

Estudio diagnóstico de madurez tecnológica y para la innovación e internacionalización.

QUERÉTARO

CANACINTRA

LA FUERZA DE LA INDUSTRIA



knoware

Estudio diagnóstico de madurez Tecnológica y para la innovación

El desarrollo de un **ecosistema de innovación** y en paralelo el **sistema de gestión de talento** que le da sustento, parte de definir las bases desde las cuales se pretende construir. Es por ello que el proyecto para el desarrollo de un Campus de Innovación, parte de construir un **mapa de capacidades** para la innovación, a través de un inventario. El **Consejo de Ciencia y Tecnología de Querétaro** ha captado los principales integrantes del ecosistema de ciencia, tecnología e innovación.¹⁹

Un **mapa capacidades** se construye al sumar las **capacidades del talento** y de la **infraestructura** disponibles en una región, en este caso especialmente se analizaron las capacidades para la innovación en el tema de las tecnologías relacionadas con la **i4.0**. A partir de las experiencias desarrolladas en los casos de Guadalajara y Puebla, y con el propósito de generar modelos replicables en el resto del país, se enfoca la importancia de contar con un inventario de talento asociado con i4.0 y a su vez, un inventario de **laboratorios y servicios**.

De conformidad con el modelo presentado en el capítulo anterior, los factores más importantes para establecer ecosistemas de innovación incluyen una visión dinámica, que cuenta con una agenda compartida, entre las empresas, sus clústeres y las IES, y con una cultura de aprendizaje que se pueda adaptar a la innovación basada en retos.

Específicamente, esos elementos se identificaron en el Estado de Querétaro, a la vez que la oportunidad de conjuntarlos para crear un modelo de Campus de Innovación, razones por las cuales, sus autoridades, empresarios, académicos y consultores se propusieron desarrollar el ecosistema completo. Por ello, nos propusimos enfocar también la realización del inventario de capacidades, en el Estado de Querétaro.

Presentamos, en consecuencia, un inventario del talento en i4.0 desde la perspectiva del **Sistema Nacional de Investigadores**, tanto con una cobertura nacional como en la región específica de Querétaro. Esto permite identificar, en una primera instancia, cuáles son los temas de enfoque en el país, y en el Estado.

“Un mapa capacidades se construye al sumar las capacidades del talento y de la infraestructura disponibles”

En adición, presentamos un inventario de la infraestructura de los principales laboratorios, tanto públicos como privados, en el ámbito de la i4.0 en el Estado de Querétaro. Incluye laboratorios tanto de las **IES** como de los centros de investigación y las empresas. En este análisis identificamos las **líneas de investigación** reportadas y las áreas de servicio de estos laboratorios, que en ambos casos reflejan la **capacidad local**.

Inventario de Capacidades de Innovación

Nombre documento	Descripción	Formato
Inventario 2016 Directorio - Querétaro	Directorio de unidades económicas que se encuentran o realizan operaciones en el estado de Querétaro. El Directorio incluye datos de contacto, dirección, descripción de la principal actividad económica (con base en el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte "SCIAN") de las empresas, así como el total de empleados con los que cuenta.	.xlsx
Directorio Investigadores en SIN especialidades - Querétaro	Directorio de los investigadores que se encuentran en el estado de Querétaro, que tienen como línea de investigación temas relacionados a industria 4.0 y que se encuentran registrados en el padrón de investigadores del Sistema Nacional de Investigadores (SIN) del CONACYT. En el Directorio se puede identificar al investigador, sus líneas de investigación y especialidad, así como la dependencia en la que realiza sus actividades. Se debe decir que el documento se enfoca en el personal que se encuentra realizando actividades académicas en las principales Instituciones de Educación Superior de Querétaro. Por lo tanto, no se debe de considerar como el ecosistema total de investigadores que hay en la entidad.	.xlsx
Directorio Padrón Nacional de investigadores - i4.0	Directorio de todos los investigadores registrados ante el SNI, que realizan actividades académicas y de investigación afines a i4.0 En el documento se puede identificar al investigador, sus líneas de investigación y especialidad, así como la dependencia en la que realiza sus actividades y la entidad en la que se encuentra.	.xlsx
Laboratorios y servicios - Querétaro	Directorio de los laboratorios instalados en las principales IES del Estado de Querétaro, con la descripción de los servicios que prestan. Se debe decir que estos laboratorios están enfocados principalmente en actividades relacionadas a i4.0	.xlsx
Laboratorios. 2018 Querétaro	Localización geográfica de los laboratorios que existen en el Estado de Querétaro, que tiene instalada la iniciativa privada y de las Instituciones de Educación Superior.	.pptx
Encuesta i.40 Respuestas	Resultados de la encuesta aplicada a empresas del Estado de Querétaro, para cuantificar su conocimiento y uso de tecnologías de industria 4.0 a lo largo de su cadena de valor. Los resultados se muestran por tipo de pregunta, de acuerdo con las tecnologías o herramientas elegidas.	.pptx

En la tabla siguiente, se presenta un resumen de las bases de datos y documentos de soporte del inventario de capacidades de innovación.

Las bases de datos y documentos referidos en esta sección están disponibles como anexos bajo los entregables de inventarios de capacidad.

El sitio para consulta queda simultáneamente disponible en el Consejo Nacional de Clústeres de Tecnología de Información – **CNCTI** y en **Knoware**.

