositivos eléctricos y electrónicos involucrando aspectos tales como televisión, radio, señales de transmisión vía inalámbrica como la telefonía móvil, entre otras y las de corto alcance como bluethoot, Wireless Fidelity (Wi-Fi), etcétera.

Software: Es un proceso mediante el cual se analizan las necesidades o requerimientos que constituyen el objeto del desarrollo, se diseña una solución y se codifica en un lenguaje de programación que se implementará e instalará para su uso práctico.

Servicios de TI: Es un conjunto de actividades que buscan responder a las necesidades de un cliente por medio de un cambio de condición en los bienes informáticos, potenciando el valor de estos y reduciendo el riesgo inherente del sistema. Estos servicios no son bienes tangibles.

BPO: Es la subcontratación de funciones específicas en un proceso de negocio, que pueden ser internos o externos a la empresa, buscando proveedores que sean especialistas y por lo tanto más eficientes y eficaces a un costo menor. Las TIC han permitido que parte del trabajo de una empresa pueda ser desempeñado en diferentes lugares, y por empresas diferentes, con ahorros en costo.

Medios Creativos Digitales: Se definen como los bienes intangibles basados en conocimiento y entretenimiento. La animación por computadora, videojuegos, efectos

especiales y medios que permitan interactuar con otros usuarios u otras aplicaciones, con fines de entretenimiento, información o educación.

Las distintas combinaciones de los elementos descritos que conforman las TIC's, son las que han ido generando esquemas y áreas de aplicación novedosas en los últimos años y sobre las cuáles se centran las tendencias a futuro y las distintas innovaciones. La generación de plataformas empresariales o educativas, los dispositivos fijos o móviles novedosos, el aumento en las capacidades de transmisión de datos y la eficiencia de los mismos, así como la habilidad para la integración de todos ellos para generar soluciones al usuario final, son los elementos en los que se genera la innovación y se puede trabajar para fortalecer el sector y desarrollarlo.

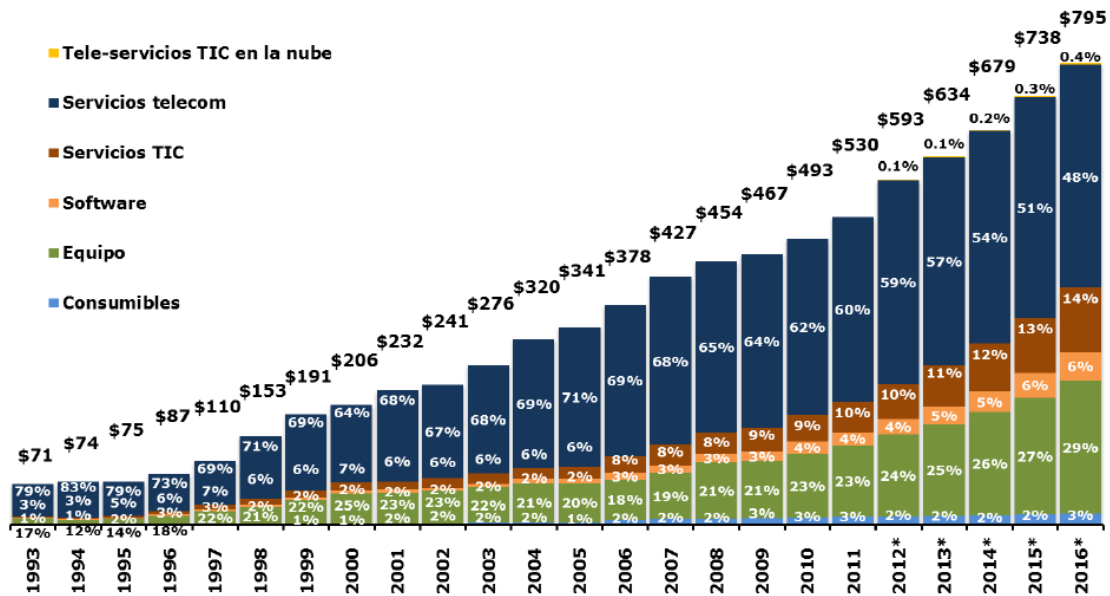
2.2. Distribución del área de especialización en México

2.2.1. Relevancia económica, social y política del área de especialización en México

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se siguen implantando en países de todas las regiones del mundo. El último año, se registró en el planeta un crecimiento constante en el sector de las TIC, y se observó un incremento en la mayoría de los indicadores clave (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2012).

En nuestro país, las empresas TIC's están en auge o expansión. Así, éste es un sector que crece anualmente entre 12 y 13.5%, 3 o 4 veces más rápido que el crecimiento del país. Se trata de una actividad económica muy dinámica que cambia constantemente debido a las innovaciones en las nuevas tecnologías y que está en evidente ascenso como se puede apreciar en la Ilustración 2. (Instituto Valenciano de la Exportación, 2012).

Ilustración 2. Mercado de TIC en México

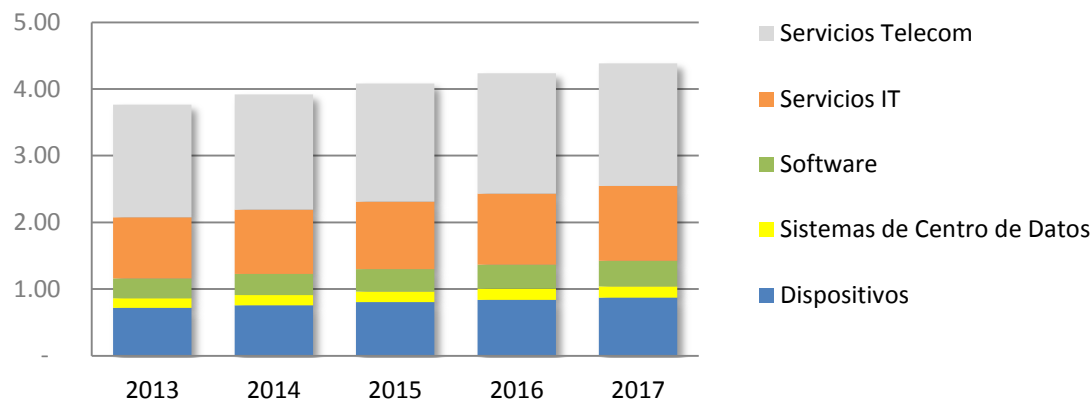


Fuente: CamBioTec, 2014

En los últimos años se ha hecho evidente la inclusión de esta industria en el mundo y su presencia en los entornos político, social y económico, así como su aplicación en servicios básicos de la sociedad como la salud y la educación, haciendo a este sector, indispensable para muchas actividades que se realizan en el mundo.

La siguiente gráfica muestra el ascenso de la presencia de los elementos que conforman las TIC en el mundo, y su incremento estimado en los próximos años:

Ilustración 3. Estimación de las TIC en el mundo



Fuente: CamBiotec, 2014

Varios sucesos han contribuido a una transformación de la industria de las TIC a nivel mundial: en 1990, en la Unión Europea, Japón y Estados Unidos se producía casi el 80 por ciento de los bienes de TIC. En 2002, esta proporción había disminuido a menos de dos terceras partes.

Los cambios en la industria TIC no sólo son el resultado de las decisiones estratégicas de las empresas productoras de bienes y servicios del sector, sino de la adopción de políticas públicas que muchos gobiernos han desarrollado. Por ejemplo, en la Unión Europea existen más de 175 iniciativas dirigidas a fortalecer el desarrollo en distintas regiones del mundo, sin embargo, el sector TIC de México sigue teniendo relevancia frente a los principales productores a nivel mundial. (NAFINSA, 2012)

Los datos de las Ilustraciones 2 y 3, evidencian el acelerado crecimiento de esta industria: hoy, AT Kearney coloca a México como el 2do lugar en América Latina como destino de inversión, atrayendo el 23% de la inversión total en proyectos del sector de Software y en la 6ª posición entre los destinos para proveer servicios de TIC, y BPO's. Por su parte, para KPMG México es el tercer exportador de servicios de TI después de India y Filipinas.

Sin embargo, a pesar del innegable crecimiento del sector TIC en México, su evolución y desarrollo no han sido homogéneos por diversas razones: problemas en la penetración de las TIC en las empresas, (como la regulación del sector en telecomunicaciones), elevado costo en cuanto a su adquisición e implementación, y que no es suficiente contar la infraestructura, también es necesario el conocimiento suficiente para su total aplicación.

2.2.2. Cadena de valor y suministro en la región

El sector de las TICs, considera varios ámbitos, como son el software y la producción de programas lógicos, el hardware que incluye las piezas y componentes físicos basados fundamentalmente en electrónica, las telecomunicaciones que incorporan todos los servicios de transmisión de datos a través de las distintas redes y los servicios, que incluyen las actividades de soporte al sector.

En este sentido, la definición de una cadena de valor del sector debe considerar todos estos elementos, como parte de los actores relevantes en la estructura y operación del sector.

Debido a las normas técnicas y a la normalización de diseños e interfaces, las cadenas de valor de la fabricación de TIC son de carácter modular y los proveedores producen componentes siguiendo el diseño de las principales empresas. Como resultado de ese carácter modular, la fabricación de TIC's es una de las actividades en que el proceso de producción está más fragmentado a nivel internacional, ya que depende de una gran proporción de insumos importados. (Organización Mundial de Comercio y Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico., 2013).

Los grandes corporativos como Dell, Hewlett Packard, Cisco, entre otras, realizan la fabricación de sus piezas, en mercados diversos, por ejemplo, en Asia se elaboran las tarjetas de memoria, mientras que en Latinoamérica algunas de las tarjetas y circuitos

centrales de los equipos, y en Estados Unidos se ensamblan y parten para los países donde serán distribuidos.

En la literatura se encuentran distintos esquemas de la cadena de valor de las TICs, cada uno con eslabones diferenciados, de acuerdo con la definición base que se toma para determinar al sector, sin embargo, una de las definiciones más conocidas establece que en su contexto genérico la cadena de valor de las TICs tiene tres eslabones: El primer eslabón es el de equipos de comunicaciones y hardware; el segundo eslabón es el llamado middleware, constituido por los sistemas de gestión de las TICs que incluye todos los procesos empresariales requeridos (por ejemplo acceso a Internet, acceso a sistemas de telefonía, telecomunicaciones, etc.); y finalmente el tercer eslabón, el desarrollo de software para proporcionar los servicios de valor agregado (Pineda Serna, 2012) y (Aparicio Coto, 2011).

En este marco, las empresas tanto operadoras, usuarias y de valor agregado se han visto obligadas a adoptar nuevos esquemas de gestión empresarial, que por una parte las mantenga competitivas en el mercado abierto, y por la otra de impulso a programas, proyectos y actividades de investigación, desarrollo tecnológico e innovación (IDT+I) (Pineda Serna, 2012).

Ilustración 4. Cadena de valor de las TIC



Fuente: CamBioTec, A.C., 2014, datos de (Pineda Serna, 2012) y (Aparicio Coto, 2011)

2.3. Posicionamiento del estado en el área de especialización

En el caso de las tecnologías de la información, Coahuila ha buscado apoyar a la industria a través de su incorporación y aplicación a los diversos sectores productivos del Estado, y a su vez, potencializar el desarrollo de todos sus sectores prioritarios.

De acuerdo con los resultados del Ranking Nacional de CTI para el estado de Coahuila, su segundo mejor desempeño es el componente de TIC, donde se identifica que la entidad se posiciona entre los primeros lugares en los indicadores de conectividad (Tecnológico, 2011), factor que el Estado ha fortalecido para facilitar el acceso e intercambio de la información.

Coahuila cuenta con el potencial necesario para desarrollar varios *clusters* de tecnologías de la información, pues además esta industria se caracteriza por ser una limpia, generadora de empleos de calidad y bien remunerados. Según representantes del Banco Mundial y de la empresa consultora A.T. Kearney, este potencial ubica al Estado en el tercer lugar nacional, de acuerdo con tres indicadores principales:

- Aspecto Financiero
- Recursos Humanos
- Ambiente Económico y Político

Con lo anterior, es claro que la entidad posee el potencial para desarrollar la industria de las Tecnología de la Información.

Además, está la demanda de la industria así como el currículo y planes de estudio que ofrecen las universidades y centros educativos. Adicionalmente, cabe mencionar el antecedente que sentaron en la capital del Estado empresas transnacionales de comunicación, capacitando en su centro de desarrollo de software a profesionales que, al cerrar sus operaciones, han contribuido al desarrollo de la industria a nivel internacional en empresas de Estados Unidos, Europa y Asia.

El sector de las TIC en Coahuila se encuentra en pleno desarrollo y ha demostrado tener el potencial suficiente para influir de manera positiva en la economía estatal y nacional.

Algunos de los indicadores y aspectos de mayor relevancia económica, política y social del sector son **Fuente especificada no válida.:**

- Segundo lugar de mejor desempeño en el componente TIC según el Ranking Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Primeros lugares a nivel nacional en los indicadores de conectividad:

Tabla 1. Principales Indicadores de la Industria TIC en México

Servicios TIC	Población	Lugar nacional
Computadora	44.90%	10
Internet	35.80%	14
Teléfono Celular	57.90%	13
Televisión	11.30%	13

Fuente: CamBioTec, 2014

Otros indicadores importantes son:

Existencia de dos *Clusters* de TIC con más de 40 empresas afiliadas entre los dos.

