AGENDA DE INNOVACIÓN DE COLIMA

DOCUMENTOS DE TRABAJO

4.2. AGENDA DE ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN:

ENERGÍA

Septiembre 2014

Índice

1. Caracterización del sector en el estado y en el contexto nacional 4
1.1. Breve descripción del sector 4
1.2. Distribución del sector en México y posicionamiento del estado 5
1.2.1. Tecnoparque CLQ 6
1.3. Principales tendencias de la innovación en el sector a nivel mundial 7
2. Breve descripción del ecosistema de innovación 9
2.1. Mapa de los agentes del ecosistema de innovación 9
2.2. Principales IES y centros de investigación y líneas de investigación 11
2.2.1. Instituciones de Educación Superior 11
2.3. Detalle de empresas RENIECYT del sector 12
2.4. Evolución de apoyos en el sector 12
3. Análisis FODA del sector 14
3.1. Fortalezas 14
3.2. Oportunidades 14
3.3. Debilidades 15
3.4. Amenazas 15
4. Marco estratégico y objetivos sectoriales 16
5. Nichos 18
5.1. Desarrollo del ecosistema de innovación en Energía 18
5.2. Sustentabilidad 19
5.3. Generación a partir de Energía solar 21
5.4. Generación a partir de energía eólica 22
5.5. Biomasa 23
5.6. Desarrollo de servicios anexos al hub energético de gas 24
6. Caracterización de proyectos prioritarios y ENTRAMADO de proyectos 26
6.1. Caracterización de proyectos 26
6.1.1. Diseño e implementación de una estrategia de uso eficiente de la energía 26

6.1.2. Evaluación de potencial energético de biomasa 27
7. Apéndice: tendencias internacionales 28
7.1.1. Papel de la innovación en el sector 28
7.1.2. Objetivos globales de las tendencias tecnológicas 28

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Crecimiento PIB 2008-2012 4
Ilustración 2 Mapa del sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación sectorial 10
Ilustración 3: Empresas RENIECYT en Energía 12
Ilustración 4 Evolución aproximada de los apoyos en el sector (mdp, 2008-2012) 13
Ilustración 5 Marco estratégico de la agenda del área de especialización 17
Ilustración 6 Ejemplos de potenciales proyectos complementarios relacionados con el Desarrollo del ecosistema de innovación en Energía 19
Ilustración 7 Ejemplos de potenciales proyectos complementarios relacionados con Sustentabilidad 20
Ilustración 8 Ejemplos de potenciales proyectos complementarios relacionados con Generación de energía solar 22
Ilustración 9 Ejemplos de potenciales proyectos complementarios relacionados con Generación de energía eólica 23
Ilustración 10 Ejemplos de potenciales proyectos complementarios relacionados con Biomasa 24
Ilustración 11 Ejemplos de potenciales proyectos complementarios relacionados con el hub energético de gas 25
Ilustración 12 Esquema de interrelación de los proyectos prioritarios de Energía 26
Ilustración 13: Clasificación de industrias basadas en intensidad de I+D 28
Ilustración 14: Objetivos globales de las tendencias tecnológicas 29
Ilustración 15 Líneas tecnológicas relevantes en el sector 29

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

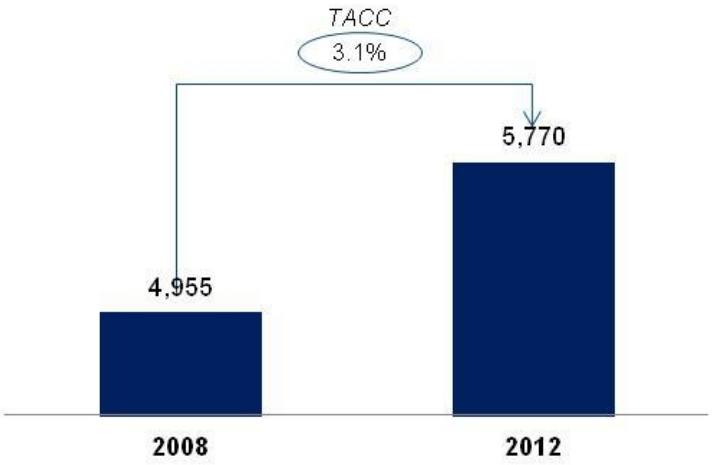
1.1. Breve descripción del sector

El área de especialización considerada en este documento comprende a todos los subsectores de Energía. Es decir, se considera la Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, Suministro de agua y Suministro de gas por ductos al consumidor final.

En este caso, para los datos macroeconómicos que se presentan a continuación se consideran los códigos SCIAN 211, 22 y 486, que representan las partidas de las actividades anteriormente mencionadas.

La ilustración siguiente refleja el crecimiento entre 2008 y 2012 en el sector, que muestra un crecimiento constante del 3.1% y se espera un comportamiento con crecimientos similares en el futuro, principalmente debido a las inversiones por parte del gobierno en este rubro.

Ilustración 1 Crecimiento PIB 2008-2012



Fuente: INEGI

1.2. Distribución del sector en México y posicionamiento del estado

El sector Energía es un sector fundamental en el país, y tendrá aún más importancia en el futuro, ya que se esperan fuertes inversiones, especialmente en el campo de las energías renovables. El país ha adquirido el compromiso de llegar al año 2026 con un 35% de su producción de energía proveniente de fuentes renovables, lo que lo hace un sector con un gran crecimiento en el futuro cercano.

Igualmente, Colima posee un alto nivel de especialización en ciertos subsectores de Energía, como es el caso específico de la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica. Para que un sector se considere como de especialización en el estado, este índice debe de ser mayor a 1. Según datos del INEGI 2011, el Índice de Especialización Local (IEL) más destacado se dio en los siguientes sectores:

- IEL 2.90 para "Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica" (SCIAN 221110)
- IEL 0.90 para "Captación, tratamiento y suministro de agua realizados por el sector público" (SCIAN 222111)

En cuanto a la infraestructura relacionada con este rubro, Colima cuenta con varias infraestructuras. La principal es una Central Termoeléctrica en el puerto de Manzanillo, que se encuentra en un proceso de conversión de generación de energía eléctrica mediante combustóleo a la generación mediante gas. Destaca también el gaseoducto Manzanillo-Guadalajara y la regasificadora construida recientemente para la repotenciación del mismo. El estado también tiene potencial en cuanto a la generación de energía solar fotovoltaica y energía eólica.