Visión y estrategia

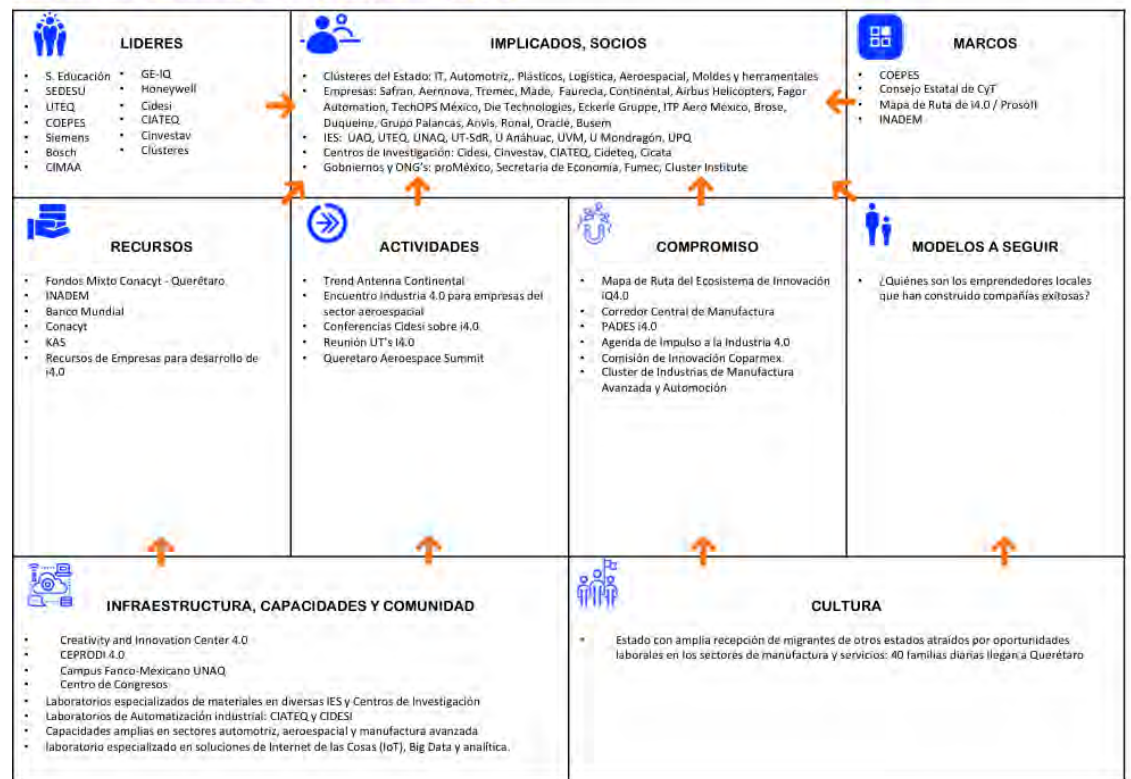
Señalamos anteriormente, cómo **Sociedad 4.0** es un concepto que se debe adoptar para enfrentar los retos que se originan en la coexistencia con la **Industria 4.0**, junto con la necesidad de pensar también en **Educación 4.0**, de una forma tal que se puedan desarrollar estrategias armónicas que conlleven a la sinergia entre industria, educación y sociedad, y a la vez, generen un ecosistema balanceado y progresivo.

Siguiendo la visión del **Consejo Nacional de Clústeres de Tecnología de Información**, se trata de adoptar esquemas basados en la innovación, que a su vez impulsen esas tecnologías en particular, a niveles tales que influyan en toda la sociedad, tanto en el gobierno, como en los ciudadanos. Por ello es preciso que los modelos de innovación en las

Instituciones de educación superior se atiendan con sentido de urgencia, de manera que su proceso se adapte paralelamente a las **innovaciones sociales** y a las de la industria 4.0, tanto en el ámbito nacional, como en el regional.

En la revisión de las condiciones para iniciar el proyecto, se encontraron tres elementos que contaban con definiciones y comprensión, sobre la urgente necesidad de transformar las **IES**, a partir de las necesidades identificadas por las empresas y sus clústeres, en ambos casos, para enfrentar los retos de la Cuarta Revolución industrial. Por lo anterior, es primordial identificar las condiciones con las cuales los actores principales van aceptando que se trata no solo de incorporarse a la I 4.0 con IES de tipo 4.0, sino de configurar una **sociedad 4.0**.

Liempo del Ecosistema de Innovación iQ4.0



Identificación de nichos de innovación.

Siguiendo el enfoque metodológico propuesto, uno de los factores que muestra la importancia de adaptar su sociedad a los **retos** de la i4.0, es el **conocimiento** y **entendimiento** por parte de los dirigentes sobre la aparición de nuevos retos, y las medidas que deben adoptar en función de los requerimientos para la evolución simultánea de **industrias** y **universidades**.

En el caso particular de Querétaro, hay una convicción clara de largo plazo, sobre el futuro potencial y el crecimiento, tanto en el gobierno, como en sus empresas locales, así como en sus **IES**. Algunas de las medidas de alto impacto que se han adoptado en el Estado son:

- o Fortalecimiento de las políticas de fomento
- o Organización de Clústeres
- o Organización de las IES – Comisión Estatal de Planeación
- o Creación de la Secretaría de Desarrollo Sostenible
- o Liderazgo de la Universidad Tecnológica de Querétaro.



Como reenfoque a la visión tradicional para el desarrollo de competencias, el equipo consultor plantea temas de consideración ante el **gobierno**, la **academia** y las **empresas**:

- o La necesidad de habilitar contenedores, que se basan en **habilidades suaves** (soft skills) y ofertas amplias de **competencias** (tipo supermercado de competencias) que los estudiantes eligen, y se validan a través de una plataforma de gestión de talento. Las competencias se adquieren a través de diferentes “empaques” o formatos, que incluyen modalidades presenciales, virtuales o híbridas, y se someten a procesos de certificación bajo rigurosos estándares de industria a nivel global.

- o La urgencia de visualizar plataformas de valor para la empresa, basadas en su gestión de talento para la i4.0

- o La adopción de plataformas para gestión de talento que utilizan sistemas de inteligencia artificial para calificar las habilidades, a partir de su valor en los mercados, la organización de clústeres de habilidades, y la aproximación de cercanías de otros clústeres de habilidades que tienen mayor valor en mercado, mediante visualización de distancia y de rutas o trayectorias de habilidades.

- o La adopción de sistemas de educación personalizados, y ajuste flexible a través de elección de rutas de mayor valorización.

- o La exploración de la capacidad de las empresas para absorber talento y de su capacidad para convertirlo en proporción elevada de su agregación de valor a los productos o servicios que propone al mercado.