Posición 11 a nivel nacional en unidades económicas del sector.

Noveno lugar a nivel nacional en los Estados con mayor número de egresados en alguna ingeniería o especialización en TIC.

Respecto a la política de Coahuila, dentro de los planes de desarrollo estatales de las últimas tres administraciones 2001-2007, 2007-2011 y 2013-2019, el sector TIC se ha señalado como uno de los estratégicos con potencial.

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

Para llevar a cabo un análisis de las áreas tecnológicas del sector, su evolución en el tiempo y las tendencias, es relevante, como ya ha sido señalado en los apartados previos del presente documento, identificar cada uno de los segmentos de las TIC's que representan un área tecnológica de impacto en el sector. Para ello existen diversas clasificaciones, una de ellas es la que propone el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2009) para el estudio prospectivo del sector. En el estudio que llevan a cabo, se plantean tres subsectores clave dentro de las TIC's, las áreas tecnológicas, las áreas de aplicación y las actividades transversales, clasificándolas como sigue:

Tabla 2. Clasificación de TIC y sus áreas de aplicación

Grandes áreas de desarrollo de TIC's	Nichos de especialización
Áreas tecnológicas	Ingeniería de software Software embebido Electrónica Señales Manejo de imágenes
Áreas de aplicación	Industria Agro Servicios Contenidos Seguridad
Áreas o actividades transversales	Educación I+D+i Migración

Fuente: CamBioTec, 2014

Una clasificación diferente, tiene su fundamento en el Sistema de Cuentas Nacionales del SCIAN de INEGI para el sector TIC's, que plantea la manufactura, el comercio, la

información en medios masivos y los servicios vinculados a otras industrias, basados en el diseño de soluciones de TIC's.

En este sentido se propone el agrupamiento de las áreas de TIC's tomando en cuenta las clasificaciones hasta aquí descritas, como sigue:

1. Manufactura de equipo. Que se refiere a la fabricación de componentes electrónicos, micro y nano electrónicos, a la ingeniería de sistemas robóticos y todos los elementos más cercanos a lo que se conoce como *hardware*.
2. Comercio a través de medios electrónicos. Se refiere a los esquemas de comercialización que se basan en la operación de medios electrónicos como Internet, dispositivos móviles, telefonía fija, entre otros. Aquí incluye medios de pago, como tarjetas de crédito, prepago, intermediarios de pago, entre otros, así como sistemas de seguridad en los medios de pago y el comercio.
3. Software. Se refiere a al diseño y elaboración de sistemas lógicos en cualquiera de sus modalidades, como puede ser software propietario, software libre, freeware, aplicaciones móviles e incluso software embebido.
4. Telecomunicaciones. Se refiere a todos los servicios vinculados a la transmisión, alojamiento y almacenamiento de voz, datos, imágenes y videos. A manera de ejemplo podemos referir la telefonía fija, móvil, servicios de alojamiento de páginas web, servidores, radiodifusión de señales de radio y televisión, entre otros.
5. Contenidos. La generación de contenidos basados en el uso de las tecnologías de la información, bien sea para su producción o para su distribución o una combinación de ambos. Este segmento forma parte de otro sector que se identifica como industria creativa.
6. Servicios de valor agregado. Es la combinación de los servicios y productos anteriores integrados en soluciones orientadas a distintas industrias y con muy diversas aplicaciones, todas ellas en función de las necesidades de cada sector al que se dirigen. En este rubro no solo se hace referencia a la suma de elementos de software, hardware, telecomunicaciones y contenido, sino a la generación de valor agregado que se logra combinando todos estos elementos.

2.4.1 Manufactura de Equipo

La línea que se refiere a la manufactura de equipos relacionados con las tecnologías de la información, ha sido regida, desde la aparición de la industria electrónica hasta nuestros días por la Ley de Moore¹, logrando cada vez procesadores y circuitos integrados con mayor capacidad de ejecución de procesos informáticos, en circuitos cada vez más reducidos y con una eficiencia energética mucho mayor.

Sin embargo hoy en día, la industria de los procesadores y circuitos integrados señala que físicamente no es posible lograr integrar en circuitos cada vez mayor cantidad de núcleos de procesamiento, mientras que la tendencia es a que los dispositivos reduzcan su tamaño. Este problema de carácter físico se ha reducido de manera temporal desarrollando procesadores que logren integrar núcleos en espacios tales como el átomo, sin embargo esta solución respaldará el cumplimiento de la Ley de Moore en los próximos años pero no la garantiza en el largo plazo.

La tendencia hacia la siguiente década, es la exploración de circuitos y procesadores que vayan dejando atrás la tecnología actual CMOS (Complementary metal oxide semiconductor) que utiliza espacios en dos dimensiones para la utilización conjunta de transistores, hacia la utilización de materiales que permitan la utilización de transistores y núcleos de procesamiento en tres dimensiones.

Así las dos tendencias fundamentales en el diseño de procesadores son: la ampliación de la funcionalidad de la plataforma CMOS mediante la integración heterogénea de las nuevas tecnologías, y por otro lado incentivar la invención de dispositivos que admiten los

¹ La ley de Moore, es una frase empírica acuñada por Gordon Moore quien es co-fundador de la empresa fabricante de procesadores Intel. La Ley de Moore establece que la velocidad del procesador, o el poder de procesamiento global de computadoras se duplicará cada dos años. Esta ley no encuentra fundamento científico, sin embargo se ha cumplido casi cabalmente desde que fuese acuñada en los años 70's hasta finales de la década de los 2000's.

nuevos paradigmas de procesamiento de información basados en nuevos materiales como el grafeno o el uso de nanotubos (European Semiconductor Industry Association (ESIA), the Japan Electronics and Information Technology Industries Association (JEITA), the United States Semiconductor Industry Association (SIA) et. al., 2013).

Adicionalmente a los sistemas de procesamiento, encontramos los sistemas de integración, que permiten sumar a los procesadores, otros componentes tales, que generen los dispositivos de uso cotidiano, como GPS, tabletas electrónicas, teléfonos inteligentes y en general cualquier otro componente electrónico que se utilice, como pueden ser aparatos eléctricos en casa, oficina, maquinaria de fabricación, vehículos, etc. Los sistemas integrados, exigirán nuevos modelos de diseño y arquitectura de los dispositivos, apoyando mejores funcionalidades, mayor capacidad de operación, mayor almacenamiento y mejora en el rendimiento de energía.

Todo ello exigirá que la manufactura de los dispositivos, no solo requiera de nuevos diseños y arquitecturas entre los dispositivos electrónicos, electro mecánicos y de almacenamiento, sino que adicionalmente se requerirán maquinarias que permitan llevar a cabo procesos de manufactura en el rango de los nanómetros.

Por otro lado, existe una línea de investigación en la que un equipo de científicos ha conseguido crear un método para codificar, almacenar y borrar repetidamente datos digitales en el ADN de células vivas.

El equipo de Jerome Bonnet, Pakpoom Subsoontorn y Drew Endy, todos de la Universidad de Stanford, en California, trabajó con enzimas naturales obtenidas de bacterias que fueron adaptadas para orientar secuencias específicas de ADN en un sentido o en el contrario, a voluntad y las veces deseadas (Colegio de Ingenieros, 2012).

Hemos desarrollado una arquitectura de dispositivo de tres terminales, denominado el transcriptor, que utiliza integrasas de serina de bacteriófagos para controlar el flujo de la ARN polimerasa a lo largo de ADN. Inversión de la integrasa mediada o delección de DNA que codifica los terminadores de la transcripción o un

promotor modula las tasas de transcripción (Bonnet, Yin, Ortiz, Pakpoom, & Endy, 2013).

Esta tecnología, abre posibilidad para el encuentro, en el futuro, de la biología con la informática, lo que permitiría crear componentes electrónicos, basados en elementos vivos, como bacterias y enzimas.

2.4.2. Comercio a través de Medios Electrónicos

En referencia al comercio a través de medios electrónicos, se trata del eslabón final en la cadena de valor, que representa la comercialización de bienes de consumo, físicos o digitales, a través de medios electrónicos.

En este sentido, el comercio electrónico, no solamente se centra en la comercialización a través de computadoras, pues hoy existen ya muy diversos dispositivos que permiten realizar operaciones comerciales. Así podemos identificar los retos a futuro del comercio electrónico, de acuerdo a los distintos elementos que integran la cadena de comercio.

1. Canales de comercialización. Uno de los elementos clave en la venta por medios electrónicos es el diseño de distintos canales de comercialización, ya que no sólo se cuenta hoy en día con las páginas de internet que cada empresa pueda diseñar, sino que existen ya hoy en día aplicaciones para dispositivos móviles para realizar compra de bienes o servicios, pero también encontramos canales en los propios dispositivos que se utilizan, por ejemplo, compra de música en tiendas propias de los fabricantes de teléfonos inteligentes. Este tipo de canales de comercialización evolucionarán a los automóviles, a los electrodomésticos y a tiendas de autoservicio o centros comerciales.

Por un lado el comercio estará vinculado a dispositivos, de tal manera que si un automóvil sufre una avería, accidente o requiere un servicio, el automóvil estará vinculado a los

servicios automotrices del distribuidor para recibir la asistencia en tiempo real. De igual manera, los electrodomésticos como refrigeradores serán vinculados a proveedores de víveres y podrán llevar un control de las existencias y hacer pedidos de manera automatizada.

Para los bienes digitales, tales como videos, música, o software, los canales de comercialización como la televisión conectada a Internet, tendrá oportunidad de realizar compras de películas, videos y contenidos, sin embargo este apartado será tratado a profundidad cuando se hable de contenidos.

2. Medios de pago. Los medios de pago también comenzarán a sufrir una evolución en los próximos años, pues además de los que ya conocemos como son tarjetas de crédito y sistemas virtuales como Paypal, los pagos evolucionarán a esquemas mediante el uso de los dispositivos móviles, con lo cual las compañías de telefonía celular comenzarán la adquisición o alianzas con entidades financieras que apoyen la operación de esquemas utilizando la infraestructura móvil como herramienta de pago digital, en donde los cargos se realicen no a las tarjetas de crédito, sino a las cuentas que los usuarios de telefonía tengan con su operador telefónico. Con ello el dinero plástico evolucionará a dinero digital.

Otro medio de pago se llevará a cabo a través de las aplicaciones móviles de las instituciones financieras o bien de las tiendas o servicios de retail. Cada proveedor de servicios creará sus propias aplicaciones con sistemas de seguridad, vinculados al dispositivo móvil, a las cuentas de usuario y a la institución financiera que el cliente elija. Ejemplos de este tipo de pago es la actual aplicación del sistema de cafetería Starbucks, que ha eliminado el plástico y ha creado una aplicación a través de la cual el usuario puede disponer pagar mediante el uso de su dispositivo, de manera segura, ya sea en compras reales o virtuales.

3. Sistemas logísticos. Un reto importante en las operaciones de comercio a través de medios electrónicos, es la distribución y entrega de los servicios. Si bien cuando hablamos de medios digitales, como música, libros o software, el medio de entrega

es el mismo canal de compra, cuando se trata de compra de bienes físicos, los medios de distribución juegan un papel fundamental. De esta manera el reto más importante es encontrar mecanismos que garanticen la velocidad de la entrega, pero con la garantía de calidad y cuidado que se puede lograr realizando compras fuera de los medios electrónicos. Aunque el reto parece menor, el incremento en la compra de bienes a través de Internet y otros medios a distancia, hace pensar que los esquemas logísticos actuales, no tendrán la capacidad suficiente en caso de no encontrar medios de rastreo de mercancías a lo largo de la cadena, medios de seguimiento del proceso, documentación del mismo y sobre todo diseño de algoritmos que ayuden a optimizar los procesos de entrega.

4. Esquemas de seguridad. Finalmente, uno de los retos fundamentales para que el comercio por medio electrónicos se detone es la seguridad, ya que Internet, al telefonía y en general las telecomunicaciones son redes abiertas de acceso libre a distintos usuarios en el mundo, por lo cual la evolución futura se dará en varios sentidos.

Los algoritmos de encriptación se irán fortaleciendo y evolucionando ya que así se contará con dispositivos de procesamiento más poderosos, como se analizó en el apartado de manufactura, los algoritmos de encriptación, serán cada vez más vulnerables, con lo que la encriptación se volverá un área que requerirá atención especial y diseño de algoritmos más complejos y poderosos.

Un segundo asunto a resolver es la garantía de “no repudio de la transacción”, que permita asegurar que los que intervienen en una operación comercial son efectivamente quienes dicen ser. Hoy en día el problema se ha resuelto a través de dos vías, en las operaciones financieras, mediante el diseño de dispositivos conocidos como “token” y por otro lado mediante el diseño de certificados digitales. Los primeros, comienzan a encontrar una evolución hacia aplicaciones en

dispositivos móviles, con lo cual se prevé que como dispositivos individuales desaparecerán en el mediano plazo, sin embargo como concepto se mantendrán mediante las aplicaciones móviles basadas en los algoritmos que les dieron origen de manera inicial.