1) **Se trata de un sector con peso en el PIB del estado,** con un crecimiento en el periodo 2008 al 2012 a una tasa anual del 3.1%, debido a los importantes proyectos que se están acometiendo en el estado.

2) **En el 2014 se aprueba la Ley para el Fomento de Energías Renovables y Eficiencia Energética,** que convierte a Colima en el 11º estado en contar con una ley de energías renovables, con el fin de construir un instrumento que promueva la mejora de la calidad de vida y la reducción paulatina de la dependencia de hidrocarburos como fuente de energía primaria.

3) **La energía es el rubro con mayor especialización y competitividad en el estado, con clara unanimidad entre los diferentes ejercicios de priorización,** se encuentra entre los sectores más competitivos de Colima, de acuerdo al estudio Shift & Share, con un resultado del 2.7 (un factor mayor de 1 indica una competitividad destacada).

4) **Como empresa tractora de capital mexicano se puede destacar a CFE, se cuenta con una empresa en RENIECYT y es un sector presente en el vocacionamiento del TECNOPARQUE,** aunque el tejido empresarial no es lo suficientemente denso en este rubro y presenta una oportunidad de mejora en el que se tendrán que centrar los esfuerzos.

5) **Hub Energético en marcha, liderado por la Secretaría de Fomento Económico y que cuenta con importantes proyectos vinculados,** desde el 2010 se estableció un hub energético en el estado, propiciando condiciones para el desarrollo del sector en el estado, construido alrededor del proyecto de la Terminal Regasificadora de Gas Natural Licuado (TRGNL), la repotenciación de la Termoeléctrica de Manzanillo y la construcción del gasoducto Manzanillo-Guadalajara.

1.2.1. Tecnoparque CLQ

La idea es que el Tecnoparque detone y consolide el desarrollo de un *cluster* de I+D+i que atraiga inversiones de empresas líderes que generen empleos de alto valor agregado, elevando la competitividad del estado. Igualmente, se espera promover una cultura de innovación, la vinculación empresa – academia, así como la generación y transferencia de conocimientos y tecnologías, desarrollando infraestructura, servicios y recursos humanos especializados.

El Tecnoparque CLQ tiene cuatro metas principales:

- Generación de oportunidades de negocio a partir de la creación y la aplicación de la tecnología
- Fomento a la actividad empresarial por medio de la incubación y aceleración de empresas
- Generación de empleos intensivos en el uso, adquisición y generación de conocimiento
- Promoción a la transferencia y comercialización de la investigación tecnológica

Es uno de los sectores que están siendo considerados como sectores prioritarios en el Tecnoparque CLQ, junto con Biotecnología, las TIC, Logística y Salud.

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

En el sector de energías existen dos objetivos globales que guían los procesos de innovación en los diferentes subsectores y que han servido de referencia en el proceso de definición de la agenda sectorial.

A continuación se presenta una breve descripción de dichos objetivos:

1) **Nuevas fuentes de energía renovable:** Basado en el uso de nuevas fuentes de energía renovables en vez de combustibles fósiles tradicionales, busca desarrollar nuevas tecnologías de generación de energía renovable con mejor rendimiento, disponibilidad y menor costo.
    - Biocombustibles obtenidos a partir de biomasa no tradicional como el nopal
    - Biocombustibles de segunda generación a partir de vegetales no alimenticios y con alta densidad energética
    - Centrales eléctricas usando la energía geotérmica
2) **Nuevos diseños y materiales:** Busca el mejoramiento del rendimiento de las fuentes de energías alternas existentes así como de las tradicionales, basado en nuevos materiales, tecnologías y diseños.
    - Transformación de combustibles tradicionales en combustibles neutros en carbono
    - Nuevas tecnologías de celdas fotovoltaicas de mejor rendimiento y menor costo
3) **Generación y distribución de energía inteligente:** Nuevas redes eléctricas inteligentes y flexibles, desde la generación de energía inteligente para adaptar la producción de electricidad con la demanda, hasta el almacenamiento y el despacho de electricidad inteligente.
    - Red eléctrica inteligente (*smart grids*)
    - Cogeneración de electricidad
    - Almacenamiento de energía y electricidad
    - Reducción de desperdicio de energía
    - Generación de energía inteligente para adaptar la producción de electricidad con la demanda
    - Cables superconductores

4) **Reducción de emisiones de carbono:** La captura y el almacenamiento de carbono durante la generación de electricidad y en la industria así como el desarrollo de nuevas tecnologías de bajo emisión de carbono
    - Nuevas tecnologías de captura de carbono: captura post-proceso, captura syngas/hidrógeno, oxicombustión y separación inherente
    - Almacenamiento geológico del carbono
    - Nuevos usos del carbono: producción de plástico, productos químicos y combustibles a partir de carbono
    - Infraestructura de transporte del carbono capturado
    - Aparatos y vehículos inteligentes con bajo consumo energético y recuperación de energía (energía térmica, lumínica…)

2. BREVE DESCRIPCIÓN DEL ECOSISTEMA DE INNOVACIÓN

Este apartado recoge los principales actores del ecosistema de innovación en Energía en el estado de Colima.

En un primer lugar, se presenta el mapa de agentes en el conjunto de la cadena del conocimiento, considerando también los agentes de soporte e intermediación, para posteriormente mostrar de una manera más detallada la presencia de las Instituciones de Educación Superior, los Centros de Investigación y las empresas innovadoras.

Finalmente, se muestra una evolución de los apoyos en el sector por parte de los programas CONACYT en el periodo 2008 – 2012.

2.1. Mapa de los agentes del ecosistema de innovación

El sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación está formado por un número de agentes que se pueden agrupar en cuatro grandes categorías: Generación de conocimiento, Desarrollo tecnológico, Aplicación y Soporte e Intermediación.

Las Instituciones de Educación Superior están principalmente orientadas a la generación de conocimiento, esto es, la indagación original y planificada que persigue descubrir nuevos conocimientos y superior comprensión de los existentes, en los terrenos científico o técnico.