La capacidad de las empresas para retener el talento, refleja su capacidad de innovación, e incorpora el análisis retroactivo de acciones de **desarrollo de talento** vs. **inversión en tecnología**. Sin embargo, la práctica refleja una realidad crítica y preocupante, por la baja disposición de las empresas para realizar acciones de vinculación con las IES. Bajo tales condiciones, se puede identificar que hay necesidades de:

Crear Planes de Desarrollo
Reducir la Inhabilidad para Retención
Realizar re diseño de Plan de Carrera
Invertir en Definición y adquisición de Competencias

Otro aspecto por considerar es la **migración de talento** y las luchas corporativas por adquirir talento formado, a través de incentivos de remuneración, que en la actualidad están cambiando por incentivos de espacio para innovación y participación en retos relevantes. Hay iniciativas como “reforestación de talento” que se convertirán en compromisos empresariales del futuro. Son compromisos de **auto-sustentabilidad** de la competitividad empresarial, basada en talento.

De esta manera, se propone la iniciativa de un Campus de Innovación para el Estado de Querétaro, a partir de la experiencia en Puebla con las universidades y empresas como Volkswagen y Audi. En sesiones de trabajo conjuntas que involucran al Gobierno, las empresas de los principales clústeres de la región y las IES de la región, expusimos los fundamentos del modelo, y se creó el espacio de intercambio de ideas, experiencias y proyecciones.

Por la experiencia en Querétaro, las alianzas iniciales han generado líneas de acción interna para innovación y desarrollo. Involucra asignaciones precisas de tareas y relaciones en tres elementos clave de empresa y de las IES:

- o Líderes de la planta de producción y ejecutivos
- o Líderes académicos y profesores de asignaturas y laboratorios
- o Comunidad de estudiantes interesados en retos

En paralelo, las acciones iniciales, específicamente de **IES y empresas**, deben conducir a la creación de bancos de **proyectos monetizables**; así como a la redefinición de derechos de **propiedad intelectual** por sector.

Como seguimiento de la propuesta para desarrollar el Campus de Innovación para Industria 4.0 en Querétaro, se analiza su impacto con el Gobernador del Estado, como parte de una estrategia de innovación dirigida. Se busca concertar al gobierno con IES y empresas, a través de oportunidades originadas en **necesidades reales**.

Un Campus de Innovación puede involucrar las iniciativas binacionales de los **FORDECYT** y de **CONACYT**. El Gobierno del Estado de Querétaro, la UTEQ y otros actores consideraron pertinente la planeación de un horizonte de 15 años,

atendiendo con visión los cambios en el escenario, y en conjunto con las IES enfocar temas tales como autos autónomos, horizonte Querétaro 2030, Centro de Física, líneas de convenio con UNAM, aeronáutica, búsqueda de alternativas a casos como las lavadoras de MABE, manufactura digital, y en general sistemas informáticos complejos.

La **UTEQ** avanza en **i4.0** porque hay necesidad real en el Estado, y le interesa que las empresas obtengan elementos para calificar su capital humano. La iniciativa de Campus de Innovación se presenta como resultante de la visión de especialistas, basada en experiencia, y que identifica en la implantación de Industria 4.0, elementos críticos como los análisis prospectivos, para la construcción de futuro, identificando **desafíos y retos**.



Clústeres regionales

La **Universidad Tecnológica de Querétaro** ha logrado mantener un proceso formal de **vinculación** con importantes empresas **nacionales** y **regionales** que operan en el territorio. El ambiente de relaciones exitosas Universidad – Empresa ha permitido que se establezca en la UTEQ el **Centro de Creatividad e Innovación** (CIC por sus siglas en inglés), en asociación con empresas como **Intel**, **CISCO**, **SIEMENS**, con la participación de **FUMEC**.

El **CIC** dispone de laboratorios de especialidad, espacios para formación profesional, y lleva a cabo sesiones de órganos de coordinación y desarrollo. La asociación beneficia principalmente a los **clústeres de Tecnologías de Información, automotriz y aeroespacial**.

Es notable el enfoque sobre **i4.0** del CIC, que inspira las actividades y la distribución del espacio físico, el cual es asignado por proyectos. Gran parte de los trabajos se enfocan en las **áreas de tecnologías de información y digitalización**, manufactura avanzada, bases de datos, sistemas embebidos, entre otros.

Algunos de los espacios se enfocan en el área de Inteligencia y Cognitiva con IBM, sistemas de control con Siemens, y sistemas complejos embebidos con MABE.

Cabe mencionar que, en asociación con FUMEC (Fundación México – Estados Unidos para la Ciencia), se apoyan iniciativas como:

- o La generación de proyectos binacionales de cooperación avanzada en Industria 4.0 con iniciativas de alto impacto regional. La UTEQ participa activamente en el establecimiento de la Universidad de Arizona en el Estado, y en convocatorias del CONACYT y de la Secretaría de Economía para proyectos binacionales promotores de la innovación.
- o La iniciativa ALÍATE para impulsar el apoyo a las empresas con el modelo canadiense de MITAC.
- o El programa TechBA -creado en 2004 por FUMEC y la Secretaría de Economía- con el objetivo de facilitar el acceso de las empresas mexicanas de tecnología a los ecosistemas de negocio más dinámicos a nivel mundial, mediante servicios dirigidos a ayudarlas a crecer de forma acelerada.

Las iniciativas de UTEQ enfocan el servicio a los principales clústeres de la región, los cuales se concentran en las prioridades estratégicas para Querétaro, considerando los desarrollos e inversiones más recientes. Los Clústeres más relevantes de la región incluyen:

Automotriz	(300 Empresas / 15 IES / 50 Mil empleos)
Aeroespacial	(80 Empresas / 5 IES / 10 Mil empleos)
Tec. de Información	(350 Empresas / 25 IES / 15 Mil empleos)
Plásticos	(200 Empresas / Recién creación)

Instituciones de Educación Superior

El ecosistema en la región que se enfoca a enfrentar los retos emitió, con el liderazgo de la UTEQ, una convocatoria a sesiones de trabajo entre dirigentes de las IES de la región y los clústeres de industria.

Convocados por la rectoría de UTEQ y la Secretaría de Educación, se presentó el tema de Ecosistemas de innovación ante rectores y dirigentes de IES, para conocer la Iniciativa Campus de Innovación y la estrategia de vinculación entre Educación 4.0 y la industria 4.0 para el Estado de Querétaro.