La segunda vía, son los certificados digitales, que al menos por ahora, han resuelto en buena medida los problemas de garantizar “el no repudio de las transacciones”, y si bien el modelo de operación se prevé que se mantendrá en el largo plazo, les ocurre lo mismo que a los dispositivos token, la clave de que garantice su permanencia serán los sistemas criptográficos.

Finalmente cabe señalar en este apartado, que gran parte de la posible evolución que sufran las actividades comerciales a través de medios electrónicos, tendrán mucho más que ver con los distintos modelos de negocio de las empresas y los actores participantes, que propiamente con la tecnología informática, la cual requerirá más bien un fortalecimiento en los mecanismos de seguridad, ante la aparición de dispositivos, cada vez más poderosos, en su capacidad de procesamiento.

2.4.3. Software

En relación con el software, es importante primero definir a qué nos referimos en este apartado, pues existen diversas clases de software y cada uno de ellos está siguiendo, actualmente, una tendencia distinta. Como ya se mencionó en apartados anteriores, el software es un conjunto de instrucciones lógicas y estructuradas, que permite realizar operaciones concretas con los dispositivos electrónicos. Los tipos de software que existen son:

2.4.3.1. Sistema Operativo

Los sistemas operativos, son aquellos programas informáticos que administran las funcionalidades de una computadora, tableta electrónica o teléfono inteligente. Estos sistemas han tenido una muy importante evolución desde los primeros sistemas, ya que hoy en día son completamente gráficos y cada vez más ágiles. Una de las características más relevantes es que deben ser muy reducidos en tamaño y ser intuitivos para el usuario.

En cuanto a sistemas operativos, el mercado se ha ido concentrando dos tipos de sistemas, los de propietario y los libres. Los primeros, son aquellos desarrollados por una empresa, institución o grupo de personas, quienes son dueños de los códigos de programación, y cualquier modificación que se desee realizar, está en manos de los creadores. Normalmente este tipo de sistemas operativos se distribuyen en el mercado mediante pago por su uso.

Por otro lado tenemos los sistemas operativos basados en el concepto de software libre, cuyos códigos de programación son parte de una comunidad y están disponibles a cualquier persona que desee trabajar o desarrollar elementos que mejoren las funcionalidades del sistema operativo.

Ahora bien, hacia futuro, los principales retos en los sistemas operativos son:

- a) Simplicidad en el uso. La agilidad de un sistema operativo es fundamental, y si bien a lo largo del tiempo los sistemas operativos basaron sus interfaces gráficas en iconografía, la tendencia actual es hacia interfaces que muestren los contenidos directamente y eliminar estructuras basadas en íconos. Hoy en día, lo relevante para el usuario es la posibilidad de acceder rápidamente a los contenidos y a los elementos de uso cotidiano. En este sentido, no solo la

estructura visual evolucionará, sino que además, los motores de búsqueda relacionados entre los contenidos propios, y los externos, se irán fortaleciendo.

- b) Uso de diversos accesorios de entrada. Hasta hoy el teclado y el ratón se han convertido en los principales accesorios para el ingreso de información a los equipos informáticos, sin embargo comenzamos a ver una evolución hacia entornos táctiles basados en tecnología “touch”, pero en un futuro cercano los sistemas operativos permitirán la captura de instrucciones y la interacción con el usuario a través de diversas opciones tales como la voz o interfaces neurales².
- c) Cómputo en la nube. En este apartado existen dos tendencias muy claras, sistemas vinculados al cómputo en la nube y sistemas operativos operando directamente en la nube. El cómputo en la nube, se refiere a la posibilidad de alojar en un servidor en Internet, software y contenidos para que el usuario pueda acceder a él, sin necesidad de tenerlo instalado en su dispositivo. Es decir, se tiene la oportunidad de contar con el software y contenidos nativos o colocados en web.

Los sistemas operativos tienen una clara tendencia a vincular, parte de sus servicios a lo que se conoce como cómputo en la nube, con servicios claramente ofrecidos por el fabricante o proveedor del propio sistema operativo. Este es parte del actual modelo de negocio, incluso en sistemas operativos abiertos, pues el cobro no es por la venta del sistema sino por el uso de los servicios vinculados a él. Con ello, lo que se realice en un dispositivo A,

² Existen investigaciones orientadas interfaces neurales El 26 junio de 2007 la revista New Scientist Tech publicó que un grupo de investigadores de la Universidad Tecnológica de Graz en Austria y de la Universidad Colegio Londres del Reino Unido, bajo el auspicio del proyecto PRESENCIA (Presence: Research Encompassing Sensory Enhancement, Neuroscience, Cerebral-Computer Interfaces and Applications), desarrollaron un sistema que se controla a través de los impulsos eléctricos que genera el pensamiento y que son captados por medio de electrodos colocados en el cráneo y dirigidos a un equipo de electroencefalografía.

se verá reflejado de manera inmediata en el dispositivo B del mismo usuario (ubicuidad).

Otra tendencia, que aún no se ha logrado desarrollar de manera amplia y comercial, es contar con sistemas operativos totalmente alojados en un servidor remoto, es decir que el dispositivo, no cuente con un sistema operativo instalado, sino que cada vez que se encienda, establezca conexión con una terminal remota que le provea de los elementos lógicos necesarios para su operación. Sin embargo este tipo de tecnología, presentaría la necesidad de contar con un enlace permanente y de buena calidad en cualquier lugar del planeta en el que la persona desee utilizar su dispositivo, lo cual hoy en día parece complicado pero no lejano en el tiempo.

- d) Sistemas operativos inteligentes, semánticos y ontológicos. Una de las características más novedosas en el uso de las TIC's, es la posibilidad de que Internet, nuestras aplicaciones y sistemas operativos, aprendan de nuestro comportamiento y formas de relacionarnos con otros usuarios, instituciones y grupos sociales, para que con ello puedan anticipar acciones o acercarnos a contenidos más adecuados a nuestros intereses, gustos y preferencias. En poco tiempo, los sistemas operativos, contarán con la posibilidad de aprender de nuestro comportamiento y uso, y de esa manera permitirnos un aprovechamiento óptimo, tanto de las capacidades de nuestro dispositivo electrónico, de las relaciones existentes entre los distintos dispositivos de un mismo usuario (ubicuidad) y las relaciones existentes entre el usuario y otros usuarios vinculados a su entorno cercano, con los que interactúa de manera cotidiana.
- e) Seguridad. Todos los servicios enfrentan a un reto fundamental, que es la seguridad en el manejo de los datos, no solo refiriéndose a la confidencialidad, sino a la integridad de los datos. Los sistemas operativos, cada vez más, irán mejorando sus esquemas de seguridad, permitiendo al usuario, incluso,

eliminar sus datos de manera remota y recuperarlos de manera segura, en circunstancias en las que el dispositivo se extravíe o esté en poder de alguna persona no autorizada.

Así, el futuro de los sistemas operativos, no solo exige funcionalidades de ubicuidad, sencillez, facilidad y operación desde distintos dispositivos de entrada, sino que además asegure la integridad, confidencialidad y acceso seguro a los datos de cada usuario.

2.4.3.2. Software Embebido

El software embebido se refiere a los sistemas de cómputo que reside en muchos casos, sin que el usuario se entere, dentro de productos. Éste software forma parte de un sistema embebido [o empotrado] el cual podemos entender como un subsistema electrónico de procesamiento, programado para realizar una o pocas funciones para cumplir con un objetivo específico. Generalmente es parte integral de un sistema heterogéneo mayor, que puede incluir partes mecánicas, eléctricas y/o electromecánicas (Hernández Vega, 2010).

En otras palabras, es el software que se aloja y permite manipular dispositivos tales como cámaras fotográficas, auto estéreos, televisores, electrodomésticos, etcétera.

Este tipo de software está estrechamente ligado, a los desarrollos que se tengan en los procesadores, micro circuitos y todos los componentes electrónicos de los dispositivos, por ello es fundamental recordar que en el apartado **¡Error! No se encuentra el origen de a referencia.** se ha hecho referencia a la manufactura de componentes y a las tendencias que hay a este respecto.

El futuro del software embebido se encuentra en la ingeniería electrónica y las oportunidades que tienen los dispositivos, por un lado de contar con funcionalidades cada vez más amplias, pues un dispositivo ya no realizará funciones reducidas, sino que podrá ser aplicado y utilizado para múltiples tareas, y deberá contar con la capacidad de interactuar con distintos sistemas operativos y comunicarse con diversos dispositivos.

El software embebido, dejará de ser un simple controlador de los aparatos electrónicos, para convertirse en un mecanismo que administre la comunicación e interfaz con otros elementos, incluso no solo para comunicaciones vía cables, sino para comunicaciones inalámbricas como bluetooth, near field communication (NFC), zigbee, etcétera.

Pero el reto no termina aquí, pues como ya se habló, las materias primas empleadas en la manufactura de componentes, serán diversas, utilizando nuevos materiales basados en la nanotecnología e incluso se prevé que puedan utilizarse elementos vivos como bacterias o enzimas, según se ha comentado, lo que exigirá ingeniería de software y conocimientos biológicos convergentes.

2.4.3.3. Software de Aplicación

Finalmente, es importante señalar el software de aplicación que es el más comúnmente utilizado por los usuarios de equipos y dispositivos de cómputo, pues se trata de aquellos programas informáticos que permiten al usuario realizar las actividades cotidianas, tales como navegar en Internet, elaborar un documento, manipular sus datos, etc.

Se trata de aquel software que le brinda funcionalidades al usuario final de los equipos de cómputo, y en él encontramos distintas categorías, por un lado los programas de aplicación de oficina, como son las hojas de cálculo y los editores de texto, en esta categoría se encuentran los programas de manejo de imágenes o el diseño asistido por computadora.

Otra categoría es el software de aplicaciones móviles, que se encuentra en teléfonos inteligentes y tabletas electrónicas, que puede contar con algunas aplicaciones de oficina en niveles más básicos, pero que encuentra su principal desarrollo en “widgets”, es decir pequeñas aplicaciones que realizan una o varias funciones específicas tales como calculadoras, brújulas, agendas, etcétera.

En la categoría de aplicaciones móviles, están las de comercio electrónico, así como videojuegos y manejadores de contenido, que acercan al usuario a contenidos generados, por los proveedores de dichas aplicaciones.

Finalmente se presenta la categoría de aplicaciones en web, que son aquellas aplicaciones que ofrecen un servicio concreto al usuario, vía remota, tales como motores de búsqueda, gestores de contenido para creación de portales web, o incluso plataformas de educación a distancia. Esta categoría tiene la peculiaridad que el usuario puede acceder al software de manera remota, desde cualquier dispositivo sin necesidad de tenerlo instalado en su equipo de cómputo o su dispositivo móvil.

Sin embargo, ante una clasificación tan simple como la que aquí se presenta, en el sector de las TIC's, existen muy diversas combinaciones y mezclas de un tipo de software con otro, pues podemos encontrar aplicaciones en versión móvil, en línea o residente (instalado en computadora).

Esta característica es la que ofrece un mayor potencial a futuro, ya que su combinación con la oferta de cómputo en la nube, permitirá a los usuarios contar con software adecuado para sus necesidades, sin la exigencia de tener que instalarlo o comprarlo, sino que se pagará por uso.

El pago por uso del software, llevará entonces a que los proveedores del mismo, busquen no desarrollar aplicaciones específicas o personalizadas, sino a integrar una serie de servicios comunes de distintos usuarios, en una sola aplicación, a fin de lograr reducción en costos y lograr con ello economías de escala.

De esta manera el software de aplicación en la nube, en escritorio y móvil, lograrán una convergencia para que el usuario pueda manipular sus contenidos y tenga acceso a ellos a través de su cuenta de usuario, independientemente del dispositivo que utilice. Ello independientemente de si el software es de ofimática, software de gestión empresarial (ERP, CRM, SCM, etc.), software para manejo de imágenes, manipulación de bases de datos, etcétera.

2.4.4. Telecomunicaciones

Como ya se ha indicado en este documento, el sector telecomunicaciones incluye distintos sub sectores tales como la telefonía, la transmisión de datos y las señales de televisión y radio. Hoy en día cada uno de estos componentes ha logrado un desarrollo sobresaliente por sí solo, pero adicionalmente se han mezclado unos con otros, haciendo que el entramado de servicios del sector telecomunicaciones sea sumamente complejo y diverso. Sin embargo, para fines de análisis, se considerarán tres grandes grupos.

2.4.5. Telefonía

La telefonía es el servicio diseñado para transmitir audio mediante dispositivos fijos o móviles. Inicialmente, las señales auditivas se transmitían a través de la conversión del audio en impulsos eléctricos, sin embargo para los años 60, se comenzó a diseñar una tecnología que convertía el audio en pequeños paquetes de información que llevaban codificado el audio, con lo que se evolucionó de la tecnología de conmutación de circuitos a la conmutación de paquetes.