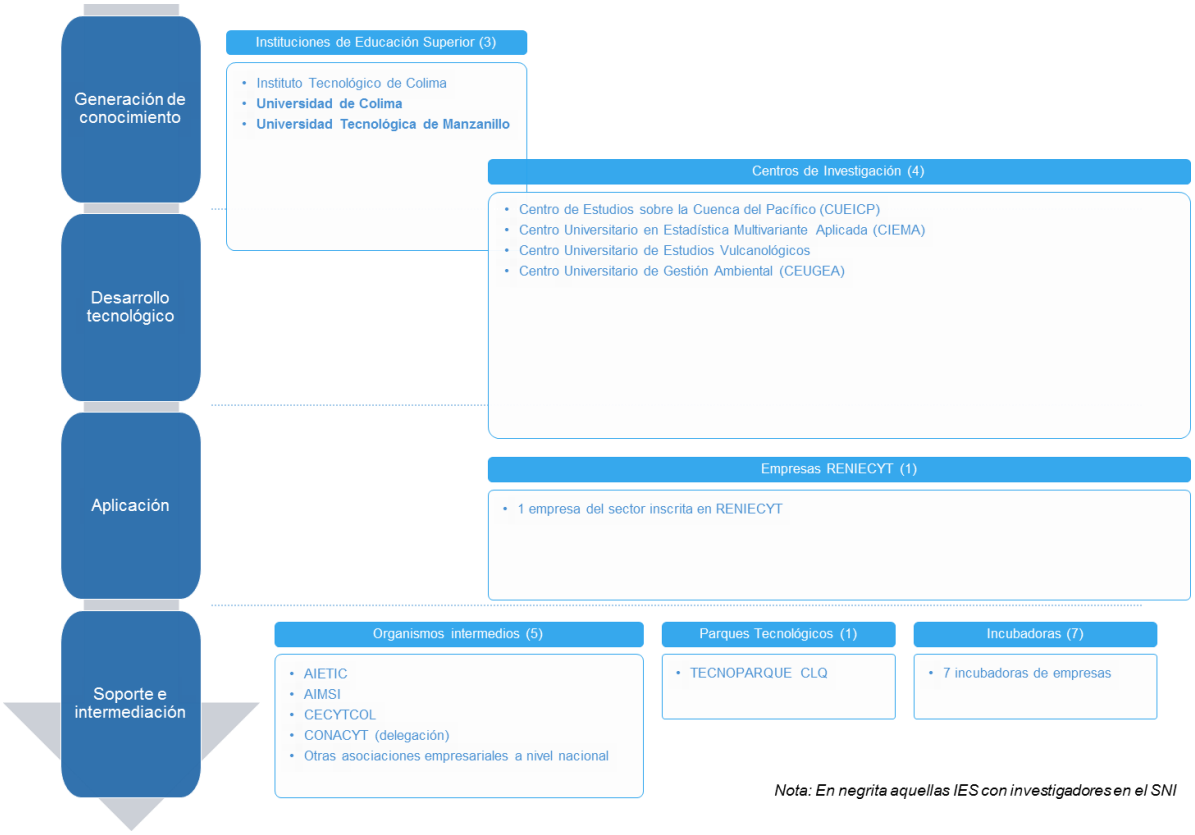
Los centros de investigación también se encuentran en la anterior categoría, pero en ocasiones también están más enfocados al desarrollo tecnológico, es decir, a la aplicación concreta de los logros obtenidos en la investigación, o de cualquier otro tipo de conocimiento científico, a un plan o diseño en particular para la producción de materiales, productos, métodos, procesos o sistemas nuevos, hasta que se inicia la producción comercial. Otros agentes que llevan a cabo desarrollo tecnológico son, además de las mencionadas Instituciones de Educación Superior, los centros de I+D privados o asociaciones público privadas.

En cuanto a las empresas, están enfocadas principalmente a la aplicación, esto es, a la innovación, como introducción de un producto nuevo o significativamente mejorado, de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizacional.

Por último, diversos agentes se orientan al Soporte e Intermediación: Organismos intermedios, Redes temáticas, Incubadoras, Plataformas Tecnológicas, Parques Tecnológicos, *Clusters* y Aceleradoras.

En el caso de Colima, los principales agentes del ecosistema de innovación se adjuntan en la siguiente ilustración, según las categorías definidas.

Ilustración 2 Mapa del sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación sectorial



Fuente: Indra Business Consulting

El ecosistema colimense en esta área de especialización se compone de una empresa registrada en RENIECYT, tres Instituciones de Educación Superior, cuatro centros dentro de la Universidad de Colima, cinco organismos intermedios, varias incubadoras de empresas y un parque tecnológico. Su temática gira principalmente en torno a las fuentes de energías renovables.

Este mapa muestra un entramado de agentes con un cierto margen de mejora en las conexiones entre empresas y entidades científico-tecnológicas, además del área de oportunidad existente en la investigación, al no existir centros de investigación especializados en el sector.

Se está trabajando sobre este punto a través del Tecnoparque CLQ, que como ya se ha descrito, proporciona el ecosistema ideal para lograr una conjunción de la cuádruple hélice. Destaca en el

parque el área de actividad Energía, que es uno de los cinco sectores prioritarios para su potenciación en el estado.

En el 2011 se organizó en el puerto de Manzanillo un Foro de Energía, al que sería interesante darle continuidad, para darle visibilidad a los avances que se realicen a partir de la infraestructura existente y generar un foro de debate que sería muy positivo, tanto para los centros de investigación como para las empresas, por el conocimiento y los contactos que surgen en este tipo de reuniones.

2.2. Principales IES y centros de investigación y líneas de investigación

Tres Instituciones de Educación Superior llevan a cabo actividades de I+D+i en Energía en Colima, junto con cuatro centros de temática relacionad adscritos a la UCOL. Parte de ellas cuenta con integrantes del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), cuyo número en el estado ha crecido rápidamente.

2.2.1. Instituciones de Educación Superior

La Universidad Autónoma de Colima, el Instituto Tecnológico de Colima y la Universidad Tecnológica de Manzanillo son las instituciones con mayor actividad en el sector, todas con investigadores del SNI.

La Universidad Autónoma de Colima (UCOL) es la principal institución pública de educación superior en el estado. Su principal sede esta en la ciudad de Colima y cuenta con diferentes campus en seis poblaciones diferentes.Dentro de sus facultades cuenta con la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (FIME), que realiza estudios en el sector. Actualmente cuenta con un proyecto de energía solar y eólica además de un análisis del oleaje como guente de energía renovable realizado por la Facultad de Ciencias Marinas.