Los participantes de IES, empresas y gobierno acordaron los siguientes compromisos:

- o Convocar a los dirigentes de las IES reunidos en el marco de COEPES – Comisión Estatal para Planeación de la Educación Superior²⁰, para presentar formalmente la iniciativa de Campus de Innovación y detectar las posibilidades de adhesión.
- o Realizar con los interesados tanto de industria como de academia, el inventario de capacidades y la detección del estado de madurez institucional, para los procesos de innovación.
- o Presentar la iniciativa de Campus de Innovación ante el cuerpo directivo de la Universidad de Arkansas, como caso especial.

El esquema de colaboración adoptado es el de apoyarse en la COEPES, como instrumento de coordinación, y ésta se reconoce como una fórmula replicable en otras regiones y estados del país, donde se cuenta con organismos de la misma naturaleza.

Algunas de las funciones de la COEPES, que resultan relevantes en la instrumentación del modelo de Campus de Innovación, integrando las IES con los clústeres y empresas, apoyadas por el gobierno local son:

- o Colaborar con la Secretaría de Educación del Estado de Querétaro en la elaboración del Programa Sectorial de Educación Superior²³
- o Diseñar y proponer políticas y criterios específicos para la planeación, desarrollo y reorientación de la oferta de Educación Superior en el Estado, conforme a las perspectivas y necesidades del desarrollo económico y social
- o Proponer la metodología para formular indicadores y estándares dirigidos a evaluar periódicamente los distintos aspectos de la Educación Superior
- o Diseñar y proponer los criterios y la metodología para la elaboración de estudios de factibilidad sobre la pertinencia de la apertura de nuevas IES en la entidad, sus planes y programas de estudio, así como nuevas modalidades educativas
- o Proponer estrategias para el mejoramiento de la calidad educativa basada en procesos de evaluación, acreditación y certificación



²⁰ COEPES Querétaro - Comisión Estatal para Planeación de la Educación Superior. <http://coepesqro.org.mx/>

Hacemos notar la fluidez que alcanza el proceso de relacionamiento entre los representantes de los diferentes **actores** para integrar un **ecosistema de innovación**, lo cual habilitó la puesta en marcha de una implementación del modelo propuesto de **Campus de Innovación**, en el Estado.

En sesión de la **COEPES** se realiza la exposición de motivos sobre la urgente necesidad de transformar las **IES**, ante los representantes, de los clústeres, empresas y agentes del gobierno, se atiende con una agenda que incluye elementos de atención:

o **Presentación del tema.** Vice-rectoría de UTEQ, reitera el compromiso de la universidad con los desarrollos ya logrados, y para realizar actividades de mediano plazo con los clústeres de industria y empresas de avance tecnológico

o **Vinculación:** Con intervención del rector de UTEQ, se señala el compromiso ya evidente con los temas de i4.0 y las acciones tomadas para materializar relaciones de vinculación efectiva, con empresas de alto impacto a través de laboratorios conjuntos. También se confirma el interés en el modelo de Campus de Innovación, y la voluntad de participar en conjunto con otras IES en la puesta en práctica del programa para realizar el inventario de capacidades y la creación de un mecanismo de asociación entre los participantes.

o **Presentación del Ecosistema de innovación.** Se consideraron temas como:

- Cuarta revolución industrial
- Mapa de Ruta de Industria 4.0
- Retos para las IES en consecuencia de la I4.0
- Modelos de Campus de Innovación
- Importancia de adhesión de las instituciones en un ecosistema
- Definir interés formal de participación

o **Experiencia Innovation Campus – Volkswagen Puebla.** El Director del programa explica la asociación entre el grupo corporativo empresarial y las universidades de la zona. Reconoce los logros del campus y la formalidad de los compromisos entre las Universidades y el grupo de empresas en la atención de problemas reales de la industria.

o **Acuerdos de IES y clústeres.** Como expresión de la asociación de voluntades, independiente del tipo de organización, se proponen las siguientes actividades:

- Definir formalmente, en cada caso, las posibilidades de adhesión
- Adoptar y fortalecer las acciones en el corto plazo que ya cuentan con recursos, de forma que no signifcan erogaciones a los participantes
- Explorar las posibilidades de acceso a fondos especiales para las acciones en el mediano plazo
- Realizar las consultas internas que permitan decidir, al interior de las instituciones, su participación en el ecosistema, con el modelo de Campus de Innovación

Corredor Tecnológico

La visión regional se fortalece con la configuración de enlaces entre las universidades y los clústeres de otras zonas del país, en general, las adyacentes.

Es evidente que los clústeres de la industria estén interesados en conectar entre sí sus proyectos que han realizado en diferentes Estados del país. Una situación similar acontece con las universidades, especialmente aquellas que tienen sedes o campus en diferentes zonas geográficas y que consideran de alta conveniencia el compartir las experiencias en desarrollo y los retos de innovación por temáticas, o por regiones.

En el caso de Querétaro, resultó natural y conveniente la asociación con los clústeres de la región del bajío, que incluye a los Estados de Guanajuato, Aguascalientes y San Luis Potosí. De esta forma, se visualiza un ecosistema extendido, bajo un modelo común, que conecta entre sí, retos de innovación, y experiencias de vinculación que puedan ser atendidas con el desarrollo de varios campus de innovación.

Simultáneamente el proyecto de clústeres de tecnología de Puebla, que ha puesto en práctica la estrategia de Campus de Innovación, bajo el liderazgo corporativo de Volkswagen, también consideró la conveniencia de asociar las experiencias para la región de Puebla – Tlaxcala, con las del Bajío. Se abren así, oportunidades sinérgicas.

Las nuevas consideraciones proponen **reconfigurar** los enlaces entre las **universidades y los clústeres**, de forma que se pueda establecer un corredor tecnológico, que habilite la cooperación e intercambio de experiencias y, en el futuro inmediato, programar una fase superior del proceso, con el uso compartido de instalaciones, intercambio de profesores y estudiantes, al igual que de asesores de industria, así como compartir los retos de diseño, que conllevan los métodos subyacentes en los Campus de Innovación.

“Las nuevas consideraciones proponen reconfigurar los enlaces entre las universidades y los clústeres, de forma que se pueda establecer un corredor tecnológico”

Una notable asociación emerge con la creación simultánea de **Ejes de talento**, los cuales, bajo esquemas conectados de colaboración, habilitan altos desempeños para el **corredor tecnológico**. Ya son visibles las conexiones generadas por estos primeros pasos, pero se requiere una intensificación de las alianzas e intercambios, de forma que en su conjunto diferentes IES y empresas conviertan la innovación en un proceso sistemático, articulado en varios espacios geográficos y de vocación sectorial.