Esta evolución significó, la posibilidad de usar la infraestructura de cableado telefónico, para transmitir más de una llamada telefónica a la vez, lo cual multiplicó la capacidad de

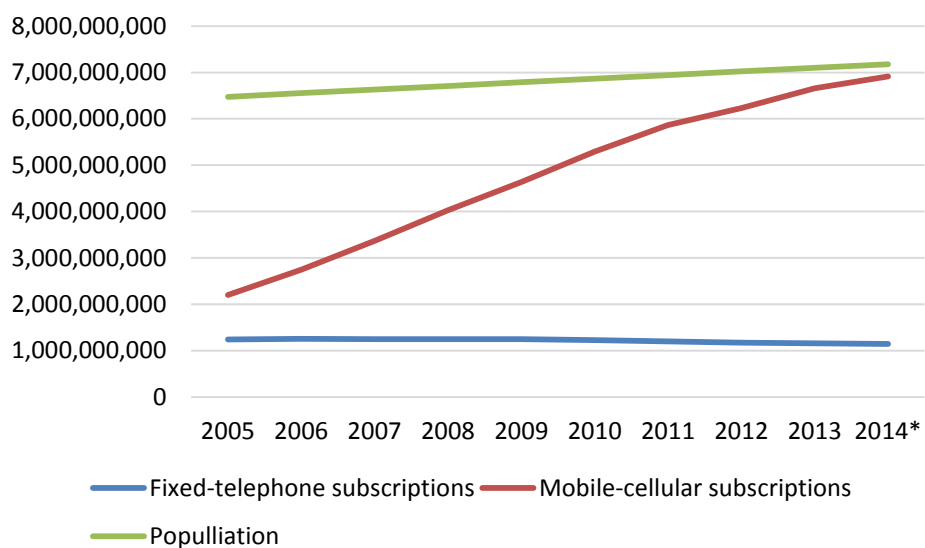
transmisión. Así para los años 80 y 90, comienza a transformarse la red telefónica en la mayoría de los países, a una red digital basada en cableado de cobre, pero que posteriormente incorporó tecnologías nuevas como la fibra óptica, pues la acústica se convierte en paquetes de información digitalizada y el medio de transmisión entonces debe ofrecer mayor capacidad de transmisión de datos y a una mejor velocidad.

Así la telefonía evoluciona no solo a ser un servicio que transmite audio, sino que la infraestructura diseñada para la telefonía, es utilizada también para la transmisión de otro tipo de datos.

Por su parte, en los años 80 se comenzó a utilizarse de manera comercial una tecnología que se desarrolló en la época de la segunda guerra mundial, ésta consistía en la transmisión de voz a través de señales de radiofrecuencia, lo cual dio paso a la telefonía móvil. Hoy en día la telefonía móvil converge con la telefonía fija, así como en la capacidad de transmitir datos, además de la transmisión de señales auditivas.

En ambos esquemas, bien sea la telefonía móvil o la fija, uno de los principales retos que se enfrentan hoy en día, es la capacidad de transmisión, ya que al menos de manera sobresaliente, en la tecnología móvil, existen limitantes pues el número de usuarios y de dispositivos en la actualidad crece en grandes proporciones. En la Ilustración 5, se puede ver que el crecimiento de usuarios de telefonía móvil en el mundo, se acerca al número de pobladores totales. Si bien no todos los habitantes del planeta son usuarios de telefonía, y muchos cuentan con dos o hasta tres dispositivos, así como la densidad de usuarios por cada 100 habitantes es diferenciada entre los países en desarrollo versus los países desarrollados, el reto tecnológico es lograr que todos esos dispositivos cuenten con disponibilidad de señal, tanto de datos como de voz.

Ilustración 5. Crecimiento de usuarios de telefonía a nivel mundial



Fuente: CamBioTec, 2014

De esta manera el futuro de la tecnología, en el apartado de la telefonía, se concentrará mayormente en el desarrollo de opciones de transmisión de mayor cantidad de datos, a menor costo y en menor tiempo, con mayor calidad, pues hoy en día los servicios de telefonía, presentan problemas técnicos en su operación, existiendo una importante oportunidad para mejorar la calidad de las llamadas, así como la operación de las redes celulares de transmisión de datos.

Otro de los retos tecnológicos, se encuentra en los propios dispositivos celulares, pues hoy en día ofrecen una serie de prestaciones y servicios que exigen capacidades de procesamiento y uso de los recursos y componentes electrónicos de los que disponen, que requieren de energía suficiente.

De este punto ya se habló en el apartado referente a manufactura, pero cabe retomarlo para señalar que en el futuro próximo se deberá lograr que en dispositivos muy pequeños

se pueda contar con mejores prestaciones operativas con mayor capacidad de almacenamiento o rendimiento de energía.

2.4.6. Broadcasting

Uno de los elementos clave en los servicios de telecomunicaciones, es la transmisión de señales para radio y televisión. El término *Broadcasting*, incluye la radiodifusión pero también la transmisión de señales para televisión o internet utilizando medios tales como los cables, señales satelitales entre otros.

Para los fines del presente estudio, se considerará que el *broadcasting* incluye entonces la radiodifusión, la transmisión de televisión satelital, la transmisión vía cable y la transmisión para Internet o mejor conocida como *webcasting*. Existen algunos otros elementos que pueden concurrir en el *broadcasting*, sin embargo los elementos arriba señalados, se consideran como los más representativas en el mercado.

2.4.7. Radiodifusión

La radiodifusión, es probablemente el mecanismo de transmisión de señales con dispositivos eléctricos, más extendidas y antiguas del planeta, y a la fecha pocos avances ha tenido desde su invención. La característica más importante es el uso del espacio radioeléctrico para la difusión en una frecuencia específica de una señal de televisión (imágenes y audio) o de radio (solamente audio).

Gran parte de los retos que este sector presentaba, han venido siendo resueltos recientemente, pues se han diseñado sistemas de transmisión que permiten el uso de tecnología digital, lo cual permite utilizar de mejor manera un solo canal de transmisión o

frecuencia, logrado que en cada frecuencia se cuente con más canales o espacios de señal además de permitir mecanismos de interacción entre el emisor y el receptor, pues la tecnología análoga permite la comunicación solamente en un sentido.

Hoy en día el reto de la radiodifusión, se encuentra más en los aspectos de carácter social y económico que tecnológico, debido a que la mayor parte de los equipos receptores en el mundo no poseen la tecnología para decodificar las señales digitales, por lo que se requiere migrar los dispositivos que se encuentran en los hogares o brindarles un equipo decodificador.

2.4.8. Televisión por cable

Hoy en día, la televisión por cable ha llegado a convertirse en un sistema relevante en los mercados de difusión de señales de televisión, pues no solamente sirve para la transmisión de señal televisiva, sino que además compite de manera directa con sistemas de telefonía, de los que ya se abordó el tema, y con los sistemas de transmisión de datos, es decir enlace a Internet.

Es evidente que para gran parte de los servicios y tecnologías actuales de telecomunicaciones, (tecnología, broadcasting, etc.) se está buscando la convergencia para utilizar las capacidades e infraestructura disponible a fin de lograr aprovechar los medios para lograr mayores capacidades de envío y recepción de datos en el menor tiempo posible. Por ello, los mayores desarrollos en este sentido, tienen que ver con el diseño de protocolos que permitan la transmisión y manejo de grandes volúmenes de información a través de la infraestructura de cableado actual, pues las compañías que utilizan los servicios de transmisión vía cable, comienzan a competir de manera cada vez más directa con las compañías telefónicas que utilizan la infraestructura de cableado de cobre y fibra óptica, así como con las infraestructuras inalámbricas disponibles (satelital, telefonía móvil, Wireless, entre otras).

Una ventaja que de manera temporal tienen las compañías de servicios de cable sobre otras, es que la transmisión de señales digitales, hoy en día, es más fiable y logra transmitir mayores volúmenes de información que otras tecnologías, pero dado que esta ventaja es temporal pues como ya se indicó en otros apartados, los desarrollos se están centrando en lograr mayores capacidades de transmisión con suficiente confiabilidad, se prevé que en el corto plazo, la tecnología basada en cable sea alcanzada en prestaciones.

Ahora bien, un fenómeno que se ve en los mercados, es que las compañías poseedoras de las tecnologías basadas en cableado, están buscando participar en los mercados inalámbricos, para distintos usos, tanto para transmisión de televisión, como transmisión de otras señales digitales (audio, video, datos, etc.), por tanto la convergencia actual se verá reforzada por las alianzas, fusiones y adquisiciones entre empresas de los distintos servicios de broadcastig, telefonía y señales satelitales.

Entonces, el reto fundamental es el aumento de la capacidad de transmisión de altos volúmenes de información, que está siendo resuelto fundamentalmente con protocolos de compresión de los datos, con lo que se logra no solo transmitir más datos, sino mejor calidad en las señales televisivas.

2.4.9. Webcasting

Un nuevo servicio de telecomunicaciones, que si bien no posee una infraestructura propia como tal, pero que está siendo ofrecido por las compañías de telecomunicaciones, es el webcasting, que consiste en la difusión de contenidos, fundamentalmente televisivos y de películas, bajo demanda a través de aplicaciones basadas en servicios de Internet.

Una característica clave de este servicio es que se puede acceder a él a través de cualquier red y dispositivo que se encuentre conectado a Internet, independientemente de la

tecnología utilizada para el enlace, ya sea vía telefonía, vía broadcasting, cablecasting, satelital, etc.

Igual que el resto de estos servicios, sus retos tecnológicos se encuentran en encontrar protocolos que permitan la compresión de las imágenes y el audio, sin detrimento en la calidad de los mismos, pero que se puedan transmitir de manera más ágil y sin que la señal se interrumpa.

Dado que este tipo de servicios propiamente, como ya se indicó, no posee infraestructura propia, sino que se basa en el uso de otras, su oportunidad se encuentra en la optimización de las transmisiones.

2.4.10. Contenidos

En cuanto al segmento que se refiere a contenidos, existe un gran número de opciones relacionadas con este tema. El verdadero uso final de las TIC's se encuentra en hacer llegar la información a los usuarios en todo el planeta, ya sea a través de dispositivos móviles, televisores, computadoras de escritorio, o cualquier otro medio de transmisión. Por ello la generación de contenidos es fundamental.

En esta categoría se considera la producción de contenidos de audio, video e informativos, desde las producciones televisivas, las producciones de audio y música, hasta las noticias y la información que las agencias distribuyen. Incluso se puede considerar la generación de cursos a distancia.

Aquí no hablamos de los dispositivos para distribuir el contenido o las aplicaciones para acceder a ellos, pues esas ya fueron referidas en los apartados correspondientes, aquí a lo que nos referimos es a la producción del propio material a difundir.

En este sentido, el reto tecnológico está en dos vertientes, por un lado en los distintos equipos de producción, que permitan tener en producciones de audio y video, elementos de mayor fidelidad pero que logren un menor requerimiento de almacenamiento o transmisión, pues como ya se indicó previamente, existen limitantes actualmente respecto a los anchos de banda necesarios para la distribución de los bienes digitales. Por otro lado, uno de los elementos clave para el desarrollo de una industria de contenidos que sirva de tractor para el resto de la cadena de valor, está en construir modelos de negocio exitosos, que garanticen en el largo plazo la rentabilidad de este tipo de empresas.

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

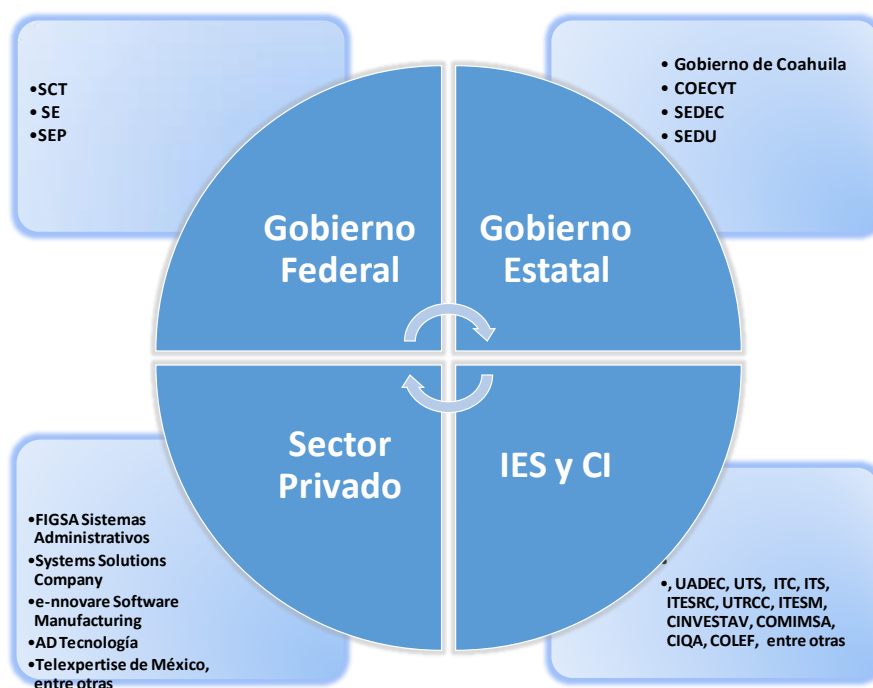
El ecosistema de innovación del sector TIC automotriz en México se integra por el gobierno, mediante sus distintas dependencias, programas e instrumentos de política (convenios con organismos internacionales); las empresas de los diversos subsectores; las Instituciones de Educación Superior (IES), y Centros de Investigación.