El Instituto Tecnológico de Colima (ITCOL) es el principal centro de educación superior en cuanto a carreras tecnológicas refiere. Cuenta con departamentos de ciencias básicas y ciencias de la tierra, entre otros. Igualmente tiene proyectos relacionados con el sector energía, como es el ryecto de producción de biogas a partir de subroductos generados por la procesadora de carne del municipio de Colima.

La Universidad Tecnológica de Manzanillo es una universidad pública considerada como organismo público descentralizado del gobierno del estado de Colima, con personalidad jurídica y patrimonio propios. Como parte de su oferta educativa cuenta con el programa de Técnico Superior Universitario (TSU) en Energías renovables y con la ingeniería en Energías Renovables, que es un programa más completo que el TSU, desenvolviéndose en el mismo campo de estudio.

2.3. Detalle de empresas RENIECYT del sector

Colima cuenta con una empresa en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIECYT) a fecha 30 de junio de 2014 en el sector Energía. Esta empresa es el Centro de Innovación para el Desarrollo Sustentable (CIDS).

Ilustración 3: Empresas RENIECYT en Energía

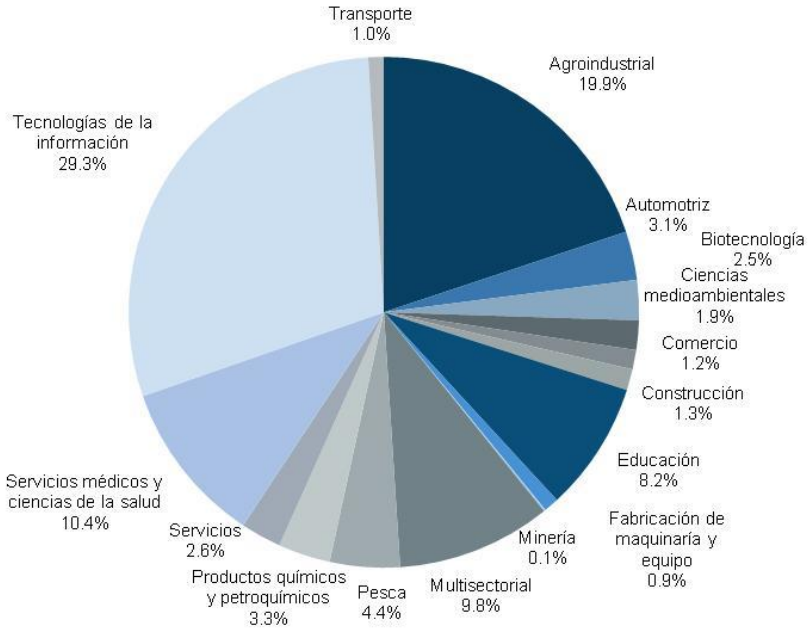
Empresas grandes	Empresas pequeñas	Empresas micro
• No existen	• No existen	• Centro de Innovación para el Desarrollo Sustentable (CIDS)

Fuente: RENIECYT (información extraída el 30 de junio de 2014)

2.4. Evolución de apoyos en el sector

Este rubro no viene destacado como tal en los apoyos a sectores por parte de Conacyt, sin embargo, cabe mencionar que es uno de los sectores apoyados dentro de la partida de los apoyos multisectoriales, que en gran medida corresponden al desarrollo del Tecnoparque CLQ, aunque hay que tener en cuenta que el sector ha contado con apoyos por parte del gobierno federal no computados en la siguiente ilustración.

Ilustración 4 Evolución aproximada de los apoyos en el sector (mdp, 2008-2012)



Fuente: estimación Indra Business Consulting con base en datos Conacyt

3. ANÁLISIS FODA DEL SECTOR

En base al análisis en detalle del sector y tras la interacción con 14 personas que participaron en 3 entrevistas y una mesa sectorial, se realizó y contrastó un análisis FODA que supuso un punto de partida para la definición de la agenda sectorial.

El análisis ha identificado las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas en relación al tejido empresarial, condiciones naturales, programas de apoyo a la I+D, formación y posicionamiento del estado y sector a nivel nacional e internacional, que condicionan el sistema de innovación de la Energía del estado de Colima. Las principales conclusiones se resumen a continuación.

3.1. Fortalezas

- 8% del PIB estatal, con crecimiento significativo en los últimos años.
- Sector con mayor especialización del estado (Generación, transmisión, y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y gas).
- Alta competitividad del sector de energía eléctrica y suministro de agua y gas según el análisis *shift & share.*
- Unanimidad en la selección de los ejercicios de priorización del sector.
- Sector prioritario en el Tecnoparque.
- Apuesta gubernamental por el desarrollo del sector tanto desde el enfoque tradicional (regasificadora, gasoducto, repotenciación de la central) como las energías renovables.

3.2. Oportunidades

- *Hub* de suministro de gas a todo el país, partiendo del desarrollo situado en Manzanillo donde la infraestructura portuaria juega un papel relevante.
- Sinergias con otros sectores relevantes del estado (logística, turismo, etc.)
- Entorno legislativo favorable con la Reforma Energética federal y la Ley estatal de Fomento de Energías Renovables.

3.3. Debilidades

- Falta de proyectos registrados en los programas de ayuda públicos en I+D+i.
- Existen pocas empresas del sector en el estado.
- Las empresas energéticas no aparecen en el RENIECYT.
- El desarrollo tecnológico depende de instituciones externas al estado.

3.4. Amenazas

- El objetivo del país de generación de un 35% de energías renovables para 2026, que es el impulsor del mercado, se puede ver afectado a corto y medio plazo por la apuesta de México por los hidrocarburos.
- La competencia en energías renovables es fuerte a nivel global y México no se encuentra a la cabeza de esta competencia.

4. MARCO ESTRATÉGICO Y OBJETIVOS SECTORIALES

En el caso de Colima, para Energía se identificaron dos grandes objetivos sectoriales que centran los esfuerzos de los seis nichos de especialización.

Los objetivos sectoriales son los siguientes:

- Aprovechar la infraestructura existente y desarrollar el ecosistema e infraestructura necesarios para dar soporte a las actividades del sector en el estado.
- Desarrollar fuentes renovables de energía a fin de garantizar la sustentabilidad y generación de energía renovable en los próximos años.