Mapa de Ruta de i4.0

Caso de Implantación

Como indicamos con anterioridad, la Universidad de Cambridge desarrolló la metodología formal de **“Road Maps”**, dirigida a detectar y aprovechar oportunidades de negocio en distintos sectores, y generar de este modo, un **crecimiento económico**.

En la actualidad, estamos viviendo un cambio de paradigma en la economía y Querétaro se está convirtiendo en un captador ideal para aplicar el método del **“mapa de ruta”**, para aprovechar sus ventajas, geopolíticas e industriales y promover el crecimiento de la i4.0 y los diferentes clústeres asociados. El futuro desarrollo se encuentra en donde se encuentra la industria, los laboratorios, los clústeres y la academia, y mientras más rápido se generen puentes de comunicación, mejores resultados podremos encontrar.

Bajo esta metodología, se reconoce como uno de los primeros mapas de ruta, al que propuso el presidente J.F. Kennedy cuando anuncia como hito, el enviar un hombre a la luna. Al generar un propósito y una identidad, aprovechando el contexto y los recursos disponibles en ese entonces, se encomendó a toda una nación la tarea de contribuir con esta misión.

Nos es posible observar hasta aquí, que un mapa de ruta:

- o Genera identidad común
- o Propone un hito: el estado o logro al que se quiere llegar
- o Crea convergencia de múltiples actores impulsando un mismo hito



Así mismo, los principales paradigmas del mapa de ruta son:

- o Un Mapa de Ruta centrado en innovación no se construye en solitario, sino en equipo: Industria, academia y gobierno.
- o Un mapa de ruta es un plan integral dinámico, que recolecta las opiniones de líderes industriales para colectivamente construir el futuro, para definir un proyecto de gran visión.
- o Una estrategia sectorial es un proceso de mejora continua.

Es importante hacer un diagnóstico claro de la situación en la que se encuentra el Estado y planificar en dónde se desea que se encuentre el mismo en un lapso a futuro. En función del diagnóstico, se podrán definir metas con mayor precisión.

Una consideración clave es, que la meta se debe de cumplir, con suficiencia de recursos. Es decir, conviene tener claro cuáles son las capacidades de la entidad, para plantear una meta realista, que sea demandante, pero al mismo tiempo posible.

Detectar los motivadores también es conveniente, puesto que estos participarán como actores y protagonistas del cambio de paradigma económico y tendrán impacto en el crecimiento de la industria en el Estado.

El Mapa de ruta involucra la conexión inteligente situaciones anteriores, presentes y prospectivas, para la definición de hitos y proyectos.

Automotriz	Definir proyectos	Definir a dónde vas
Retrospectiva	Inteligencia Situacional	Inteligencia Prospectiva
Claridad en la historia de desarrollo	Claridad en la situación del Estado. Planificación de los proyectos y metas encaminados a un objetivo	Claridad del objetivo del hito



Partiendo de las visiones ya enunciadas de la conexión entre las **IES, clústeres y gobierno**, el corredor tecnológico y el modelo de Campus de Innovación, la sesión de la COEPES en Querétaro, siguiendo las recomendaciones originadas en la experiencia de Puebla, y considerando las oportunidades para el futuro inmediato, registra temas importantes:

- o Incorporar el programa CIMAA
- o Diseñar el Mapa de rutas de habilidades y empleos para i 4.0
- o Explorar la herramienta para medición de índice de madurez - DETECT
- o Explorar el sistema de gestión tecnológica para IES -GESTALT (incluye STEAMDI)

Otras propuestas que se consideran para creación de acuerdos y que se extienden a las IES que forman parte de la COEPES, son:

- o Crear polos de innovación y talento
- o Suscribir acuerdos de no divulgación
- o Crear una asociación civil (gobernanza)
- o Incorporar herramientas – Mapa de ruta, DETECT, GESTALT, Campus de Innovación, espacio de datos industriales
- o Explorar acceso y experiencia con fondos federales de apoyo
- o Realizar un Mapa de capacidades
- o Crear el Grupo de Confianza de la COEPES.



Como un insumo en la confección del Mapa de Ruta para Querétaro, se puede considerar documento **“Crafting the Future: a Roadmap for Industry 4.0 in Mexico”**²¹ el cual plantea como la i4.0 se basa en la transferencia de las ventajas de internet hacia los sistemas físicos de producción ubicua, denominados sistemas ciberfísicos, que originan plantas de producción enlazadas globalmente, con sistemas de inteligencia artificial y de robótica conectados, usando realidad aumentada y producción tridimensional.

Para el caso de México, se dibuja en el horizonte un conjunto de oportunidades, pero bajo rigurosas exigencias, que señalan las limitaciones originadas en las deficiencias para agregar valor en las cadenas globales de producción y en la base de proveedores que domine la capacidad de innovación y de propiedad intelectual, que permitan posiciones competitivas del país en los mercados globales.

Con esta base, se establecen las condiciones para iniciar el **proceso** formal de **cosntruccion** del Mapa de Ruta para i4.0 en Querétaro generando el grupo de confianza que a su vez genera las definiciones para el diagnóstico, la propuesta de **hitos**, los **recursos** y las ponderaciones sobre **el alcance prospectivo**.

²¹ Secretaría de Economía. Prosoft 3.0 “Crafting the future: a roadmap for Industry 4.0 in Mexico”.
<http://knoware.biz/studies/crafting-the-future-roadmap-for-industry-4-0-in-mexico/>



Activación de Grupos de Trabajo

En sesiones de trabajo sucesivas, con la COEPES se han establecido acuerdos de apoyo y participación, contando con el respaldo de la Secretaría de Educación y de la Secretaría de Desarrollo Sostenible, de los clústeres de industria del corredor tecnológico propuesto y de las universidades de la zona.

Como parte del proceso de instrumentación del modelo de Campus de Innovación es importante destacar la participación de los clústeres de la región, de las IES y del gobierno, alcanzando acuerdos tales como:

Desarrollar una estrategia de trabajo y una agenda de innovación que visualice al ecosistema a nivel estatal, pero con perspectiva regional, contando con el liderazgo de Querétaro y que incluya a los Estados de Guanajuato y Aguascalientes.