3.1. Mapa de los agentes del ecosistema de innovación

Los actores relevantes en el sector de las TIC son las dependencias públicas, organismos privados de apoyo, el sector empresarial (proveedores de servicios y fabricantes), la academia y agencias reguladoras y certificadoras así como los *clusters* del sector. Estos actores tienen desde sus ámbitos de competencia un rol determinante en el desarrollo del sector.

A continuación, se presenta un mapa que simplifica a los agentes del ecosistema de innovación en el estado:

Ilustración 6. Ecosistema de Innovación del Área TIC en Coahuila



Fuente: CamBioTec, 2014

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

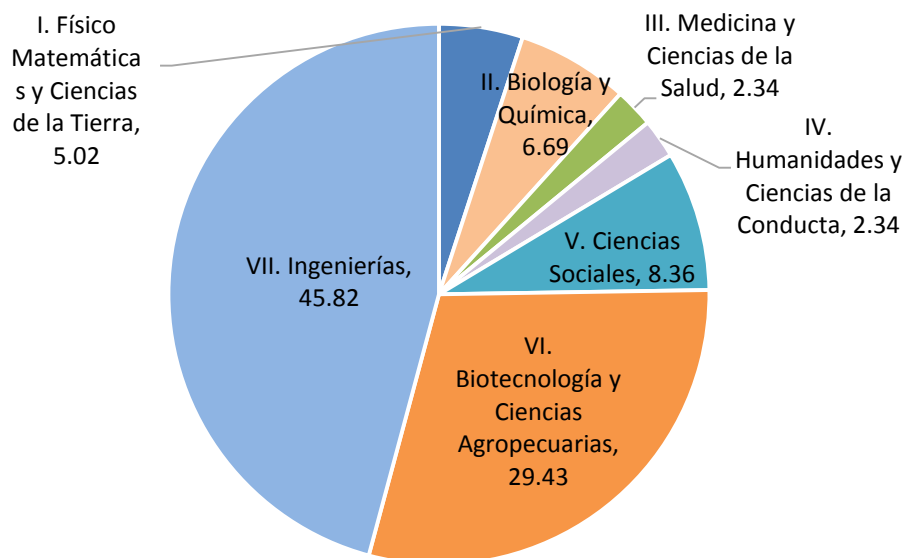
Para enero de 2014, a nivel nacional se registraron 92,273 egresados del área Ingeniería, manufactura y construcción, de los cuales 3,858 egresaron de Coahuila.

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

A nivel licenciatura, durante el mismo ciclo escolar se registraron 73, 249 matriculados, 10, 063 egresados y 6,156 titulados. Las áreas de Ciencias Sociales e Ingeniería y Tecnología concentraron el mayor registro, seguidos de Salud, y Agronomía y Veterinaria. (ANUIES, 2013). Mientras, durante el periodo 2011-2012, Coahuila registró a nivel posgrado 4,754 matriculados. (FCCyT, 2014).

Por otro lado, para enero de 2014, en México se registraron 21,359 investigadores, de los cuales sólo el 1.4% corresponde a Coahuila. Las áreas donde se concentra el mayor número de investigadores son Ingeniería, Biotecnología y Agropecuaria. Véase ilustración 7. (ProMéxico, 2014).

Ilustración 7. Investigadores SNI por área académica (% , enero - 2014).



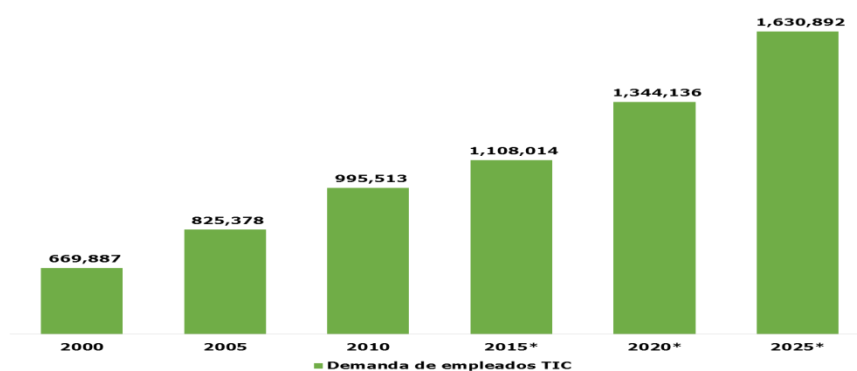
Fuente: ProMéxico, FCCyT, 2014

3.2.1. Instituciones de Educación Superior y Centros de Investigación

En la actualidad, uno de los principales retos para el sector es tener al recurso humano con las habilidades necesarias para potencializarlo y cierto es también, que los recursos humanos hoy, no son suficientes para llevarlo a cabo.

Se estima un aumento necesario del 22% en el recurso humano a nivel nacional entre los años 2014 y 2025 para lograr el desarrollo del sector y que en 2024 el 90% de la demanda de talento sea satisfecha.

Ilustración 8 Demanda de empleados TIC para el 2025



Fuente: Cambiotec, 2014

Con lo que respecta al tema de instituciones de educación superior en el Estado, la formación del recurso humano es el activo más importante de las empresas de TIC, cuyo talento, es el principal eje para fomentar el crecimiento y participación en el mercado global del sector.

Para el particular caso de Coahuila, este estado ha mostrado una especialización importante en las áreas de Biotecnología e Ingenierías, las cuales concentran al 37% de los investigadores del SNI en la entidad.

La matrícula de licenciatura universitaria y tecnológica en el estado representa otra métrica interesante para el desarrollo del sector, pues había crecido de 53,745 a más de 61,119 en el periodo 2004-2009, según datos de la ANUIES.

En la entidad hay cinco instituciones públicas: Instituto Tecnológico de la Laguna (ITLL), Instituto Tecnológico de Saltillo (ITS), Universidad Autónoma de Coahuila (UAC), Universidad Autónoma de la Laguna y la Universidad Tecnológica de Coahuila (UTC), donde se imparten 40 programas de posgrado PNPC, de los cuales, dos programas son a nivel de especialidad, 27 a nivel de maestría y 11 a nivel de doctorado. La entidad destaca también por poseer 48% de sus programas de posgrado en el área de Ingenierías. El Estado es el décimo lugar en cuanto a becas administradas por el CONACyT, presentando un aumento anual estable de 15.6% desde 2004.

Adicionalmente, el estado cuenta con 82 licenciaturas certificadas, un 59% para ingenierías.

La capacidad de los centros de investigación e instituciones de educación superior para el desarrollo del sector no sólo se palpa a través de un incremento de la escolaridad y especialización de los habitantes del estado, pues se cuenta con centros de investigación para el desarrollo de investigación científica y tecnológica, así como para la vinculación de la actividad científica con la sociedad y el sector productivo. En Coahuila, se tiene cuatro centros de investigación CONACYT:

- El Colegio de la Frontera Norte, AC,
- El Centro de Investigación en Química Aplicada
- Dos centros de investigación de la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, SA de CV.

Por otro lado, con base en datos de la Secretaría de Economía, en el estado se cuenta con 38 parques industriales registrados en el Sistema Mexicano de Promoción de Parques Industriales (SIMPPI), en los que se encuentran establecidas más de 315 empresas y cuyas

actividades son de diversa índole. Solamente uno de ellos – Las Américas IT Park- forma parte del sector de las TIC's.

También se cuenta con incubadoras para las nuevas empresas; en Coahuila, se cuenta con 6 incubadoras enfocadas a la tecnología intermedia, las cuales se listan a continuación:

- CEIDEM UTT CENTRO ESTRATÉGICO DE INCUBACIÓN Y DESARROLLO DE EMPRESAS
- INCUBADORA DE EMPRESAS DEL TECNOLÓGICO DE MONTERREY CAMPUS SALTILLO
- INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY CAMPUS LAGUNA
- INSTIUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE LA REGIÓN CARBONÍFERA
- CENTRO DE EMPRENDURISMO Y NEGOCIOS DEL IT DE SALTILLO
- MUJERES EMPRENDEDORAS DE LA LAGUNA

Todas estas incubadoras mantienen una relación directa con el sector de las Tecnologías de la Información, aunque ninguna de ellas a nivel de alta tecnología.

3.3. Empresas y asociaciones empresariales del área de especialización

Diversas fuentes (incluida la CANIETI) refieren la existencia de ochenta empresas de TICs en Coahuila. Solamente hay tres empresas con certificación MOPROSOFT además de COMIMSA. No se cuenta con un directorio confiable, pero se ha logrado tener información de las empresas siguientes:

Tabla 3. Empresas y asociaciones de TIC

Empresa	Actividad principal
FIGSA Sistemas Administrativos	Desarrollo de software administrativo; software para control de activos fijos
Systems Solutions Company	Desarrollo de soluciones integrales de TI
e-nnovare Software Manufacturing	Software a la medida; minería de datos
AD Tecnología	Comercio Electrónico
Telexpertise de México	Redes; mantenimiento de equipo; desarrollo de software. Cuenta con certificación MOPROSOFT 2
Sistemas Integrales de Administración y Control	Desarrollo de software; comercio exterior
Solusoft	Desarrollo de software
Sherpa Business Technology	Desarrollo de software; localización satelital; transporte; importación
ExperIT Business Partner	Desarrollo de software
Grupo Empresarial Syfors	Aplicaciones móviles; desarrollo de software; sistemas de inventarios
ITNNOVATION	Desarrollo de software
Gisa Software	Desarrollo de software; mantenimiento a equipos. Cuenta con certificación MOPROSOFT 1
iTelteq	Soluciones en telecomunicación y TI. Cuenta con certificación MOPROSOFT 1
Microsip	Software de contabilidad y facturación electrónica
Hexaware	Software para administración de operaciones
Grupo W	Uso de multimedios para publicidad especializada
Sensa Control Digital	Instrumentación y control de procesos
SOFTPEI Ingeniería y Sistemas	Software a la medida; gestión empresarial
Primero Publícate	Publicidad positiva; multimedios
CIMA Informática	Contabilidad electrónica; facturación electrónica

Fuente: CamBioTec, 2014

La Secretaría de Economía hace referencia a dos *clusters* ubicados en el Estado de Coahuila:

- Consejo de la Tecnología de la Información de la Laguna, que cuenta con 30 empresas afiliadas y cuyas principales áreas son las de desarrollo de software y externalización de procesos de negocios.
- Coahuila IT *Cluster*, con 32 empresas afiliadas y cuyas principales áreas de trabajo son el capital humano, la promoción de innovación, desarrollo de mercados y gestión de financiamiento.

Sin embargo, es muy poca la información disponible sobre la operación de estos *clusters*. El más maduro es el de La Laguna y el segundo fue creado recientemente, por lo que es calificado como un *cluster* emergente.

3.2. Evolución de apoyos en el área de especialización

En cuanto a los programas de apoyo para el sector, fue desde la administración 1994-2000 cuando se reconoció la importancia estratégica de las TIC en el desarrollo económico del país y surgió el Plan de Desarrollo Informático (PDI) que fue puesto en marcha en el año 1995 e implementado en 17 Secretarías de Estado, la Procuraduría General y la Presidencia de la República.

Las prioridades establecidas en el PDI fueron: el desarrollo de redes, el equipamiento, el desarrollo de sistemas, Internet para la atención a la ciudadanía, la cultura informática y la disposición de recursos financieros en informática (Jarque, 1999). Sin embargo, el plan no tuvo el impacto deseado ya que el gobierno federal no asignó recursos económicos suficientes para dar soporte a las iniciativas y proyectos.

El 1o de Diciembre del año 2000 surgió la iniciativa presidencial para dar forma al Sistema Nacional e-México cuyo propósito era reducir la brecha digital entre los gobiernos, las empresas, los hogares y los individuos en todo México. Desde ese momento e-México se

convierte en el instrumento de política pública para: a) impulsar la transición del país hacia un nuevo entorno social, económico y político; b) conducir y propiciar la transición de México hacia la sociedad de la información y del conocimiento, diseñando los servicios digitales para el ciudadano del siglo XXI; y c) dar cumplimiento a los compromisos internacionales en torno a la sociedad de la información y del conocimiento.

Otra iniciativa importante fue aquella de política pública para digitalizar, modernizar y mejorar la eficiencia del gobierno e incrementar el uso de las TIC en los negocios. Ésta fue denominada Programa de Gobierno Electrónico (PGE) y se lanzó en el año 2001 a través de la Oficina Presidencial para la Innovación Gubernamental.

Para complementar las políticas anteriores, el gobierno declaró en el año 2001 que el sector de desarrollo del software sería una industria estratégica y un área con potencial de apoyo para el crecimiento económico del país. Así, en el año 2003, y considerando el rezago del mercado interno de TIC en México, la Secretaría de Economía (SE), en el marco del Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006, presentó su programa de competitividad sectorial para el desarrollo de la industria de software en México llamado Programa para el Desarrollo de la Industria del Software (PROSOFT).