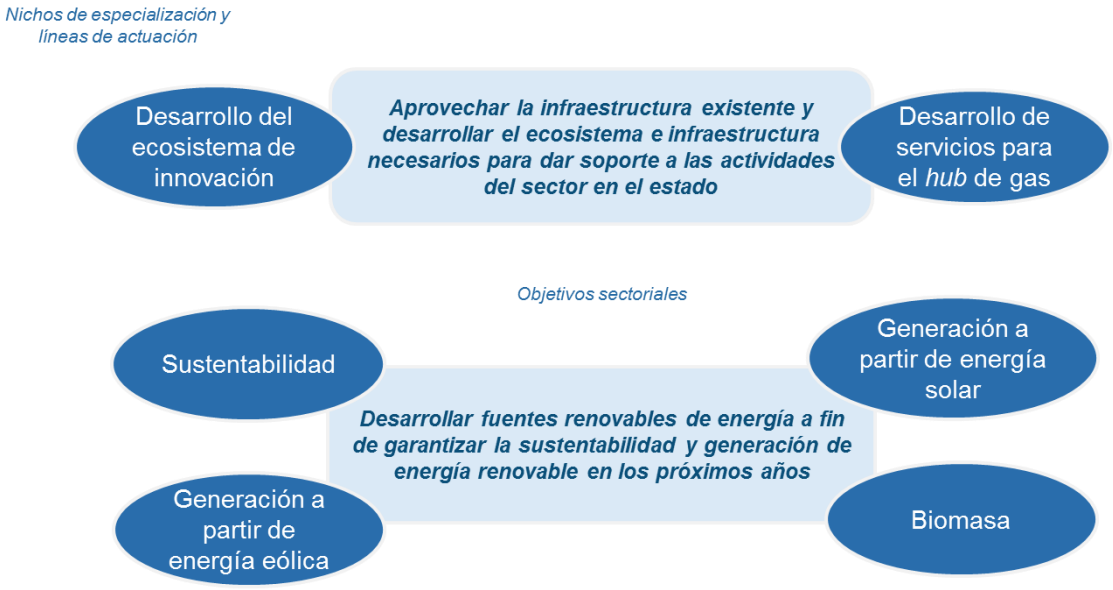
En los próximos apartados se incluye una descripción de los nichos de especialización priorizados, que incluye una breve justificación de su interés, el detalle de su contenido y algunos ejemplos de potenciales proyectos de interés que responderían a las necesidades identificadas en algunos de ellos.

Los nichos de especialización seleccionados son:

- Desarrollo del ecosistema de innovación
- Desarrollo de servicios para el hub de gas
- Sustentabilidad
- Generación a partir de energía solar
- Generación a partir de energía eólica
- Biomasa

Estos nichos responden a los dos objetivos sectoriales de la agenda del área de especialización de energía, por una parte aprovechar la estructura existente y por otra desarrollar fuentes renovables de energía a fin de garantizar la sustentabilidad.

Ilustración 5 Marco estratégico de la agenda del área de especialización



Fuente: Indra Business Consulting

5. NICHOS

Para responder a los objetivos sectoriales se han seleccionado ámbitos específicos dentro del área de especialización de energía en las mesas sectoriales, puesto que se espera que la dedicación de recursos de programas de apoyo en dichos ámbitos sea más eficiente a la hora de potenciar la innovación, dada la estructura particular que éste presenta en el estado.

Estos ámbitos pueden ser nichos de especialización y estructuración, la diferencia entre ambos estriba en que un nicho de especialización es un ámbito específico (ya sea producto o área tecnológica) cuya atención se desea priorizar desde la agenda sectorial como forma de especialización diferencial del estado, mientras que un nicho de estructuración es un área de soporte, cuyo impulso se espera que contribuya a la promoción de la innovación (e.g. vinculación, formación o difusión).

A continuación se describen en detalle estos nichos seleccionados para Energía en el estado de Colima.

5.1. Desarrollo del ecosistema de innovación en Energía

El primer nicho de especialización que se detectó en el estado es el del desarrollo del ecosistema de innovación en el sector Energía. A pesar de la infraestructura que existe actualmente en el sector y el alto índice de especialización que se muestra, hay un ámbito de mejora en cuanto al tejido empresarial y el sistema científico-tecnológico que para que se pueda dar pie a un *cluster* energético consolidado en el estado.

Igualmente, se detectó que existe una infraestructura y un marco legislativo propicio en el que se puede desarrollar el ecosistema de innovación, y mitigar las carencias que se desprenden del análisis del sistema de innovación, como por ejemplo, la falta de agentes científico-tecnológicos y empresas con actividades de I+D, así como el desarrollo del sector Energía dentro de las prioridades del Tecnoparque CLQ.

Dentro de este nicho se han identificado varias líneas de trabajo que servirán para delimitar la temática de los proyectos prioritarios y complementarios:

- Aplicación y desarrollo de proyectos y actuaciones amparados por la Ley para el Fomento de Energías Renovables y Eficiencia Energética del estado y de la Reforma Energética Federal.
- Desarrollo del sector energético mediante el Tecnoparque CLQ, puesto que se trata de una de las vocaciones definidas para el mismo.

- Desarrollo de los elementos necesarios para fomentar la correcta y oportuna transferencia de tecnología en materia energética, como un ecosistema de energía, con particular énfasis entre academia y empresa.
- Establecimiento de bases sólidas y facilidades para la creación de nuevas empresas energéticas, mediante el apoyo de capital público y privado, así como del *expertise* de empresas exitosas en el sector, más allá del apoyo financiero disponible para estas empresas.

En la siguiente ilustración se incluyen algunas demandas identificadas en el proceso de reflexión de la agenda sectorial que encajarían con las líneas de actuación descritas.

Ilustración 6 Ejemplos de potenciales proyectos complementarios relacionados con el Desarrollo del ecosistema de innovación en Energía

- **Desarrollo de una oficina de transferencia tecnológica que vincule a la cuádruple hélice,** haciendo especial énfasis en la aplicación de conocimiento generado en la academia
- **Incubadora de empresas de base tecnológica energéticas,** dando apoyo a los emprendedores que pudieran surgir en este sector
- **Retomar las actividades del Foro Internacional de Energía,** que ya se ha hecho en alguna ocasión, con el fin de propiciar la conexión entre diferentes actores de la cuádruple hélice y la vinculación y transferencia de tecnología entre los mismos

5.2. Sustentabilidad energética

El segundo nicho de especialización que se detectó en los talleres fue el de la sustentabilidad. El consumo de Energía y contaminación generada puede ser mermado si se implementan normas y se invierte de manera congruente para propiciar la sustentabilidad, siguiendo modelos existentes a nivel internacional.