Se plantea el concepto de industria 4.0 para Querétaro y los estados del corredor propuesto, al cual se hará referencia como iQ4.0 en las menciones correspondientes.

o **Mapa de Ruta iQ4.0 (MRT).**

- Integrar un grupo mínimo de especialistas
- Elaborar una primera versión de este Mapa de Ruta
- Presentar el mapa para discusión de los actores interesados
- Subir el mapa a la plataforma digital Smart City
- Establecer una temporalidad de dos meses para realizar el mapa
- Generar un documento para difusión y negociación puntos

o **Sistema de Gestión de Talento de Alta Tecnología (GESTALT).**

- Definir un nicho de alto impacto y los perfiles demandados.
- Adecuar la plataforma para atender diversas áreas de ingeniería más allá de TICs, incluyendo el trabajo en curso de COEPES para evaluar la empleabilidad de los egresados de Querétaro.
- Aportar información de todos los actores para poblar la base de datos con los perfiles de estudiantes y profesionistas, y vacantes de empresas.
- Tomar acciones para incorporar todos los Clústeres.

o Mantener un mecanismo permanente de encuentro entre los actores para avanzar en el diseño del ecosistema de innovación, del corredor regional y del mapa de ruta. Incluye acciones como:

- Realizar una sesión prospectiva para la definición de la primera versión del Mapa de Ruta.
- Mantener las sesiones de seguimiento con la mesa de continuidad
- Definir una ruta de relación con la KAS
- Iniciar las acciones de enlace con los gobiernos de los Estados de Guanajuato y Aguascalientes, para presentar la iniciativa.
- Estudiar y definir la extensión del proyecto general y del corredor, para una segunda etapa, estableciendo relaciones con los Estados de Jalisco y San Luis Potosí.
- Establecer una estrategia de enlace con las Universidades Tecnológicas y Politécnicas de Querétaro.

o Integrar un Portafolio de Proyectos para buscar fondos para su financiamiento explorando opciones federales y regionales

- Incluir programas tales como (FOMIX, PEI, FIT).
- Incluir dos proyectos especiales. Campus de Innovación y Espacio de Datos Industriales.

o Tener la visión del Ecosistema Nacional de innovación implementado desde Querétaro a través de instrumentos como el Mapa de Ruta para i4.0 a nivel del país, y de los modelos de Campus de Innovación.

o Establecer un Comité i4.0 en COEPES con el cual es posible:

- Integrar un equipo de expertos en diseño curricular de las IES.
- Integrar un grupo de alumnos de alto rendimiento en proyecto piloto

o Incorporar las acciones definidas para mediano plazo:

- Herramienta de inteligencia de talentos
- Identificar Rutas de valorización
- Diseñar el radar para la toma de decisiones
- Definir el trazado del mercado laboral

o Urgente necesidad de transformar las IES.

- Generar una plataforma de formación
- Generar un modelo de transición

Como anotamos, con el acuerdo sobre el mecanismo de seguimiento, se espera avanzar en los puntos definidos en esta sección.

Ciclo de Inteligencia de negocios

En conjunto, las instituciones participantes han previsto la realización de varias **etapas de implantación**, pero una muy importante y recomendable para **modelos de instrumentación** al futuro en otras regiones del país, se refiere a la **instauración de mecanismos** para registro de información y seguimiento en modo de **inteligencia de negocios**, de forma que los retos de innovación además de ayudar a resolver retos, se anticipen a la aparición de **nuevas oportunidades** o de problemas no detectados inicialmente.

Sesión Mapa de Ruta. Querétaro – Guanajuato San Luis Potosí – Aguascalientes

Desde el punto de vista de la replicabilidad y de la creación de ecosistemas de campus de innovación, es importante resaltar la sesión convocada a finales de agosto de 2018 por la COEPES y la Rectoría de la Universidad Tecnológica de Querétaro, con la participación de los clústeres de la región, y de varias IES interesadas, representantes del gobierno y fundaciones. Se constituye la sesión en la aprobación para la iniciativa del campus de innovación, y se exploraron los aspectos para que se creen varios de estos campus en el Estado y en asociación con otros estados que configuran los corredores de clústeres y los ejes de talento.

Los participantes consideraron elementos críticos como los índices de complejidad económica y de sofisticación de inversiones, así como los dedicados a sectores tales como Internet de las cosas, robótica y sistemas operativos urbanos.

En adición, se perfilan los retos de innovación que incluyen varios niveles:

- Genéricos y de regiones extendidas
- Estatales
- De los clústeres
- De las empresas

De igual forma, se presentan los proyectos asociados con grandes hitos, los cuales definen el acuerdo de voluntades y el compromiso para instrumentar en el estado y en la región extendida que puede cubrir a Puebla, Guanajuato, Aguascalientes y San Luis Potosí.

Se hace notar al grupo que una estrategia inteligente coordinada, procura para el ecosistema de cada clúster, así como para el de todos los clústeres en una región extendida, la oportunidad de seleccionar los puntos articuladores, observables por el nivel de relacionamiento con los demás elementos de la red, y actuar sobre ellos, de forma que esos nodos tengan un impacto mayor en las redes y en el ecosistema, de carácter sinérgico.

Los proyectos se registran en la tabla adjunta:

- Mapa de capacidades para iQ4.0 (Inventarios de talento y de laboratorios)
- Consejo Nacional de i4.0 (Participaciones estatales)
- Red de innovación i4.0 (Ecosistema iQ4.0 – Corredor central i4.0)
- Replicar modelo de campus de innovación – Campus iQ4.0
- Especialización inteligente (Áreas de innovación objetivo – AIO Qro.)
- Foro Mundial de Manufactura (Presidencia para México)
- Mercado Virtual para i4.0
- Modelo de madurez digital para empresas i4.0 (Plataforma y gestión de datos)
- Plataforma de gestión de talento (Trazado de trayectorias y rutas de valorización)
- Fraunhofer en México (Viabilidad Qro.)
- Red de espacios maker (instrumentación de campus de innovación)

Representantes de las empresas y de los clústeres anotan su preocupación por el problema de enfrentar redes de innovación, pero con dificultad en la cantidad y disponibilidad de los recursos humanos, la cual debe ser entendida más como una debilidad que se debe enfrentar, que como una amenaza.