Dado el gran potencial con que cuenta México para desarrollar esta industria y los efectos económicos de su desarrollo, el PROSOFT se transformó más que en un programa de gobierno, en una política pública. Los objetivos básicos de este programa fueron (SE, 2002):

- Incrementar el nivel promedio de gasto en TIC respecto del PIB, para equipararse al promedio de los países de la OCDE. Lograr una producción de software de 5.000 millones de dólares anuales para el año 2010.
- Convertir a México en el líder latinoamericano de soporte y desarrollo de servicios basados en TIC.

Las metas del programa para el año 2013 fueron las siguientes³:

- Alcanzar un nivel de producción de servicios de TIC y software de 15 mil millones de dólares para el año 2013.
- Aumentar en 400 mil las personas empleadas en tecnologías de la información y de las comunicaciones y servicios relacionados.
- Convertir a México en líder latinoamericano como desarrollador de soluciones y servicios basadas en TIC con alta calidad.
- Elevar el gasto en TIC como proporción del PIB (TIC/PIB).

Otros programas, son implementados en su mayoría por el CONACYT con el propósito de contar con instrumentos para promover el mejoramiento de las capacidades humanas y de infraestructura científica y tecnológica necesaria para la aplicación industrial de las tecnologías disponibles y el impulso de nuevos proyectos relacionados con el sector.

Varias dependencias del gobierno juegan un papel en la búsqueda de una mayor apropiación de las TIC por parte de la población. El Sistema Nacional e-México (e-México) se concibió y creó en el año 2000 dentro de la estructura de la SCT como agencia coordinadora de las diversas agencias gubernamentales responsables de impulsar la transición del país hacia la Sociedad de la Información y el Conocimiento (SIC). Las políticas actuales han estado orientadas principalmente a cerrar la brecha digital en las zonas marginadas del país y en grupos con alto grado de vulnerabilidad⁶ a través de la conectividad, la creación de contenidos y servicios digitales, y la educación digital.

También participa en este esfuerzo de incorporación de las TIC a la vida nacional la Secretaría de la Función Pública, con un enfoque en acciones y políticas orientadas al “e-gobierno”. A través de la Unidad de Política Digital, su responsabilidad es organizar y coordinar los esfuerzos de la Administración Pública Federal (APF) en el uso de las TIC para

³ En 2014 se ha trabajado en la versión PROSOFT 3.0 con apoyos similares pero con cobertura para empresas usuarias

incrementar la eficiencia de la gestión pública. El Secretario de la Función Pública preside la Comisión Intersecretarial para el Desarrollo del Gobierno Electrónico (CIDGE) cuyas funciones, entre otras, son: (1) Conocer las necesidades en materia de TIC en la APF y recomendar las acciones para su desarrollo, (2) promover el establecimiento de mecanismos de coordinación y colaboración entre el gobierno federal y los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios para la realización de proyectos conjuntos en materia de e-gobierno, (3) promover entre dependencias la aplicación de los criterios de interoperabilidad y los lineamientos para la estandarización y homologación de sistemas electrónicos y (4) sugerir el marco normativo necesario para el buen funcionamiento de las estrategias de e-gobierno. Esta Comisión ha sido criticada por la poca capacidad de toma de decisiones, en número y en impacto, así como por su poca visibilidad e influencia política (OCDE, 2011a).

Finalmente, otras Secretarías y dependencias de la APF apoyan los esfuerzos del gobierno para incrementar la apropiación de las TIC con acciones específicas según sus campos de acción. Entre éstos, destacan algunos grandes esfuerzos como el de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público que ha incorporado el pago de impuestos por internet, la Secretaría de Economía que ha habilitado la posibilidad de realizar todos los trámites gubernamentales relacionados a la apertura de una empresa en línea, la Secretaría de Salud que ha creado los expedientes médicos digitales, y la Secretaría de Educación Pública que ha generado contenido educativo digital y buscado conectar las escuelas en el país.

A nivel estatal, el **Plan Estatal de Desarrollo 2011-2017** establece como lineamientos generales de acción:

“Una condición necesaria para transformar la estructura productiva del estado hacia actividades de mayor valor agregado, es acrecentar la competitividad en factores que hagan posible la atracción de inversiones en sectores como los de biotecnología, aeroespacial y tecnologías de la información; y en actividades de servicios modernos como los de diseño, consultoría, logística y finanzas. Las

pequeñas y medianas empresas desempeñan un papel muy importante en este proceso de transformación productiva, porque complementan las cadenas productivas, son flexibles para adoptar nuevos procesos productivos, tecnología e innovaciones, y muchos de los servicios modernos pueden ser suministrados por este tipo de empresas”

Asimismo, el Plan hace una referencia explícita al papel de la logística, lo que le da un papel relevante en la agenda de desarrollo, de acuerdo con lo siguiente:

“La base de un buen sector comercial es la capacidad logística y la competencia justa para su sano y vigoroso crecimiento. Al igual que en el resto del país, el crecimiento de las grandes superficies comerciales traen consigo competencia y modernización, sin embargo, el comercio local requiere de la participación estatal para lograr el abastecimiento suficiente y a precio justo, de los bienes de consumo; con programas de apoyo a la profesionalización de empresas familiares, inversión a centros logísticos públicos como mercados de abastos, mercados públicos y cruces de andenes del comercio organizado, así como con leyes y reglamentos que permitan consolidar la competencia justa y compartir el crecimiento entre todos los participantes del sector”.

4. ANÁLISIS FODA DEL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN

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

4.1. Fortalezas

Dentro de las ventajas que Coahuila presenta en el sector de las TIC sobresalen:

- Más de diez Centros de Desarrollo Certificado y existencia de parques industriales para la investigación y crecimiento del sector en el estado.
- Existencia y diversidad de Instituciones de Educación Superior para el desarrollo de profesionistas y especialistas en el sector.
- Existencia de dos *Clusteres* de TIC para el desarrollo económico del sector en la entidad, aunque su nivel de madurez es aún bajo
- Programas y políticas federales y estatales para apoyar al sector.
- Inversionistas en el sector.

4.2. Oportunidades

En cuanto a las áreas de oportunidad del sector en el estado, se tienen las siguientes:

- Diversas demandas de servicios TIC especializados en el estado y en otras regiones.
- Existencia de otros sectores prioritarios en el estado que necesitan del uso de las TIC para su desarrollo, particularmente las industrias automotriz y aeroespacial.
- Convenios de colaboración entre el Gobierno Estatal, la Academia y la iniciativa privada para el desarrollo del sector.
- Crecimiento sostenido del mercado global y nacional

4.3. Debilidades

Las situaciones presentes en el estado que representan una debilidad del sector de las TIC son:

- Tan sólo el 19 % de las MiPyMEs del estado hacen uso de las TIC en sus operaciones y sólo el 11% cuenta con un dominio en internet.
- Baja inversión en investigación y desarrollo.
- Escaso número de empresas desarrolladoras de software con certificación.
- Falta de infraestructura para el adecuado uso y aprovechamiento de las TIC.
- Dificultad para contratar personal capacitado para empresas de TIC's.
- Falta de colaboración entre empresas del sector y de éstas con las instituciones académicas.
- Falta de promoción de las capacidades de la industria y de los propios *clusters*.
- Concentración de la industria en dos ciudades

4.4. Amenazas

En cuanto a situaciones externas al sector y que lo afectan de manera negativa se encuentran:

- Velocidad del cambio tecnológico
- Desarrollo de alta tecnología en países desarrollados, especialmente en el sector TIC:
- El 57% de las empresas TIC del país se encuentran concentradas en 4 entidades federativas: Distrito Federal, Jalisco, Estado de México y –el más cercano a Coahuila- Nuevo León, lo cual representa una competencia importante
- Fuga de talento a entidades con industria más consolidada.

5. MARCO ESTRATÉGICO Y OBJETIVOS DEL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN

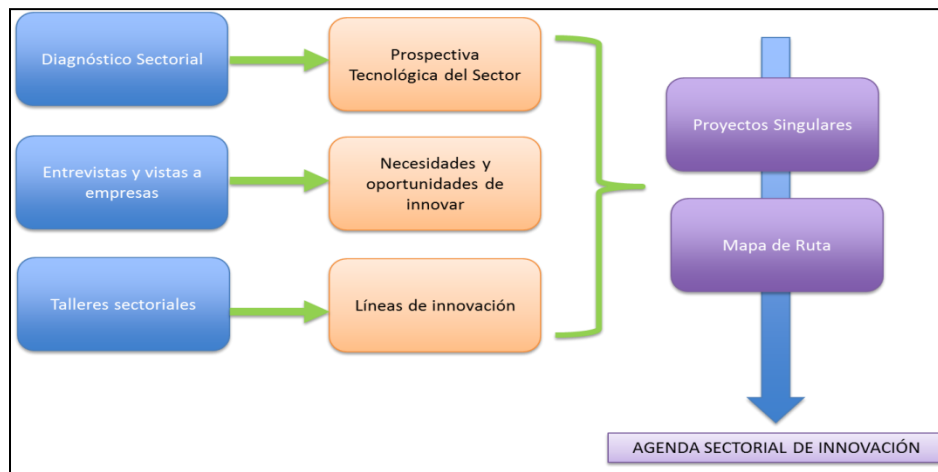
La elaboración de la Agenda Estatal de Innovación del Área TIC en Coahuila, se sustenta en la metodología de Estrategias de Investigación e Innovación para la Especialización Inteligente RIS3 (por sus siglas en inglés). Esta metodología plantea utilizar los recursos locales de forma eficiente con la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

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

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

La información que se obtuvo permitió identificar las necesidades y deficiencias del sector, mediante el análisis de la prospectiva tecnológica para las TIC a nivel mundial. Con base en lo anterior se plantearon líneas de innovación sobre áreas de especialización identificadas para el área TIC en Coahuila. Posteriormente, el trabajo de campo proporcionó información muy valiosa, se priorizaron las líneas de innovación y se establecieron proyectos específicos incluidos en la agenda para su desarrollo en áreas seleccionadas. Véase Ilustración 9.

Ilustración 9. Esquema de la metodología de trabajo para integrar la Agenda Sectorial.



Fuente: CamBioTec, 2014.

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

Tabla 4. Identificación de los problemas y propuestas de innovación en el área TIC en Coahuila

Problema tecnológico y/o de innovación	Origen del problema	Impacto en el sector	Propuestas de innovaciones para solucionar los problemas
No se desarrollan aplicaciones para la industria automotriz	Falta de capacitación especializada para desarrollar software para vehículos	Incremento en el empleo e ingresos por la atención de una clientela importante	Desarrollo de software para vehículos
Falta de integración del sector	Los integrantes del sector no están integrados adecuadamente, a pesar de la existencia de dos <u>clusters</u>	Colaboración y generación de apoyos para actividades inter-empresariales.	Consolidación del <i>cluster</i> de Tecnologías de la Información.
Aplicaciones con seguridad baja	Falta de metodología de seguridad de datos	Software vulnerable	Generación de laboratorio de pruebas de seguridad
Personal con poca	Falta de personal	Recurso humano	Formación de cultura de

experiencia en las áreas de oportunidad que no atiende las necesidades de la industria.	certificado	certificado que demanda el mercado	certificación en las Instituciones de Educación Superior
Falta de una cultura digital. Escasas aplicaciones de Gobierno digital	No se tiene un manejo de documentos personales electrónicos ni suficiente manejo de trámites en línea	Facilidad y agilidad en los trámites del gobierno. Ahorro en tiempo y recursos	Propuesta de servicio al gobierno, brindar certeza de seguridad.
No se cuenta con recurso humano de alto nivel	Las instituciones de Educación superior no ofrecen estudios de doctorado en esta área del conocimiento	La formación de recursos humanos de nivel doctorado permitirá un mayor desarrollo y consolidación del sector	Crear e impartir programas de doctorado en Tecnologías de la Información en las Instituciones de Educación Superior

Fuente: CamBioTec, 2014

En Coahuila, debido al balance actual de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas en el sector TIC se plantea como objetivo sectorial:

Impulsar la innovación del sector TIC en el estado aprovechando la demanda de productos y servicios y la infraestructura existente, así como fomentar el desarrollo de las capacidades técnicas y profesionales del recurso humano a fin de mayor especialización y calidad en el sector.

Como objetivos específicos destacan:

- Fortalecer la formación y capacitación de recursos humanos para sustentar el desarrollo de las empresas del sector.
- Ofrecer soluciones atractivas para gobierno electrónico de forma tal que aumenten los servicios en línea de municipios y entidades estatales.
- Desarrollar aplicaciones para segmentos de alta demanda para la industria automotriz, manufactura avanzada, transporte y logística.
- Mejorar la seguridad de datos y el nivel de certificación de la industria.

6. NICHOS DE ESPECIALIZACIÓN

El desarrollo técnico y profesional de recursos humanos para la industria de TIC en el estado es indispensable para lograr el crecimiento del sector. Para ello es necesario dar solución a diferentes obstáculos.

Uno de los mayores retos es cumplir con normas de calidad más estrictas que requiere la certificación de procesos y productos de la industria. A pesar de que varias empresas mexicanas ya cuentan con certificaciones ISO y otras especiales para el sector, hoy deben alinearse a nuevas certificaciones a nivel nacional e internacional por ejemplo MOPROSOFT y CMMI para desarrolladores de software) (Economía, 2014).

Para lograr mayor nivel de especialización, es necesario el desarrollo de las capacidades tecnológicas y profesionales en áreas específicas.

Tabla 5. Justificación y objetivos tecnológicos de los Nichos de especialización en el área TIC de Coahuila.

Nicho de especialización	Justificación (oportunidad que aborda o problema que soluciona)	Objetivos tecnológicos
Desarrollo de software y aplicaciones para logística y distribución	Los alcances actuales de la industria logística en el estado son pequeños en proporción a las necesidades reales, lo que abre una considerable oportunidad de desarrollo. El concepto ideal a crear sería el de una Plataforma Logística integral que incluya diferentes tipos de desarrollos inmobiliarios y de servicios, no limitándose sólo a parques logísticos o a centros de distribución.	• Sistemas de inteligencia artificial. • Sistemas de control electrónico. • Sistema de optimización de la recolección de material.
Desarrollo de software y aplicaciones para gobierno electrónico	En 2011, Coahuila se encontraba en el lugar 21 entre las entidades del país en cuanto al índice de gobierno electrónico estatal, por debajo del promedio, y apenas el 13% de sus ayuntamientos contaba con portal o página web con la posibilidad de realizar algún tipo de transacción en línea. Esto explica la necesidad de impulsar un programa que refuerce las	• Desarrollo e implementación de aplicaciones para la web. • Aplicación y uso de cómputo en la nube para la automatización del manejo de archivos de las instituciones gubernamentales para proveer un servicio de calidad a los ciudadanos.

	capacidades gubernamentales de manejo de TICs, para mejorar las relaciones con los ciudadanos y la propia eficiencia gubernamental.	
Desarrollo de sistemas para seguridad de datos	De acuerdo a las condiciones actuales de calidad y seguridad, es preciso desarrollar un programa para apoyar la capacitación y los procesos de certificación para desarrolladores de software, de manera tal que aumente su confiabilidad, lo cual se traduce en mayor competitividad en el mercado.	• Aplicaciones y protocolos criptográficos. • Seguridad física de equipo y sistemas. • Protección de sistemas operativos

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

La selección de los nichos propone integrar la propuesta de valor de los diferentes consejos de vinculación actuales en el sector con agendas claras de trabajo; desarrollar un proceso de revisión, actualización y creación de planes y programas educativos a partir de los requerimientos y tendencias del sector y la creación de programas y/o implementación de los ya existentes para el fortalecimiento del esquema de evaluación de conformidad con los estándares de la industria.

7. CARACTERIZACIÓN DE PROYECTOS ESTRATÉGICOS Y PLAN DE PROYECTOS

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

A continuación se presenta la descripción de los proyectos y la ilustración de su mapa de ruta respectivo para el área de especialización TIC de Coahuila.

7.1. Descripción de Proyectos

7.1.1. Red de desarrollo de aplicaciones para logística del estado de Coahuila.

Objetivo del proyecto: Desarrollar software y aplicaciones para cubrir la demanda del sector de logística y transporte, contando con las certificaciones que demanda este mercado.

Justificación del Proyecto: Uno de los nichos de oportunidad para el desarrollo de software es el del sector logístico en Coahuila. De acuerdo con Enrique Sánchez García (2014), “el hecho de que los alcances actuales de la industria logística en México, y específicamente en la Región Sureste de Coahuila, sean pequeños en proporción a las necesidades reales, abre una tremenda oportunidad de desarrollo. Aquí, tradicionalmente las inversiones se han centrado en la construcción de parques industriales y, en algunos casos, en centros de distribución, pero aunque sean grandes y modernos en realidad no satisfacen las necesidades logísticas. El concepto ideal a crear sería el de una Plataforma Logística integral que incluya diferentes tipos de desarrollos inmobiliarios y de servicios, no limitándose sólo a parques logísticos o a centros de distribución. Una plataforma logística representa una ventana de negocios abierta al mundo, formato que ha fortalecido a varios países”.

Coahuila puede aprovechar la maduración de diversos sectores industriales y sus necesidades para desarrollar sus actividades de logística relacionadas con sus sectores prioritarios (automotriz, agroindustria, manufactura avanzada y energía), aprovechando su proximidad a grandes mercados de América del Norte y otros emergentes.

Conceptualmente, un sistema integrado de logística de una empresa está formado, por lo menos, por tres áreas operacionales: gestión de materiales, gestión de transformación y gestión de la distribución física, cumpliendo cuatro principios:

- Fabricar el producto que corresponda a lo demandado por el cliente.
- Hacer que ese producto esté disponible según los requerimientos del cliente.
- Trasladar el producto hasta el lugar donde el cliente lo solicite.
- Entregar el producto según el plazo acordado (tácita o expresamente) con el cliente.

Para cumplir con estos principios, se requieren innovaciones al menos en los siguientes campos que tienen una dependencia directa del desarrollo de TICs:

- Optimización de las operaciones de transporte: Optimización, planeación y control de transporte (TMS)
- Sistema de Intercambio electrónico de datos - manipulación de mercancías (EDI)
- Sistema de optimización de la recolección de material, extrayendo conjuntos empaquetados de una unidad superior (Optimización del *picking*)
- Identificación por Radio Frecuencia (RFID o *Radio Frequency IDentification*)
- Posicionamiento global o seguimiento satelital de embarques (GPS)
- Envío remoto de información remota desde vehículos de carga
- Optimización de operación de centros de distribución y estructuración de la red de distribución: Gestión de centros de distribución (*Warehouse Management System* o WMS); identificación de mercancías vía código de barras; automatización de bodegas; embalaje de producto terminado; sistemas de organización de mercancías, etc.

Descripción: Se trata de crear una red de colaboración interinstitucional con el objeto de generar una oferta de servicios de desarrollo de software y aplicaciones para apoyar a las empresas de logística del estado. Esta Red debe ser coordinada por una institución privada, idealmente alguno de los dos *clusters* existentes en Coahuila y contar con la participación de empresas que ya tienen experiencia en el desarrollo de software a la

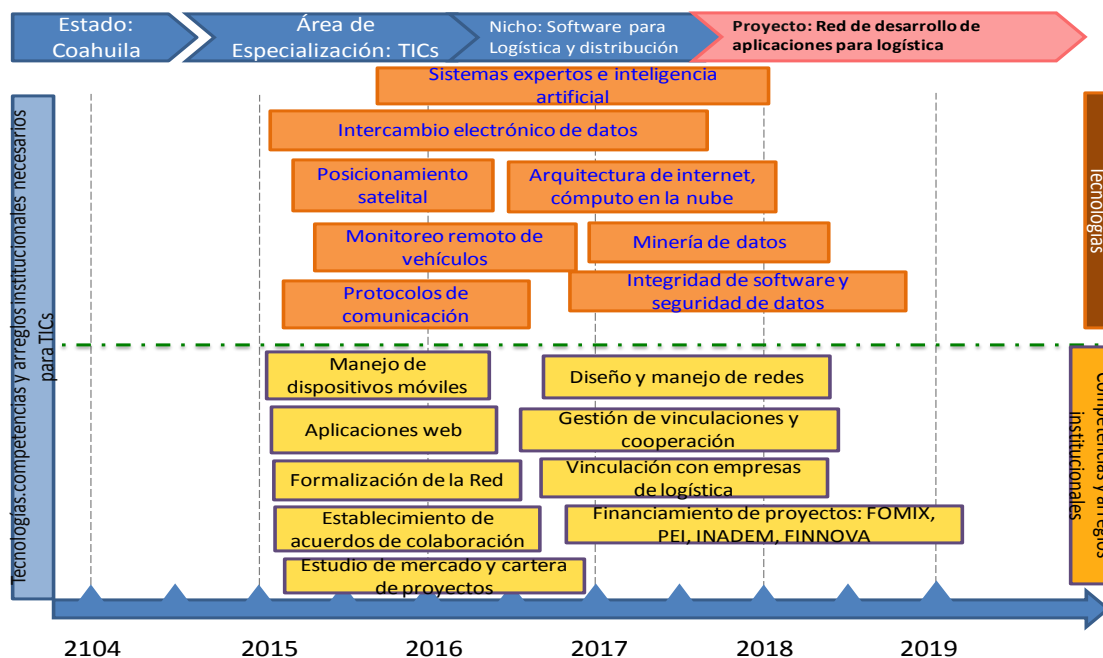
medida para aplicaciones en facturación electrónica, administración de operaciones y rastreo de cargas.

Se requiere además trabajar en el desarrollo de recursos humanos capaces de crear productos y dar servicios de alta calidad y competitivos a nivel mundial. Es necesario que la definición de conocimientos y capacidades específicas que demanda el sector se dé en el marco de la vinculación entre empresas y academia con la finalidad de que la formación y capacitación se orienten a las necesidades específicas. La vinculación mencionada requiere que las principales instituciones académicas y centros de investigación se integren a la Red.

Los factores críticos para el éxito del proyecto son:

- Apoyo de los sectores público y privado para las asignación de recursos a proyectos específicos de la Red. Estos recursos pueden provenir de programas como el PEI, PROSOFT o INADEM.
- Liderazgo del *cluster* de TIC.
- Participación de empresas de logística en la Red
- Coordinación con instituciones académicas para alinear la formación de recursos humanos con las necesidades del sector.
- Realización de un estudio de mercado para identificar las demandas específicas de las empresas de logística. Dicho estudio puede ser financiado con recursos del FOMIX Coahuila o del Programa FINNOVA.
- Conocimiento y cumplimiento de las normas de certificación en el área.
- Incorporar tecnologías, competencias y arreglos institucionales ilustrados en el siguiente mapa de ruta.

Ilustración 10. Mapa de ruta: Red de desarrollo de materiales para proveedores de la industria TIC



Fuente: CamBio Tec, 2014

7.1.2. Programa de desarrollo de tecnología para gobierno electrónico en dependencias estatales y municipales.

Objetivo del proyecto: Promover la adopción de mejores prácticas de gobierno mediante el uso de TICs para facilitar la interoperabilidad entre diferentes dependencias gubernamentales, proveer un mejor servicio a la ciudadanía y manejar adecuadamente los archivos e información a nivel de dependencias y ayuntamientos.

El proyecto también presenta otros objetivos particulares:

- Generar un sistema de información confiable que integre los programas de gobierno con los comentarios y puntos de vista de los ciudadanos
- Manejar archivos gubernamentales de forma automatizada y confiable

- Conocer los principales intereses de la comunidad antes de realizar cambios o nuevos desarrollos
- Establecer mecanismos confiables para conocer la opinión de los usuarios

Justificación del proyecto: De acuerdo con Palacios y Flores-Roux (2012), “la medición más seria que existe a nivel estatal de los esfuerzos del gobierno electrónico es el “Índice de Gobierno Electrónico Estatal” (IGEE), que desde 2006 analiza la utilidad de los portales de los gobiernos estatales para con los ciudadanos. Éste consiste en un cuestionario de 143 preguntas que se clasifican en 5 componentes: Información, Interacción, Transacción, Integración y Participación.

El componente de “Información” mide el despliegue de información relevante sobre asuntos de la administración pública como anuncios, noticias, trámites, eventos, estadísticas, transmisión de videos en línea del poder ejecutivo, mapa del sitio e información de las dependencias. El componente de “Interacción” evalúa la comunicación que se pueda tener con el webmaster y funcionarios del gobierno estatal mediante ligas, chats, etcétera. En el componente de “Transacción” se evalúa si se pueden llevar a cabo pagos en línea, la “Integración” hace referencia a la capacidad de los portales de presentarse como una ventanilla única de atención al ciudadano haciendo transparente qué agencia o agencias están a cargo de la entrega de servicios o información, y la “Participación” analiza si los portales de gobierno ofrecen al ciudadano la habilidad de socializar, entre el gobierno y el ciudadano, entre dependencias, y entre ciudadanos”.

En 2011, Coahuila se encontraba en el lugar 21 entre las entidades del país en cuanto al índice de gobierno electrónico estatal, por debajo del promedio y apenas el 13% de sus ayuntamientos contaba con portal o página web con la posibilidad de realizar algún tipo de transacción en línea.

Lo anterior brinda evidencia de la necesidad de impulsar un programa que refuerce las capacidades gubernamentales de manejo de TIC para mejorar las relaciones con los ciudadanos y la propia eficiencia gubernamental.

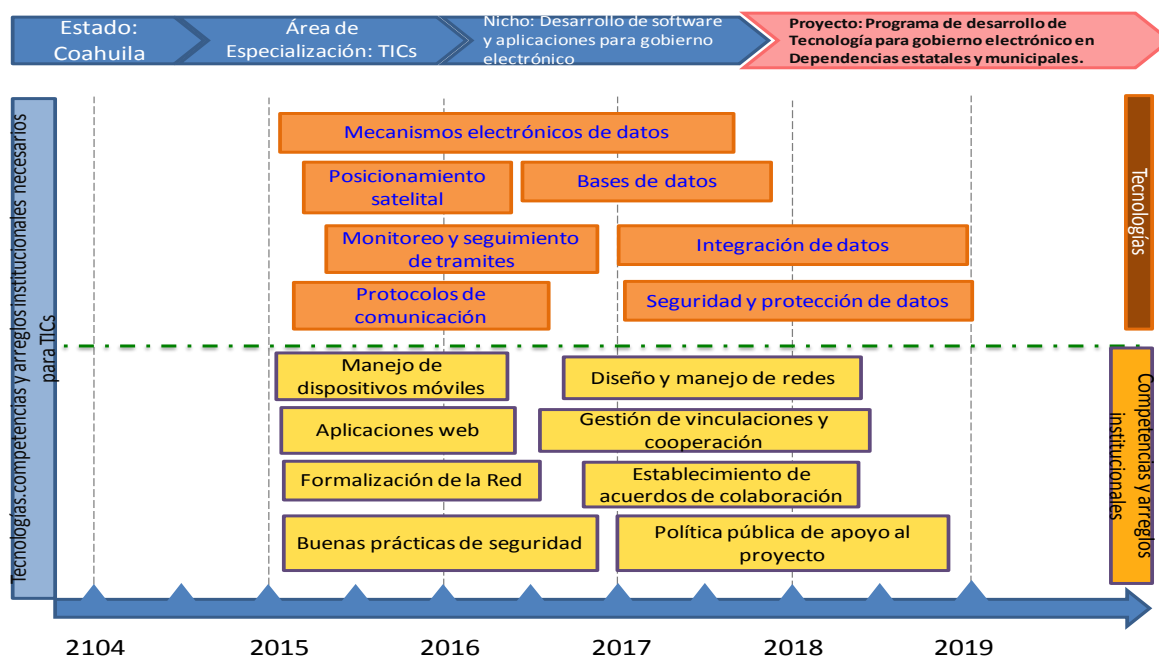
Descripción del proyecto: Se trata de un programa para fomentar el desarrollo de aplicaciones de las TIC para la solución de problemas actuales del gobierno electrónico. El programa debe incluir actividades como las siguientes:

- Desarrollo de metodologías para homogenizar y estandarizar la información.
- Desarrollo e implementación de aplicaciones para la web y uso del cómputo en la nube para la automatización del manejo de archivos de las instituciones gubernamentales para proveer un servicio de calidad a los ciudadanos
- Desarrollo de portales de gobiernos municipales donde los ciudadanos puedan realizar trámites y manifestar sus preocupaciones e intereses en relación a su comunidad.
- Desarrollo de protocolos de interacción con el gobierno para dispositivos móviles.
- Administración de redes sociales

Los factores críticos para el éxito de este programa radican en:

- Coordinación del programa por parte del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología
- Existencia de un fondo semilla para lanzar una convocatoria para la presentación de propuestas de proyectos específicos que deberán contar con un cliente específico y aportación paritaria de recursos por parte de la empresa proponente.
- Desarrollo de estándares de calidad de software para las aplicaciones
- Ejercicio del poder de compra de gobiernos municipales y dependencias estatales para incorporar soluciones de gobierno electrónico desarrolladas por empresas locales.
- Participación de instituciones académicas y de investigación para sensibilizar y capacitar funcionarios gubernamentales en el uso de TICs para la prestación de servicios gubernamentales.

Ilustración 11. Mapa de ruta: Programa de desarrollo de tecnología para gobierno electrónico en dependencias estatales y municipales.



Fuente: CamBioTec, 2014

7.1.3. Desarrollo de un programa de capacitación y certificación para aseguramiento de la calidad del software y la seguridad informática

Justificación del proyecto: Los resultados de la consulta realizada en los talleres sectoriales revelan la preocupación por contar con sistemas que garanticen la calidad del software y la seguridad informática.

La definición de la calidad del software según la IEEE, Std. 610-1990, es “el grado con el que un sistema, componente o proceso cumple los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario”. En el caso del software, éste debe contener las siguientes características:

- **Fiabilidad:** Capacidad de operar sin errores.
- **Modificable:** Posibilidad de realizarle cambios necesarios de una forma sencilla.
- **Rendimiento:** Velocidad y especificidad del software para atender problemas concretos.
- **Utilizable:** Capacidad de uso sencillo del software.
- **Comprobable:** Capacidad de construir y ejecutar fácilmente casos de prueba.
- **Portable:** Capacidad de mover el software fácilmente de un entorno de trabajo a otro.

La seguridad informática o seguridad de tecnologías de la información es el área que se enfoca en la protección de la infraestructura computacional y todo lo relacionado con ésta y, especialmente, la información contenida o circulante, con el fin de contar con sistemas de información seguros y confiables. Para ello existen una serie de estándares, protocolos, métodos, reglas, herramientas y leyes concebidas para minimizar los posibles riesgos a la infraestructura o a la información. La seguridad informática comprende software, bases de datos, metadatos y archivos, y hardware frente a todo evento que signifique un riesgo de falla o de uso inadecuado de información confidencial.

Tomando en cuenta estos conceptos y la necesidad expresada, se requiere un programa para apoyar la capacitación y los procesos de certificación para desarrolladores de software, de manera tal que aumente su confiabilidad, lo cual se traduce en mayor competitividad en el mercado.

Descripción del proyecto: El programa se relaciona con un esquema integral de capacitación y apoyo a la certificación en el que participen activamente los dos *clusters* de TICs, así como las instituciones de educación superior del estado para cubrir los siguientes temas:

- Ingeniería social
- Criptografía, algoritmos y mecanismos de seguridad.
- Aplicaciones y protocolos criptográficos

- Seguridad física de equipo y sistemas.
- Protección de sistemas operativos
- Vigilancia de los sistemas de información, detección y prevención de intrusos
- Modelos y sistemas de control de acceso
- Normatividad internacional
- Administración de riesgos
- Herramientas y protocolos de seguridad
- Buenas prácticas de seguridad

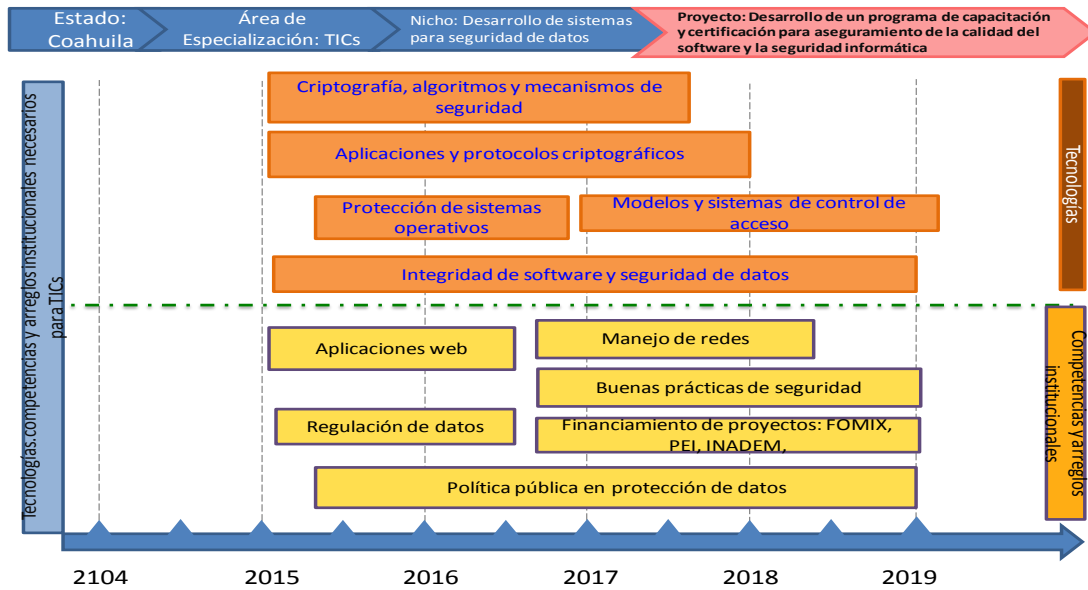
En cuanto a la certificación de calidad en los procesos de desarrollo de software, es importante cubrir lo que contemplan los modelos de madurez:

- CMM (Capability Maturity Model) y CMMI (CMM Integrated)
- ISO 15504 SPICE (Software Process Improvement and Capability dEtermination)
- ISO 9000
- NYSE NMX-I-059/02 (Moprosoft y Evalprosoft) Norma Mexicana

Los factores críticos de éxito de este programa se relacionan con lo siguiente:

- Liderazgo por parte de los *clusters* de TICs presentes en el estado.
- Financiamiento del programa de fuentes públicas (PROSOFT, Mexico FIRST, FINNOVA e INADEM) y privadas (las empresas interesadas en aumentar su competitividad a partir de la calidad).
- Participación activa de las instituciones de educación superior para integrar estrategias pedagógicas efectivas, con una fuerte orientación práctica.
- Participación de docentes certificados con experiencia práctica en temas de calidad y seguridad.
- Supervisión de la efectividad del programa por parte del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología.

Ilustración 12. Mapa de ruta: Desarrollo de un programa de capacitación y certificación para aseguramiento de la calidad del software y la seguridad informática



Fuente: CamBioTec, 2014

7.2. Matriz de proyectos

Tabla 6. Matriz de proyectos del área TIC de Coahuila

Nicho de Especialización	Proyecto y tipo (Prioritario/ Complementario)		Descripción	Potenciales fuentes de financiamiento
Desarrollo de software y aplicaciones para logística y distribución	Red de desarrollo de aplicaciones para logística del estado de Coahuila.	P	Desarrollar software y aplicaciones para cubrir la demanda del sector de logística y de transporte, contando con las certificaciones que demanda este mercado.	PEI, INADEM, MEXICOFIRST, SE-PROSOFT
Desarrollo de software y aplicaciones para gobierno electrónico	Programa de desarrollo de tecnología para gobierno electrónico en Dependencias estatales y municipales.	P	Promover la adopción de mejores prácticas de gobierno mediante el uso de TIC para facilitar la interoperabilidad entre diferentes dependencias gubernamentales, proveer un mejor servicio a la ciudadanía y manejar adecuadamente los archivos e información a nivel de dependencias y ayuntamientos.	PEI, INADEM, MEXICOFIRST, SE-PROSOFT
Desarrollo de sistemas para seguridad de datos	Desarrollo de un programa de capacitación y certificación para Aseguramiento de la calidad del software y la seguridad informática.	P	Desarrollar un programa para apoyar la capacitación y los procesos de certificación para desarrolladores de software, de manera tal que aumente su confiabilidad, lo cual se traduce en mayor competitividad en el mercado.	PEI, INADEM, MEXICO-FIRST, SE-PROSOFT

Fuente; CamBioTec, A.C., 2014

7.3. Propuestas para fortalecer el sistema estatal de innovación en el área TIC

Un tema esencial para que exista una ejecución adecuada de la Agenda de Innovación es fortalecer la formación de recursos humanos y su especialización en diversas disciplinas y su aplicación al área TIC. La formación será óptima en el momento en que los recursos humanos puedan incorporarse en proyectos de investigación relevantes, por lo que es de gran trascendencia que la agenda vaya acompañada de apoyos públicos para becas e investigación.

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

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

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

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

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

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

Las empresas requieren del sistema estatal de innovación:

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

8. REFERENCIAS

BID (2012), Banco Interamericano de Desarrollo, México, Septiembre de 2012.

Business Software Alliance (2014). La brecha de cumplimiento. Encuesta Global sobre software de BSA.
http://globalstudy.bsa.org/2013/downloads/studies/2013GlobalSurvey_Study_es.pdf

CANIETI (2014). Diálogos sobre el Programa Nacional de Banda Ancha. 20 de Junio 2014.

_____ (2013). PROSOFT. La Política Pública que ha transformado una Industria. 2013.

García, C. (2014). Medios Creativos Digitales. Secretaría de Economía. 24 de marzo 2014.

Gabriel Contreras Saldívar. México ante una nueva era en el Sector Telecomunicaciones. 20 junio 2014.

Instituto Mexicano para la Competitividad A.C. (2014). Recomendaciones de política pública para su nacimiento, crecimiento y consolidación.
http://imco.org.mx/wpcontent/uploads/2014/05/20140507_Los_Emprendedores_de_TIC_en_Mexico.pdf

Instituto Nacional del Emprendedor (INADEM) (2014). Incubadoras y Aceleradoras. Fortalecimiento de Incubadoras y Aceleradoras para las empresas de México.
https://www.inadem.gob.mx/incubadoras_y_aceleradoras.html

Moreno, C. (2013). México, nuevo paraíso creativo. El Economista 17 noviembre 2013.
<http://eleconomista.com.mx/entretenimiento/2013/11/17/mexico-nuevo-paraíso-creativo>

Palacios, J., Flores-Roux, E.. Diagnóstico del Sector TIC en México. Conectividad e inclusión social para la mejora de la productividad y el crecimiento económico.

Sebastián Rovira, Giovanni Stumpo compiladores. Entre mitos y realidades. TIC, políticas, públicas y desarrollo productivo en América Latina. ONU-CEPAL, Marzo 2013.

Select. Análisis de la industria de TI para evaluar los logros de los componentes del Banco Mundial y de las estrategias del PROSOFT. Reporte preparado para ImpulsaTI y la Secretaría de Economía. 28 de septiembre 2012.

SIEM (2014). Estadísticas, entidad federativa y actividad. 4 de Julio de 2014.
www.siem.gob.mx

Standard Glossary of Software Engineering Terminology, IEEE STD 610-1990, IEEE 1990.