Este tipo de iniciativas necesitan del respaldo económico y del compromiso e interés por parte de gobierno y ciudadanos para poder aplicar los conocimientos adquiridos en proyectos tangibles que sean benéficos para la cuádruple hélice.

Por último, las discusiones entre los miembros de la mesa sectorial han arrojado que los principales campos que necesitan una revisión a la luz de la sustentabilidad son los procesos industriales, la construcción y el transporte.

Dentro de este nicho se han contemplado diferentes líneas de trabajo que determinarán la temática de los proyectos, que pueden ser, entre otras, las siguientes:

- Adaptación al Cambio Climático, que recoge como prioritarias las decisiones tomadas por los Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático (PEACC) que se está desarrollando en Colima.
- Promoción de la eficiencia energética en las MIPYMES y en las instituciones públicas por medio del uso de energías alternativas y acciones puntuales (e.g. focos ahorradores) que disminuyan sus costos fijos de consumo de energía. Por ejemplo, debería realizarse el análisis sistemático de sustentabilidad de los procesos industriales.
- Construcción bioclimática:
    - Apoyo de actividades de emprendimiento a partir de la maestría de arquitectura bioclimática.
    - Uso eficiente de la energía y los recursos e integración con el medio ambiente de las edificaciones.
- Sustentabilidad en el transporte: desarrollo de modelos de transporte público eficientes y que sean autosustentables.

En la siguiente ilustración se incluyen algunas demandas identificadas en el proceso de reflexión de la agenda sectorial que encajarían con las líneas de actuación descritas.

Ilustración 7 Ejemplos de potenciales proyectos complementarios relacionados con Sustentabilidad

- **Desarrollo de Empresas de Servicios de Eficiencia Energética,** ya que existe en el estado un área de oportunidad en el tejido empresarial en cuanto a eficiencia energética refiere
- **Acciones para el cambio climático,** en los que se involucre a toda la población, además de a los proveedores de servicios, de manera de generar una conciencia generalizada en cuanto a la importancia de la preservación del medio ambiente

5.3. Generación de energía limpia a partir de energía solar

El tercer nicho identificado en las mesas sectoriales es la generación de Energía a partir de Energía solar. Colima es un estado que cuenta con un importante recurso solar durante todo el año, por lo que su aprovechamiento de manera eficiente puede redundar en la disminución de costos de generación de energía.

Es importante mencionar también que existen diversas alternativas de generación a partir de energía solar (fotovoltaica, solar térmica de baja y de alta concentración) cuyos costos han estado reduciéndose de manera significativa en los últimos años, colocándolas en una posición mucho más competitiva en relación al precio de la electricidad generada de manera tradicional.

La apuesta de Colima por el aprovechamiento y desarrollo de energías renovables de manera compatible con el entorno social y ambiental se vio respaldada recientemente por la creación de la Ley para el Fomento de Energías Renovables y Eficiencia Energética del Estado, que puede impulsar notablemente el sector en el estado.

Dentro de este nicho se han identificado varias líneas de trabajo que determinarán la temática de los proyectos, tanto estratégicos como complementarios:

- Análisis de alternativas de generación a partir de energía solar, identificando las más adecuadas para el recurso y las necesidades del estado de Colima.
- Estudios en sistemas fotovoltaicos: evaluación desde los componentes (módulos e inversores) y hasta el diseño, ejecución y optimización de la instalación fotovoltaica final
- Generación de profesionales e investigadores que atiendan las necesidades del estado en cuanto al ámbito de la energía solar fotovoltaica.

En la siguiente ilustración se incluyen algunas demandas identificadas en el proceso de reflexión de la agenda sectorial que encajarían con las líneas de actuación descritas.

Ilustración 8 Ejemplos de potenciales proyectos complementarios relacionados con Generación de energía solar

- **Instalación de sistemas fotovoltaicos en las dependencias gubernamentales,** de cara a analizar el ahorro real generado e implantar un ejemplo y precedente en el estado
- **Creación de carreras en las IES especializadas en el ámbito de energías renovables,** para así incrementar la generación de conocimiento en estas áreas

5.4. Generación de energía limpia a partir de energía eólica

El cuarto nicho de especialización detectado dentro del ejercicio de las mesas sectoriales de Energía es la generación a partir de energía eólica.

Al igual que en el caso de generación a partir de energía solar, la apuesta de Colima por el aprovechamiento y desarrollo de energías renovables de manera compatible con el entorno social y ambiental se vio respaldada recientemente por la creación de la Ley para el Fomento de Energías Renovables y Eficiencia Energética del Estado, que puede impulsar notablemente el sector en el estado.

En el caso de la energía eólica el estado se encuentra todavía en una fase preliminar de desarrollo, los últimos hallazgos de evaluación del recurso no aparecen aún en los mapas estatales del Instituto de Investigaciones Eléctricas de la Secretaría de Energía y pareciera que el potencial de Colima es limitado en este aspecto.

Dentro de este nicho se han identificado varias líneas de trabajo que determinarán la temática de los proyectos, tanto estratégicos como complementarios:

- Determinación de áreas con potencial eólico y difusión de la información
- Selección de áreas para explotación y estudio de detalle
- Elaboración de estudio de las posibilidades económicas y su retorno en estado en cuanto a la instalación de un parque eólico

Ilustración 9 Ejemplos de potenciales proyectos complementarios relacionados con Generación de energía eólica

- **Evaluación del potencial del mapa del recurso del estado,** a fin de partir de los esfuerzos existentes en esta materia en el estado
- **Iniciativa para actualización del mapa eólico de Colima en la referencia del Instituto de Investigaciones Eléctricas**
- **Proyecto piloto de generación de energía eólica**

5.5. Biomasa

El quinto nicho de especialización detectado en las mesas sectoriales de Energía es la biomasa. Por el vocacionamiento agro del estado de Colima se genera abundante materia orgánica y desechos en el proceso de los productos agrícolas. Toda esta materia se puede utilizar para generar energía con el doble propósito de aprovechar mermas y obtener un beneficio económico de las mismas.

En el estado de Colima, el sistema científico-tecnológico ha realizado ya algunos desarrollos concretos en este ámbito, en biodigestores, en análisis de la calidad de biomasa, etc y se han establecido varios grupos de trabajo en IES y agentes.