A su vez, se entiende como amenaza la velocidad del cambio en las tecnologías, que ha puesto a las empresas en desventaja, dado que, aunque se adquieran las más recientes, no operan a plenitud porque hace falta la capacidad y talento, incluso de los propios fabricantes para que su desempeño sea pleno.

Simultáneamente, se cuestiona la pertinencia de la educación, puesto que las brechas no son solo tecnológicas, sino principalmente de talento. Claramente se visualiza cómo la solución es articular las IES con las empresas en torno a retos comunes, pertinentes y consentido. Se reconoce que la industria local ha sido muy eficaz como integradora, pero no aún como desarrolladora, en materias de tecnología.

A su vez, desde la óptica del **servicio educativo**, se aprecia como la alta velocidad actual del desarrollo tecnológico, es muy difícil de absorber y acompasar desde las universidades y de las empresas. Al diagnosticar el problema de cómo la tecnología rebasa y va adelante, la universidad debe invertir en **modelos de aprendizaje** de amplio espectro y larga duración, puesto que, si el foco es la tecnología, la capacidad institucional se desactualiza muy rápido.

A propósito del tema de manejo de la tecnología, desde las empresas se menciona la metodología TAD – Transferencia – Adaptación – Invención, como una cadena de madurez, que parte desde la innovación frugal, para retos inmediatos focalizados, hasta la innovación de **amplio espectro y largo alcance**, que domina incluso ecosistemas complejos.

Es interesante considerar que, desde el interior de las IES, los detalles operativos significan diferencias importantes. En la asociación de estudiantes y profesores con las empresas frente a retos de innovación, aparece de nuevo la noción de ideágoras de retos de innovación. Como incentivo para lograr vinculación y permanencia, en ocasiones los concursos y premios movilizan la energía de todos los grupos de talento, en otros casos, la acreditación de asignaturas por participar en los retos de innovación resulta interesante.

El apoyo del gobierno con buenos catálogos de retos es benéfico.

Una noción interesante se refleja en el manejo de riesgo y **conocimiento objetivos** ambos de la empresa cuando innova y de las IES cuando participan. La práctica ha enseñado la necesidad de cuidadoso acoplamiento. Un caso ilustrativo es que las IES están organizadas por semestres y cursos, y las empresas por competencia y proyecto. Ha resultado aconsejable instrumentar las metodologías de aprendizaje **basado en proyectos**, con proyectos reales y negocios reales, que se acopla mejor a los intereses de las organizaciones académicas y empresariales.

Otro aprendizaje, que involucra a ambos tipos de organizaciones, es los proyectos que formen parte del campus de innovación deben ser de largo plazo, -entre 24 y 36 meses. No pueden ser semestrales, por lo cual, en su diseño, deben prever las rotaciones adecuadas de horarios, maestros y estudiantes, así como técnicos empresariales.

Un tema por cuidar es el de **compensaciones**. Adecuado manejo de las descargas académicas de profesores, los contratos con los estudiantes, los pactos con propiedad intelectual y sus liberaciones, y la monetización de los procesos disruptivos, involucrando a los profesores.

Con severidad, voceros de los clústeres y de empresas tractoras, señalan que el sistema educativo mexicano no está diseñado para este tipo de procesos de innovación disruptiva. Detectan brechas de conocimiento en los profesores, que no pueden ayudar cuando la empresa no tiene tan definidas las necesidades de innovación. Esto apunta a la importancia de afinar la metodología para armar el catálogo de retos.

En la práctica, las IES enfrentan problemas importantes en la **reconversión** de las carreras existentes, en la creación de nuevas carreras, y en general con una cultura interior no proclive a la innovación. Como ilustración, experiencias en vinculación y modelos duales, terminan deformando la estructura salarial por las compensaciones originadas en la participación en ciertos proyectos. Estos asuntos terminan convirtiendo en riesgosas las inversiones en las IES para rápida adaptación a las demandas de los procesos estatales y regionales de innovación por retos.

En su conjunto el grupo traza una secuencia de acciones inmediatas que incluye la preparación del Mapa de Ruta, la revisión del documento de la Urgente Necesidad de la transformación de las IES frente a los retos de la I4.0, la preparación del manual para el campus de innovación, la validación del Mapa de ruta, y la puesta en marcha de la iniciativa de campus de innovación en el primer semestre de 2019. Así mismo, la creación del Consejo del Campus de innovación, ampliar los inventarios de capacidades, y el plan de acción para mantener la vinculación de los participantes.

En la búsqueda de la sostenibilidad de toda la iniciativa, se invita a participar a los secretarios de Educación, desarrollo sostenible, economía, juventud, para presentar al alto gobierno las expectativas de sincronización de esfuerzos, con ventanas cortas de tiempo y urgentes necesidades, y cuyo valor es histórico.

Es destacable la apreciación de todo el esfuerzo, como una innovación disruptiva en sí misma, para la construcción del plan estatal de desarrollo, esta vez construida con los insumos de las empresas y las IES, en conjunto con el gobierno y orientado por catálogos de innovación por retos.

Modelo aplicación – Consejo Nacional de Clústeres de TI

En forma simultánea, la instrumentación de modelos de innovación se basa en el apoyo que el Consejo Nacional de Clústeres de Software y TICs, a través de actividades de diseño reciente, tales como la creación del CII 4X Metro, a través del cuál se realiza la habilitación de competencias para el sector en todo el país con apoyo de los clústeres en los estados.

De manera oficial, el Centro de Innovación Industrial 4× Metro fue presentado a fines de 2017 durante la asamblea del Consejo Nacional de Clústeres de Tecnología de Información, que se llevó a cabo en la sede de Prosoftware en la Ciudad de México.

Con la participación del Tecnológico Nacional Mexicano y empresas de tecnologías de información pertenecientes a mxTI, el CII 4× Metro se ha definido como punta de lanza en adopción de tecnologías de Industria 4.0. Una muestra de algunas actividades elevantes incluye:

- o Curso masivo, abierto y en línea (Mooc) sobre Industria 4.0
- o Diplomado en diseño, arquitectura y consultoría de proyectos para Industria 4.0
- o Diseño y prototipado de soluciones

Es importante destacar que el diplomado propone formalmente las metodologías para conocer los fundamentos y proyecciones de la Cuarta revolución industrial, las estrategias para modelado diferenciado de negocios de i4.0, el diseño y consultoría de proyectos, así como la arquitectura de tecnologías que habilitan los proyectos.

La experiencia del diplomado en múltiples localidades del país, señala la necesidad de involucrar más directamente a las IES en estos procesos, para generar una expansión oportuna. La aceptación de las ofertas del diplomado, y sus contenidos, así como el interés que despiertan, pone de presente la necesidad del sector rodutivo, especialmente por recibir la alerta sobre los impactos de la cuarta revolución industrial y las opciones para prepararse, independientemente del tamaño de la empresa, el giro de negocios o su localización.

De igual forma. Los cursos masivos en línea y abiertos sobre industria 4.0 han tenido altas tasa de aceptación, como un reflej de los sectores productivos sobre su necesidad de comprender mejor estos nuevos movimientos globales y tratar de prender a tomar decisones que preparen sus empresas para reducir su impacto y aprovechar las oportunidades.

Considerando las posibilidades de ampliar el modelo de Campus de innovación, en ecosistemas que se conectan, y que enlazan IES con clústeres en varias regiones del país, es notable la orientación que se ha dado a nuevas instituciones educativas en relacion con la i4.0, como es el caso del Tecnológico Nacional de México, una institución que ha apoyado la distribución de esta noción a nivel nacional y que ha puesto recursos, en asociación con Prosoft y la Secretaría de Economía, para materializar los conceptos de bancos de innovación abierta – ideágoras, y de espacios de hacedores (maker spaces) en todo el país.

Por su propia definición formal, el Tecnológico Nacional de México (TecNM), forma profesionales e investigadores con capacidades para generar y aplicar conocimientos y tecnologías, con actitud innovadora, emprendedores y creativos; con habilidades en el campo laboral, pensamiento crítico, sentido ético, colaborativos y competentes para contribuir al desarrollo nacional y regional.

Con más de 580 mil estudiantes inscritos, el TecNM está formado por 266 instituciones de educación superior – IES, distribuidos en las 32 entidades del país, de las cuales 130 son federales y 136 descentralizadas. La oferta educativa del TecNM es de 43 carreras de Licenciatura, 12 de Especialización, 61 de Maestría y 21 de Doctorado, vinculadas a cuatro sectores fundamentales de desarrollo: agroindustrial, automotriz, aeronáutica y energético, constituyéndose en este sentido, la como la Institución de educación superior más grande de México y de Latinoamérica.

El modelo educativo del TecNM, tiene la finalidad de llevar las oportunidades de educación superior tecnológica a todos los jóvenes del país, apoyar la industrialización de las diversas regiones mediante la formación de técnicos y profesionales comprometidos con sus comunidades e impulsar el desarrollo regional.

Para ilustrar el enfoque de este esfuerzo, es importante mencionar con los institutos tecnológicos regionales se ofrecen los diplomados y talleres que propone la alianza con CII 4X Metro, de forma conjunta en localidades tales como Mexicali, Tuxtla Gutiérrez, Juárez, Cuautla, Tepic, los Mochis, Mérida. Los talleres más exitosos han sido:

- o Taller: Estrategias de innovación y modelos diferenciados de negocio para la Industria 4.0
- o Taller: Arquitectura de Tecnologías 4.0

Esta oferta conjunta de tantas instituciones en todo el país, habilita las capacidades iniciales de estudiantes en varios niveles académicos y regiones, para ser promotores y ejecutores de proyectos innovadores asociados con la i4.0 para sectores de alta especialidad como aeroespacial, automotriz, agroindustrial y energético. Es un apoyo a los clústeres y una experiencia capitalizable de inmediato, dada la urgente necesidad de transformar las IES frente a los retos de la cuarta revolución industrial.

El Consejo Nacional de Clústeres de Software y Tecnologías de la Información, con la colaboración del Centro de Inovación Industrial 4 X Metro, realizó un despliegue de acciones para desarrollo de habilidades, tanto en la red de institutos tecnológicos, como en diferentes tipos de clústeres empresariales, cubriendo cerca de veinte localidades en el ámbito nacional. En todos los casos, las demostraciones de interés e inscripciones reales excedieron todas las expectativas, y en esta fase inicial se formaron más de quinientos especialistas.

El entusiasmo despertado tanto en organizaciones académicas como empresariales, refleja la necesidad que se percibe en las más diversas regiones del país sobre los temas de la i4.0 y sus impactos, precisamente en el desarrollo de nuevas habilidades. A modo de ilustración se incluye la tabla de resumen de las acciones desarrolladas en el período de septiembre de 2017 a agosto de 2018 en el espacio de diferentes localidades del país.

CENTRO DE INNOVACIÓN INDUSTRIAL 4X METRO	
Acciones para desarrollo de habilidades	
Septiembre de 2017 a agosto de 2018	
Impacto en la academia	Impacto en la Industria
Diez sedes – ámbito nacional	Nueve sedes – ámbito nacional
> Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez	> Heuristic – Mérida
> Instituto Tecnológico de Tepic	> CITIC – Sonora
> Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez	> Monterrey IT Clúster – Monterrey
> Instituto Tecnológico de Cuautla	> Prosoftware – CDMX
> Instituto Tecnológico de Los Mochis	> Foro Consultivo, Científico y Tecnológico – CDMX
> Instituto Tecnológico de Mérida	> CLUTIG – Guanajuato
> Instituto Tecnológico de Mexicali	> CITG – Chihuahua
> UPIICSA – IPN	> IT BAJA – Tijuana, Baja California Norte
> ESIME – IPN	> IT BAJA – Mexicali, Baja California Norte
> Universidad de Celaya	
210 personas capacitadas	328 personas capacitadas
2 cursos:	Diplomado de 3 cursos:
<input type="checkbox"/> Arquitectura de Tecnologías 4.0	<input type="checkbox"/> Arquitectura de Tecnologías 4.0
<input type="checkbox"/> Estrategias de Innovación y Modelado de Negocios para la Industria 4.0	<input type="checkbox"/> Estrategias de Innovación y Modelado de Negocios para la Industria 4.0