Dentro de este nicho se han identificado varias líneas de trabajo que determinarán la temática de los proyectos, tanto estratégicos como complementarios:

- Análisis del potencial de los distintos tipos de biomasa disponibles en el estado.
- Análisis de calidad de biomasa.
- Desarrollos de biocombustibles adaptados a las condiciones del estado mediante los siguientes procesos:
    - Termoquímicas (combustión directa, gasificación, pirolisis…)
    - Bioquímicas (digestión anaeróbica, fermentación de azúcares…)
    - Químicas (transesterificación, Fischer-Tropsch, síntesis de metanol)
- Demostración de viabilidad de diversos procesos.
- Publicaciones y patentes.

Ilustración 10 Ejemplos de potenciales proyectos complementarios relacionados con Biomasa

- **Planta de demostración de viabilidad de generación con biomasa**
- **Laboratorio de análisis de calidad de insumos para biocombustibles**

5.6. Desarrollo de servicios anexos al sector energético de gas

El sexto y último nicho de especialización detectado en las mesas sectoriales de Energía es el desarrollo de servicios anexos al hub energético de gas. El gas natural es una alternativa con un menor impacto medioambiental y que conlleva una reducción de costo de producción respecto al combustóleo y en la que el uso e implementación de nuevas tecnologías aumenta la eficiencia.

Los primeros pasos en el desarrollo de este hub ya están dados, ya que la infraestructura existente en torno al gas natural en el estado (regasificadora y gasoducto), así como la utilización del mismo en la central termoeléctrica, brindan el inicio de un ecosistema de gas en Colima. Este ecosistema de gas necesita ser complementado con servicios científico-tecnológicos que complementen esta infraestructura y apalanquen el desarrollo del sector en el estado.

En este punto, se quiere comenzar por el desarrollo de servicios conexos a la industria en el estado y las capacidades básicas: formación, emprendimiento, etc. Se considera que, sin este primer paso, no se puede realizar el encadenamiento productivo ni complementar el tejido empresarial y científico-tecnológico del estado.

Dentro de este nicho se han identificado varias líneas de trabajo que determinarán la temática de los proyectos, tanto estratégicos como complementarios:

- Formación en tecnologías y servicios relacionados con la industria gasista.
- Desarrollo de tecnologías de conexión al gasoducto.
- Creación de empresas de base tecnológica.
- Atracción de capacidades científico-tecnológicas energéticas en el ámbito del gas para su instalación en el estado.
- Desarrollo de métodos de abastecimiento de gas natural para garantizar precios competitivos.

Ilustración 11 Ejemplos de potenciales proyectos complementarios relacionados con el hub energético de gas

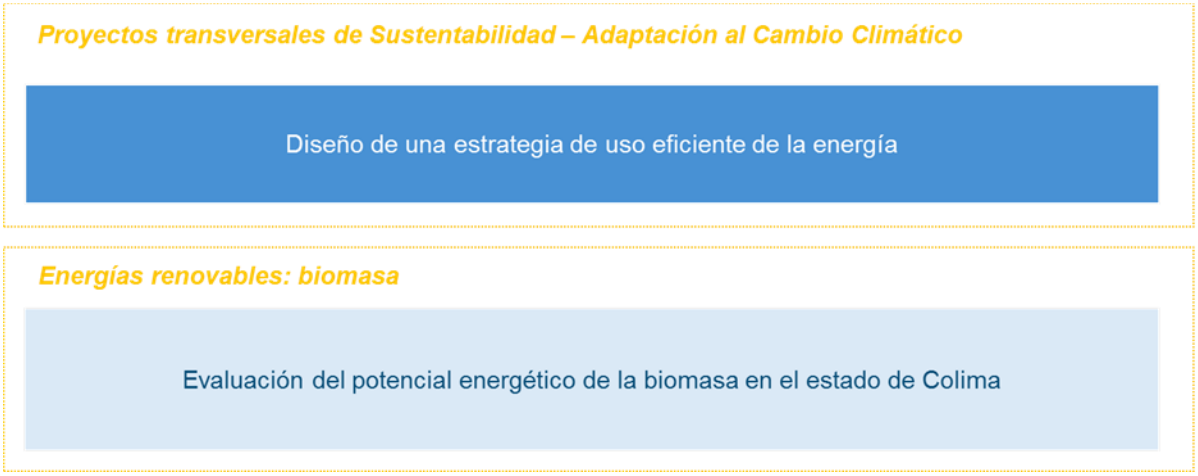
- **Desarrollo de tecnología para la conexión al gaseoducto,** para así integrar a más actores a la infraestructura de gas en el estado
- **Programas de formación globales específicos para la industria gasista del estado**

6. CARACTERIZACIÓN DE PROYECTOS PRIORITARIOS Y ENTRAMADO DE PROYECTOS

Como resultado de las votaciones de la mesa sectorial, se seleccionaron de forma preliminar tres proyectos estratégicos para ser puestos a consideración por parte del grupo consultivo. La priorización de estos proyectos encaja en gran medida con la priorización de los nichos de especialización.

a. Estrategia de uso eficiente de la energía
b. Evaluación de potencial energético de biomasa

Ilustración 12 Esquema de interrelación de los proyectos prioritarios de Energía



Fuente: Indra Business Consulting

6.1. Caracterización de proyectos

En este apartado se describen brevemente los proyectos estratégicos de Energía del estado de Colima que se han mencionado.

6.1.1. Diseño e implementación de una estrategia de uso eficiente de la energía

Este proyecto incluye el desarrollo de la estrategia y un primer acercamiento a la aplicación de la misma en los servicios públicos. El diseño de una estrategia de Uso Eficiente de la Energía a nivel multisectorial, en el estado de Colima, permitirá disminuir las emisiones de GEI, reducirá los

montos económicos en pagos de los usuarios y permitirá considerar al ahorro como una fuente alternativa de energía generada por el propio estado. Más aun, para la introducción de nuevas tecnologías energéticas es indispensable como etapa previa el establecimiento de un programa de uso eficiente de la energía.

De igual manera, el gasto energético en servicios públicos en Colima actualmente no cuenta con medidas para poder hacerlo más eficiente. Es prioritario incluir la ejecución en el proyecto y comenzar el proyecto por un piloto dentro de los servicios públicos básicos, como el de alumbrado y edificios públicos, para lograr un ahorro en energía. A partir de estos hallazgos y su optimización se puede trasladar posteriormente a otras áreas, utilizando este piloto como ejemplo del ahorro tanto económico como medioambiental que se produce.

6.1.2. Evaluación de potencial energético de biomasa

En este proyecto se propone realizar un estudio de evaluación del potencial energético de la biomasa en el estado. El objetivo de este proyecto es asegurar la viabilidad técnica y económica de la explotación efectiva de la biomasa agrícola y forestal.

Se parte de la identificación de los tipos de biomasa agrícola y forestal para posteriormente realizar una estimación de cada uno de ellos. Con esta información se elaborará una base cartográfica que plantear posibles superficies susceptibles para un aprovechamiento de acuerdo al tipo de tecnología de conversión. Además, se propondrán los posibles sistemas logísticos a utilizar en cada caso.

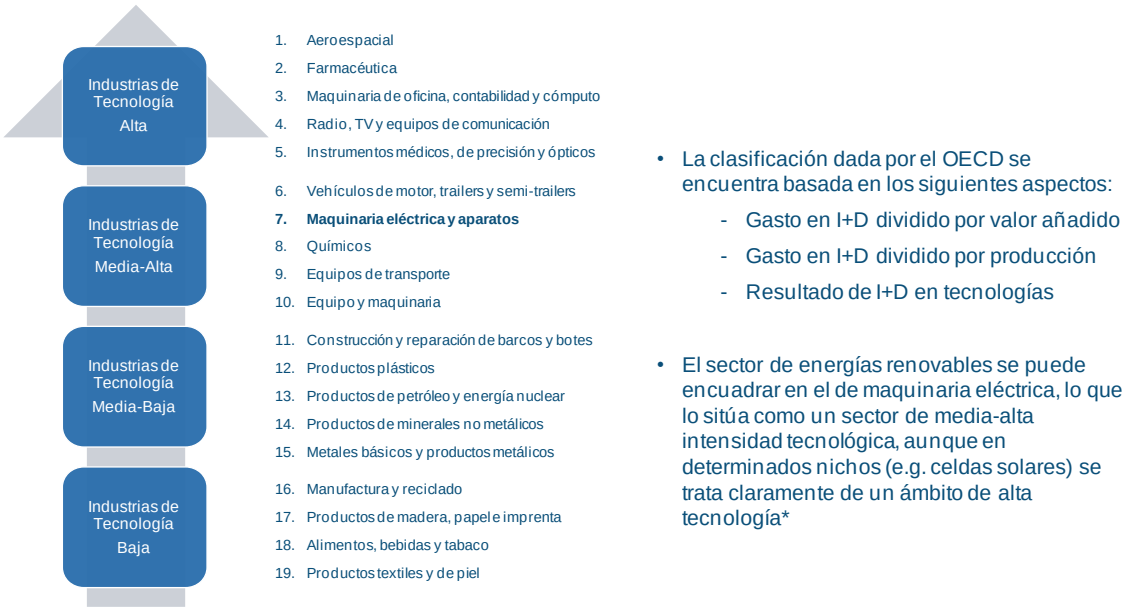
Los resultados serán la identificación los tipos de biomasa agrícola y forestal existentes en el estado, la estimación la biomasa total, accesible y disponible, una base cartográfica para la correcta identificación de las superficies susceptibles de aprovechamiento y la definición de los posibles sistemas logísticos de acuerdo al tipo de tecnología de conversión.

7. APÉNDICE: TENDENCIAS INTERNACIONALES

7.1.1. Papel de la innovación en el sector

El papel de la innovación en el sector es un factor clave para la determinación de la estrategia más adecuada. Por tal motivo tener un referente de la relevancia de la innovación como factor de competitividad puede ser de mucha utilidad. Basado en la clasificación internacional de la OECD en intensidad de I+D, la cual se muestra en la siguiente ilustración, el sector de energías está identificado como una industria de tecnología media-alta, lo que obliga a sus empresas a un importante esfuerzo para incorporar de forma permanente las nuevas tecnologías y los nuevos desarrollos para ser competitivas a nivel nacional e internacional, de acuerdo con una importante y constante evolución tecnológica.

Ilustración 13: Clasificación de industrias basadas en intensidad de I+D



Fuente: OECD

7.1.2. Objetivos globales de las tendencias tecnológicas

La competencia global obliga a las empresas a estar al día de las tendencias tecnológicas internacionales del sector. Estas tendencias suelen ser el fruto de las respuestas al entorno externo. Por tal motivo una revisión a los objetivos globales, mostrados en la Ilustración 14, de

las tendencias tecnológicas sirven de manera orientativa para definir las prioridades tecnológicas en las mesas sectoriales.

Ilustración 14: Objetivos globales de las tendencias tecnológicas

Fuente: Indra Business Consulting

Estos objetivos globales se concretan en líneas tecnológicas que constituyen una de las referencias y punto de partida para la identificación de las necesidades específicas en el ámbito de la innovación en el estado. Las líneas tecnológicas en el sector se indican en la siguiente ilustración.

Ilustración 15 Líneas tecnológicas relevantes en el sector

Objetivo	Líneas Tecnológicas
Nuevas fuentes de energía renovable	- Biocombustibles obtenidos a partir de biomasa no tradicional como el nopal - Biocombustibles de segunda generación a partir de vegetales no alimenticios y con alta densidad energética - Centrales eléctricas usando la energía geotérmica
Generación y distribución de energía inteligente	- Transformación de combustibles tradicionales en combustibles neutros en carbono - Nuevas tecnologías de celdas

Objetivo		Líneas Tecnológicas
		fotovoltaicas de mejor rendimiento y menor costo - Pinturas fotovoltaicas - Nueva generación de eólicas: con velas, silenciosas o de tamaño reducido
	Nuevos diseños y materiales	- Red eléctrica inteligente (Smart grids) - Cogeneración de electricidad - Almacenamiento de energía y electricidad - Reducción de desperdicio de energía - Generación de energía inteligente para adaptar la producción de electricidad con la demanda - Cables superconductores
	Reducción de emisiones de carbono	- Nuevas tecnologías de captura de carbono: captura post-proceso, captura Syngas/Hidrógeno, Oxicombustión y separación inherente - Almacenamiento geológico del carbono - Nuevos usos del carbono: producción de plástico, productos químicos y combustibles a partir de carbono - Infraestructura de transporte del carbono capturado - Aparatos y vehículos inteligentes con bajo consumo energético y recuperación de energía (energía térmica, lumínica…)

Fuente: Indra Business Consulting

MÉXICO
GOBIERNO DE LA REPÚBLICA
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología