



AGENDA DE INNOVACIÓN DE MORELOS

DOCUMENTOS DE TRABAJO

4.1 AGENDA DE ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN:

ENERGÍAS RENOVABLES

Noviembre 2014

CONTENIDO

1.	Introducción a los sectores seleccionados por la agenda	6
1.1.	Criterios de priorización	6
1.2.	Aplicación de dichos criterios para la selección de sectores.	7
1.3.	Sectores seleccionados y gráfico representativo de la agenda	14
2.	Caracterización del sector en el estado y en el contexto nacional	17
2.1.	Breve descripción del sector	17
2.2.	Distribución del sector en México y posicionamiento del estado	17
2.3.	Principales tendencias de la innovación en el sector a nivel mundial.	20
3.	Breve descripción del ecosistema de innovación	23
3.1.	Mapa de los agentes del ecosistema de innovación	23
3.2.	Principales IES, Centros de Investigación y Centros de Innovación y sus principales líneas de investigación	26
3.2.1.	Instituciones de Educación Superior	26
3.2.2.	Centros de Investigación y Centros de Innovación	27
3.3.	Detalle de empresas RENIECyT del sector.....	35
3.3.1.	Otras empresas en el sector de energías renovables en el estado de Morelos..	36
3.4.	Evolución de apoyos en el sector	38
4.	Análisis FODA del sector	44
5.	Marco estratégico y objetivos sectoriales.....	46
6.	Nichos	47
6.1.	Energía solar	48
6.2.	Energía eólica.....	48
6.3.	Energía geotérmica.....	49

7.	Caracterización de proyectos singulares y entramado de proyectos	49
8.	Lista de referencias.....	53
9.	Apéndices	55
9.1.	Apéndice A: Mesas sectoriales	55
9.1.1.	Funciones.....	55
9.1.2.	Composición	55
9.1.3.	Talleres	56
9.2.	Apéndice B: Estudios de tendencias sectoriales	58
9.2.1.	Papel de la innovación en el sector	58
9.2.2.	Objetivos globales de las tendencias tecnológicas	60

Índice de ilustraciones

Ilustración 1	Participación de sectores en el PIB estatal.....	8
Ilustración 2	Relevancia de actividades relacionadas al Sector Energético	9
Ilustración 3	Relevancia de actividades relacionadas al Sector Tecnologías de la Información y Comunicaciones	9
Ilustración 4	Relevancia de actividades relacionadas al Sector Farmacéutico y Biofarmacéutico.	10
Ilustración 5	Relevancia de actividades relacionadas al Sector Servicios Científicos y Tecnológicos.....	10
Ilustración 6	Estrategia de análisis para el presente y futuro de la CTel en Morelos	11
Ilustración 7	Gráfico representativo de la Agenda Estatal de Innovación de Morelos.....	16
Ilustración 8	Evolución de la capacidad adicional de generación con energías renovables y nuevas grandes hidroeléctricas para servicio público, 2012-2026 (Escenario de planeación) (MW).....	18

Ilustración 9 Evolución de la capacidad adicional de generación con energías renovables por autoabastecimiento, 2012-2026 (Escenario de planeación) (MW).....	18
Ilustración 10 Evolución del consumo de energía a nivel mundial	20
Ilustración 11 Evolución de las emisiones de carbono por tipo de combustible	21
Ilustración 12 Evolución del consumo de energías renovables y biocombustibles a nivel mundial.....	22
Ilustración 13 Mapa del sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación en el estado del sector Energía.....	24
Ilustración 14 Evolución de los apoyos al sector de 2009 a 2013	39
Ilustración 15 Marco estratégico de la agenda sectorial.....	47
Ilustración 15 Proceso de definición de la agenda sectorial	57
Ilustración 17 Clasificación de industrias basadas en intensidad de I+D	59
Ilustración 18 Evolución de la capacidad de generación instalada y nuevas adiciones por tecnología (GW, 2010-2035)	60

Índice de tablas

Tabla 5 Criterios de priorización elegidos durante el primer taller del Grupo Consultivo	6
Tabla 1 Resumen del análisis de sectores en Morelos	8
Tabla 2 Sectores seleccionados para desarrollar en la Agenda de Innovación para Morelos	13
Tabla 3 Empresas del estado de Morelos del sector Energía registradas ante el RENIECyT y sus nichos o actividades	35
Tabla 4 Empresas del Estado de Morelos del sector Energía no registradas ante el RENIECyT y sus nichos o actividades.....	36
Tabla 5 Evolución de los apoyos al sector de 2009 a 2013	38
Tabla 6 Proyectos en temáticas de energías renovables apoyados en Morelos de 2009 a 2013.....	40

Tabla 7 Composición de la mesa sectorial.....56

1. INTRODUCCIÓN A LOS SECTORES SELECCIONADOS POR LA AGENDA

1.1. Criterios de priorización

Durante el desarrollo del primer taller con el Grupo Consultivo se propusieron una serie de criterios para seleccionar los sectores en los que se enfocaría la Agenda Morelos.

Los criterios de priorización seleccionados se agruparon en sociales, de capacidades científico-tecnológicas, económicos, y finalmente, estratégicos y diferenciadores. Los criterios se muestran en la Tabla 5.

Tabla 1 Criterios de priorización elegidos durante el primer taller del Grupo Consultivo

Clasificación	Indicador
Sociales	<ol style="list-style-type: none">1. Impacto en la generación de empleo de alto valor.2. Impacto positivo en problemas sociales.
Capacidades científicas-tecnológicas	<ol style="list-style-type: none">3. Utilización y consolidación de las capacidades científicas y tecnológicas en el estado.4. Contribución a la creación de empresas de base tecnológica.5. Generación de conocimiento científico para el mercado estatal, nacional y mundial.
Económicos	<ol style="list-style-type: none">6. Sectores encadenados a otros subsectores de la economía.7. Sectores que atienden soluciones para las prioridades nacionales.
Estratégicos y diferenciadores	<ol style="list-style-type: none">8. Destacado posicionamiento de Morelos a nivel nacional por sus capacidades de I+D+i.

	9. Alineación con la política pública estatal.
--	------------------------------------------------

Fuente: Elaboración propia a partir de la reflexión del Grupo Consultivo

Para la aplicación de estos criterios, se desarrolló un modelo de valoración basado, en aquellos sectores en los que es posible, en datos duros y medibles, y en algunos casos se utilizó información cualitativa resultado de entrevistas y de valoraciones obtenidas en el Primer Taller.

Los sectores seleccionados resultado de esta valoración se mostraron en el Segundo Taller del Grupo Consultivo para así construir conjuntamente las áreas de especialización de la Agenda.

1.2. Aplicación de dichos criterios para la selección de sectores.

En el desarrollo del análisis se tomaron en consideración algunos indicadores que la SICyT marcó como relevantes para el estado de Morelos: el estado es líder nacional al crear la primera Secretaría de este tipo, existen más de 40 núcleos de investigación con más de 260 laboratorios especializados, se cuenta con 62 posgrados registrados en el PNPC del CONACyT, existen más de 2 mil investigadores, 901 de ellos en el SNI y 499 en el Sistema Estatal de Investigadores, la inversión mixta en innovación ha crecido en 370%, se cuenta con un Parque Científico y Tecnológico, además de contar con 5 Oficinas de Transferencia de Tecnología certificadas.

Por otra parte, Morelos tiene dos grandes proyectos que son “Plan de Vuelo”, que invertirá 460 millones de dólares y generará más de 4 mil 600 empleos y “México conectado”, el cual colocará al Estado como punta de lanza en conectividad de internet.

El resultado de todo el análisis y las entrevistas realizadas, permitió agrupar los sectores en el estado en dos grandes grupos: aquellos que tienen un impacto actualmente en la

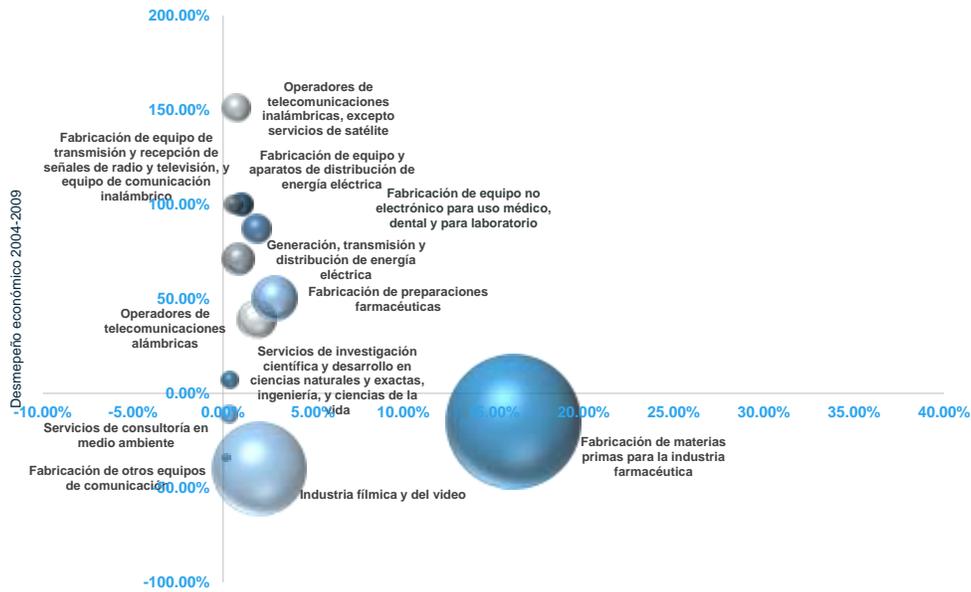
economía y aquellos con potencial. La Tabla 1 muestra los sectores seleccionados para la Agenda de Morelos.

Tabla 2 Resumen del análisis de sectores en Morelos

Sectores por impacto en la economía (Con base en información económica)	Sectores con oportunidad a futuro (con base en entrevistas)
<ul style="list-style-type: none"> • Fabricación de productos con base en minerales no metálicos • Servicios educativos • Transporte • Industria química (plástico y hule) • Servicios profesionales, científicos y técnicos • Fabricación de equipo de transporte • Información en medios masivos • Construcción • Servicios inmobiliarios • Floricultura 	<ul style="list-style-type: none"> • Energías renovables • Ahorro y optimización de energía • Industria farmacéutica convencional y biofarmacéutica. • Ingeniería molecular y nanotecnología • Tecnologías médicas • Tecnologías agroindustriales • Mejoramiento genético agropecuario • Tecnologías de la información y comunicaciones • Servicios científicos y tecnológicos • Manufactura avanzada

Posteriormente, se documentó la participación de estos sectores en el PIB estatal.

Ilustración 1 Participación de sectores en el PIB estatal



En una siguiente fase, se realizó un análisis acerca del Índice de Especialización Local que busca no sólo entender la participación en la economía, sino el valor agregado que representa en términos reales cada sector para el estado, lo cual se muestra en las Ilustraciones siguientes.

Ilustración 2 Relevancia de actividades relacionadas al Sector Energético

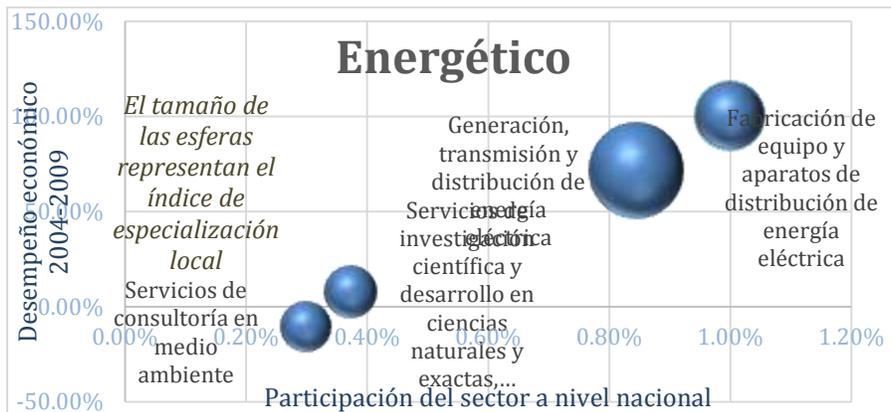


Ilustración 3 Relevancia de actividades relacionadas al Sector Tecnologías de la Información y Comunicaciones

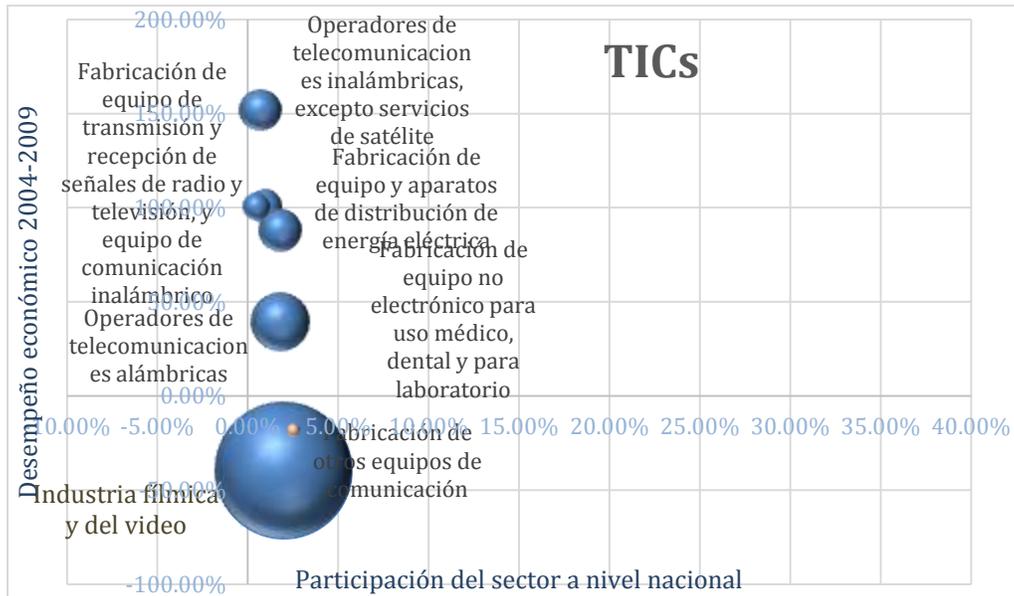


Ilustración 4 Relevancia de actividades relacionadas al Sector Farmacéutico y Biofarmacéutico.

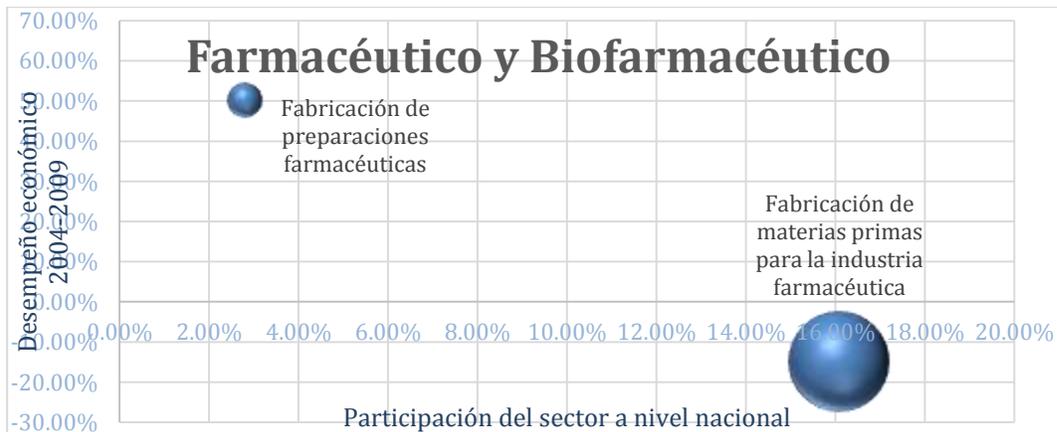
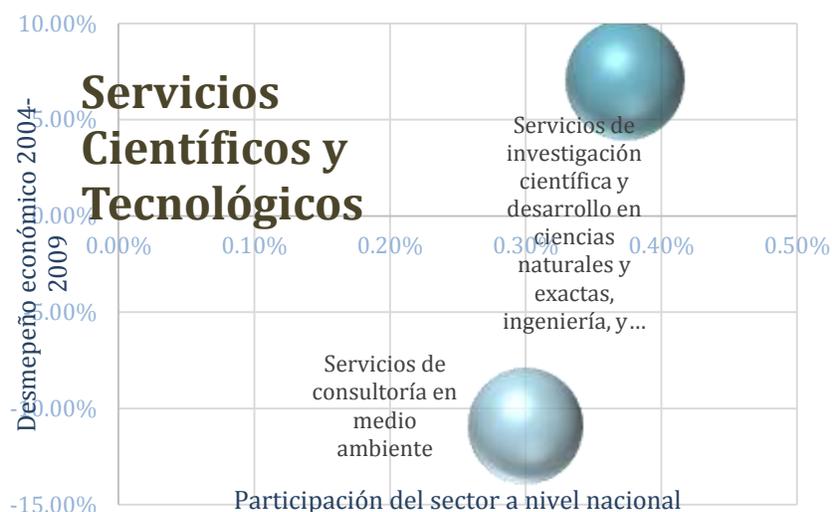


Ilustración 5 Relevancia de actividades relacionadas al Sector Servicios Científicos y Tecnológicos.



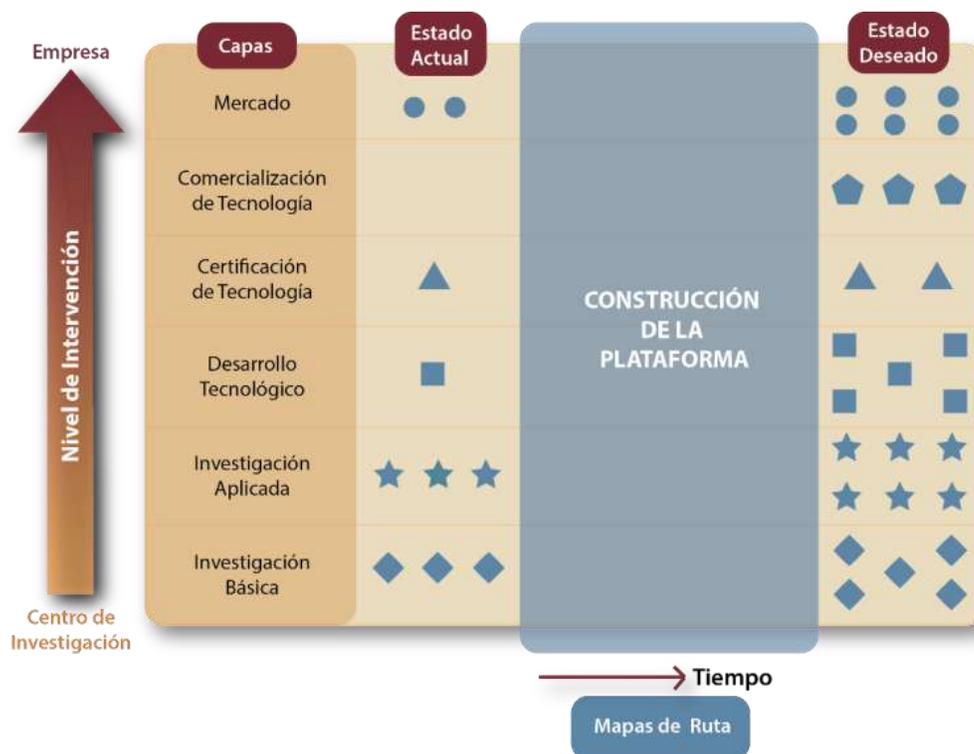
Así pues, con esta información preliminar, se realizó el primer taller del consejo consultivo con miras a la definición de sectores el 18 de marzo de 2014, donde estuvieron representados todos los actores del ecosistema local. Siendo la responsable estatal y líder del taller la Dra. Brenda Valderrama Blanco, Secretaria de Innovación, Ciencia y Tecnología del estado de Morelos.

El objetivo inicial del taller fue analizar los datos económicos y de especialización con los que se contaba así como los sectores propuestos en las entrevistas con el grupo consultivo y llegar a un consenso de sectores a explorar.

El análisis del estado actual de Morelos, reveló áreas de mayor desarrollo y aquellas donde se requiere intervención con miras a generar la plataforma de despegue adecuado.

En la ilustración 6 se muestra lo detectado y la visión a futuro que pretende construirse en el tema en general de ciencia, tecnología e innovación (CTel).

Ilustración 6 Estrategia de análisis para el presente y futuro de la CTel en Morelos



Las necesidades de fortalecimiento en temas como la comercialización de tecnología, el acceso al mercado, el desarrollo tecnológico y la certificación son un común denominador en los sectores detectados. De ahí la necesidad de definir proyectos no sólo sectoriales, sino de plataforma que permitan al estado contar con las condiciones necesarias para el despegue.

Teniendo claridad en esas necesidades, se trabajó en analizar los sectores detectados tanto en la investigación con base en información económica, como en campo, resultando en la definición de los sectores en el estado de Morelos.

Inicialmente se detectaron 10 áreas candidatas a especialización en el estado:

- Energías renovables:
 - Biocombustibles.
 - Solar – térmico y fotovoltaico.
 - Eólico.
- Ahorro y optimización de energía.

- Industria farmacéutica convencional y biofarmacéutica:
 - Pruebas clínicas.
 - Planta de escalamiento.
- Ingeniería molecular y nanotecnología.
- Tecnologías médicas.
- Tecnologías agroindustriales.
- Mejoramiento genético agropecuario.
- Tecnologías de la información y comunicaciones:
 - Gadgets.
 - The internet of things.
- Servicios científicos y tecnológicos.
- Manufactura avanzada (automotriz).

Resultado del taller, se realizó una sesión con el comité de gestión para presentar los hallazgos del taller con el grupo consultivo.

Se definió que a partir de estas 10 líneas de especialización se seleccionarían 5 para enfocar los esfuerzos y recursos con el propósito de posicionar a Morelos en todas las áreas. Por lo tanto, se realizó una sesión de priorización adicional con base en la información recabada, las capacidades en recursos humanos, acceso a mercados, infraestructura científica y tecnológica y entorno empresarial. Además se hizo una alineación de la Agenda Estatal con el Plan Estatal de Desarrollo. Resultando cinco sectores seleccionados para la Agenda, así como una plataforma para atender estos cinco sectores, lo cual se muestra en la Tabla 2.

Tabla 3 Sectores seleccionados para desarrollar en la Agenda de Innovación para Morelos

Sectores seleccionados para desarrollar	Plataforma
------------------------------------------------	-------------------

<ul style="list-style-type: none"> • Tecnologías de la Información y Comunicaciones • Farmacéutica y Biofarmacéutica • Energías renovables • Servicios Científicos y Tecnológicos • Bioenergéticos 	<ul style="list-style-type: none"> • Sociedad del conocimiento • Plataforma de innovación
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

1.3. Sectores seleccionados y gráfico representativo de la agenda

La priorización secundaria resultó en cinco áreas de especialización:

Farmacéutica y Biofarmacéutica

Dada la infraestructura actual en el estado, la posición que ocupa a nivel nacional como productor de materias primas para el sector farmacéutico y las capacidades de investigación y desarrollo en el tema, se detectó una posibilidad de atraer inversiones de laboratorios, generación de proyectos de inversión para impulsar el sector en el estado y capacidad de ofrecer productos y servicios a nivel nacional e internacional.

Tecnologías de Información y Comunicaciones

La presencia de actores públicos y privados con planes de inversión en temas relacionados con Tecnologías de Información y Comunicaciones aunado a la generación de talento que está provocando la Cámara Nacional de la Industria Electrónica de Telecomunicaciones y Tecnologías de Información, la cercanía con mercados regionales atractivos y bajo costo en la creación de tecnología y empresas en este sector, presenta condiciones favorables para el desarrollo.

Adicionalmente, el gobierno estatal tiene el interés de transformar la operación del sector público y la digitalización de la mayor cantidad de trámites y servicios, siendo un consumidor con necesidades puntuales que pueden ser replicables en otros mercados.

Asimismo, el programa México conectado, donde Morelos será pionero, llevará conectividad a municipios de todo el estado, presentando la necesidad de ofrecer contenidos y servicios a través de la red, siendo otro impulsor del mercado local.

Energías renovables

En Morelos el sector de energías renovables destaca por sus capacidades tanto en infraestructura para investigación como en recursos humanos especializados. Estas capacidades se detallan más adelante. De igual forma existen empresas, principalmente en el ramo de energía solar, que atienden tanto el mercado local como nacional e internacional.

La infraestructura de centros de investigación aunada a la oferta al mercado, presenta el sector de energías renovables como una oportunidad para manejarlo como área de especialización con sus respectivas áreas de energía solar, eólica y geotérmica.

Además con la reciente reforma energética, aprobada a nivel nacional, se abre todo un campo de oportunidades de negocios para estos nichos.

Bioenergéticos

El Gobierno del estado de Morelos y Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA) han firmado un convenio de colaboración llamado Plan de Vuelo Morelos que tiene como meta la siembra de hasta 33 mil hectáreas de *Jatropha*, materia prima en la generación de bioturbosina. Este convenio, sienta las bases y define las necesidades y el mercado para desarrollos tecnológicos en toda la cadena de valor de bioturbosina que van desde la siembra de *Jatropha* hasta la entrega del producto terminado.

El objetivo de mercado es la comercialización y licenciamiento de la tecnología y patentes resultantes de este proyecto, siendo diferentes regiones a nivel nacional e internacional usuarios potenciales para la producción de bioenergéticos basados en aceites vegetales.

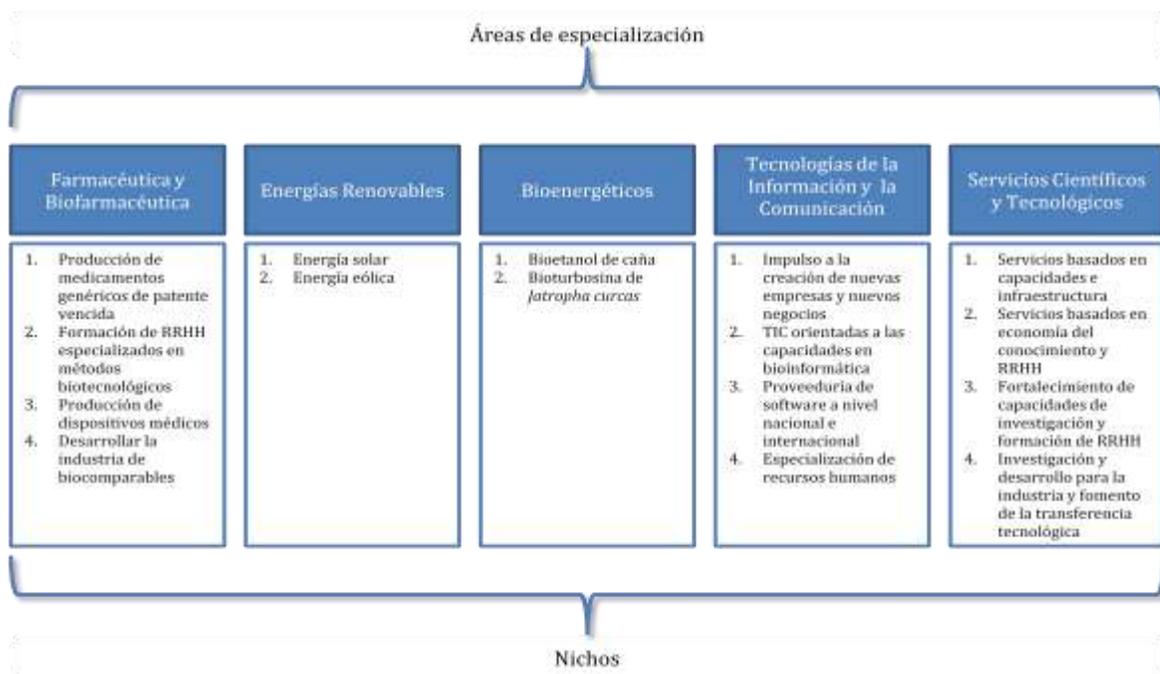
También es de remarcar la infraestructura actual con diversos centros de investigación en Morelos y los avances en investigación y desarrollo que están llevando a cabo para el aprovechamiento integral de la *Jatropha*, lo cual significa altas oportunidades para este sector.

Servicios Científicos y Tecnológicos

El posicionamiento de Morelos a nivel nacional por su destacada participación en innovación, ciencia y tecnología llevó a la consideración de incluir este tema como un área de especialización. Basta con recordar que el Foro Consultivo Científico y Tecnológico ubica a Morelos en 1er lugar en el indicador de Impacto de la producción científica por entidad federativa (2002 – 2011), en 2do lugar en el indicador de Investigadores en el SNI por cada 10 mil de la PEA (2012). Por otra parte el Índice de Competitividad Estatal del IMCO ubica a Morelos en 4º lugar en el subíndice de Innovación y sofisticación. Estos elementos aunados a las capacidades que se han fortalecido en el sistema de innovación llevan a considerar como un área de especialización relevante todos los Servicios Científicos y Tecnológicos que brinda el estado.

En la ilustración 7, se muestra el gráfico representativo de la Agenda Estatal de Innovación de Morelos, donde se muestran los sectores de especialización y los nichos detectados para cada sector o área de especialización.

Ilustración 7 Gráfico representativo de la Agenda Estatal de Innovación de Morelos



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

2.1. Breve descripción del sector

La producción, distribución y almacenamiento de la energía utilizando tecnologías limpias es una demanda creciente de la sociedad y es sin duda uno de los grandes retos a los que se enfrenta la humanidad en el corto plazo. En años recientes se ha venido mencionado que se acerca del fin de la era del petróleo lo que hace necesaria una transición hacia un nuevo paradigma en la producción y consumo de la energía que encaminen a la sociedad hacia un desarrollo sustentable.

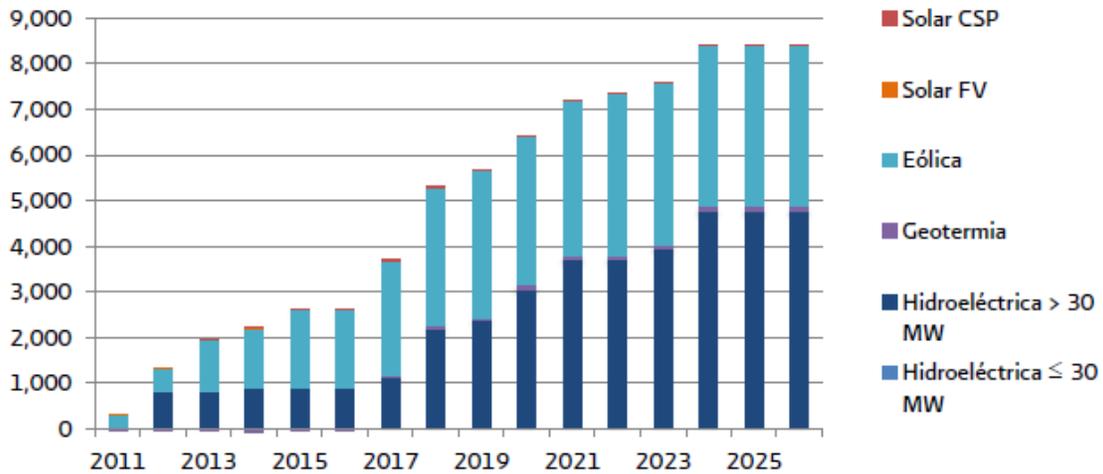
2.2. Distribución del sector en México y posicionamiento del estado

En el contexto nacional, las energías renovables son consideradas como tecnologías claves para el desarrollo sustentable. México cuenta con abundancia de recursos de energías renovables y el capital humano capaz de generar investigación y desarrollos tecnológicos que impulsen el aprovechamiento de estas energías y sitúen al país como líder en el desarrollo y uso de energías renovables.

A nivel gubernamental, la “Ley para el aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE)” establece que para el año 2024, la participación de las fuentes no fósiles en la generación de electricidad será del 35%. Para ello se requiere incrementar en forma significativa la participación de las tecnologías renovables como un factor clave para la seguridad energética y la sustentabilidad ambiental. Esto hace necesario diversificar las fuentes de energía y disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero. Para contextualizar esta ley, al 2013, solo el 3.4% de la energía utilizada en México provenía de fuentes renovables: eólica, fotovoltaica, entre otras. 16.6% lo aportan las hidroeléctricas,

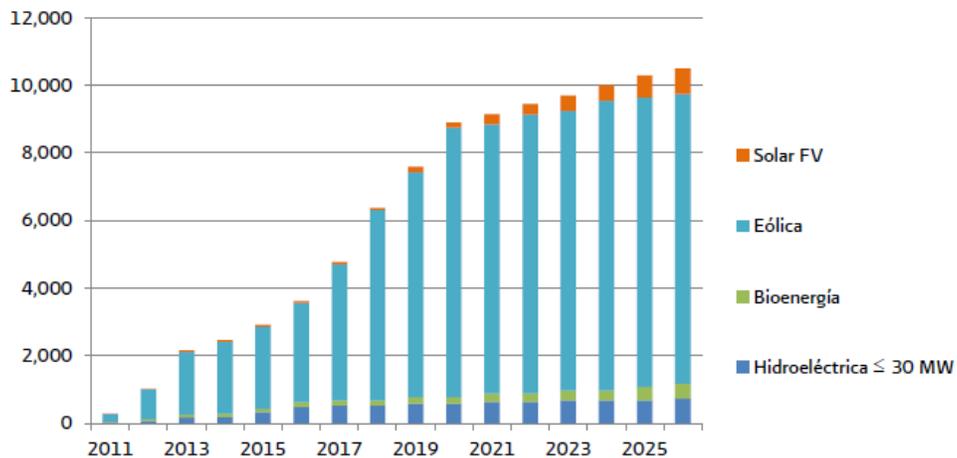
mientras que la generación de electricidad depende en un 80% de combustibles fósiles y carbón.

Ilustración 8 Evolución de la capacidad adicional de generación con energías renovables y nuevas grandes hidroeléctricas para servicio público, 2012-2026 (Escenario de planeación) (MW)



Fuente: Prospectiva de energías Renovables 2012 - 2026

Ilustración 9 Evolución de la capacidad adicional de generación con energías renovables por autoabastecimiento, 2012-2026 (Escenario de planeación) (MW)



Fuente: Prospectiva de energías Renovables 2012 – 2026

Por esta razón, la estrategia nacional de energía, precisa que para impulsar el desarrollo y el uso de las tecnologías limpias en el país se deben financiar proyectos de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación, alianzas estratégicas que generen valor agregado para la industria energética mexicana, fortalezcan a los institutos y centros de investigación y de educación y del sector energético, fomenten el desarrollo de recursos humanos capacitados y especializados, y que propicien la creación de redes nacionales e internacionales, de instituciones y centros de investigación para el desarrollo de tecnologías de punta en temas de energías renovables.

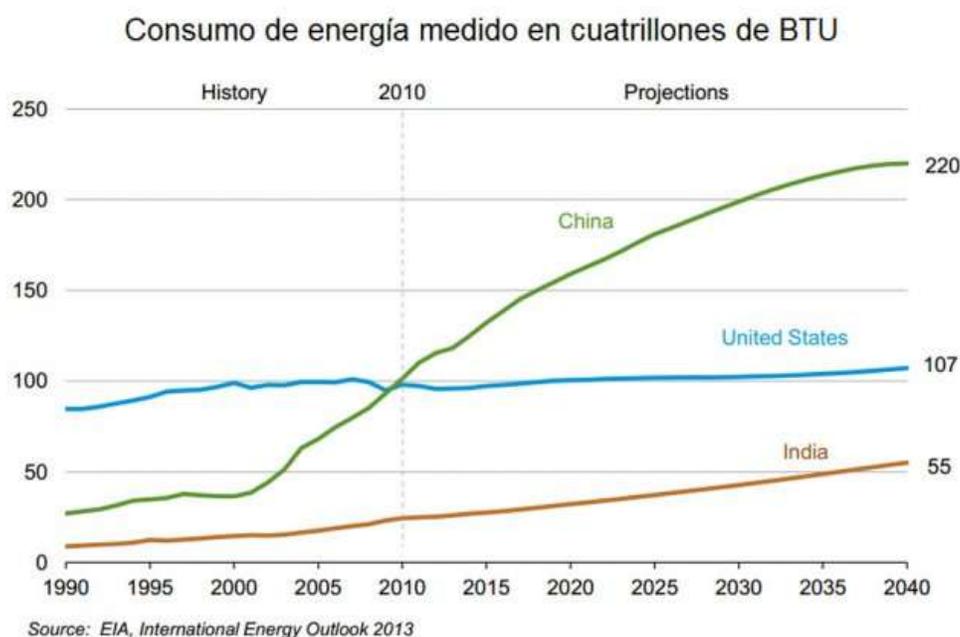
El estado de Morelos no es un productor de energía, sin embargo cuenta con condiciones climáticas favorables y sobre todo con un ecosistema de generación de conocimiento orientado al desarrollo, mejoramiento y aprovechamiento de la energía que proviene de los recursos naturales como la luz del sol, el viento, las mareas, o el calor geotérmico que son fuentes limpias y renovables de energía. En este sentido, los dos principales centros de investigación del estado en energías renovables, el Instituto de Energías Renovables (IER) y el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) serán los responsables de administrar y coordinar a nivel nacional los esfuerzos en investigación, desarrollo e innovación de los Centros Mexicanos en innovación en Energías Renovables (CEMIS) para energía solar y energía eólica, creados a partir de la convocatoria Fondo de Sustentabilidad Energética SENER – CONACYT de la Secretaría de Energía en el 2013. De igual forma, y debido a su experiencia en el campo de la geotermia, el IIE, tendrá gran participación dentro de los proyectos que se generen dentro del CEMI Geotérmico, liderado por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE).

Aunado a lo anterior, el estado de Morelos ha conformado dos nuevas secretarías de estado, la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología, y la Secretaría de Desarrollo Sustentable. Estas dos nuevas secretarías en conjunto con los centros de investigación del Estado contribuirán a la consecución de los objetivos sectoriales del estado de Morelos de impulsar la economía del conocimiento, y la investigación, desarrollo e innovación en sector de energías renovables para lograr la sustentabilidad del estado.

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

A nivel mundial, el consumo energético se va incrementando de forma exponencial y se estima que para el 2040, la demanda de energía se habrá incrementado en un 56 %, y casi la mitad de este crecimiento estará impulsada por el crecimiento de países en vías de desarrollo como China y la India, como se puede observar en la Ilustración 10.

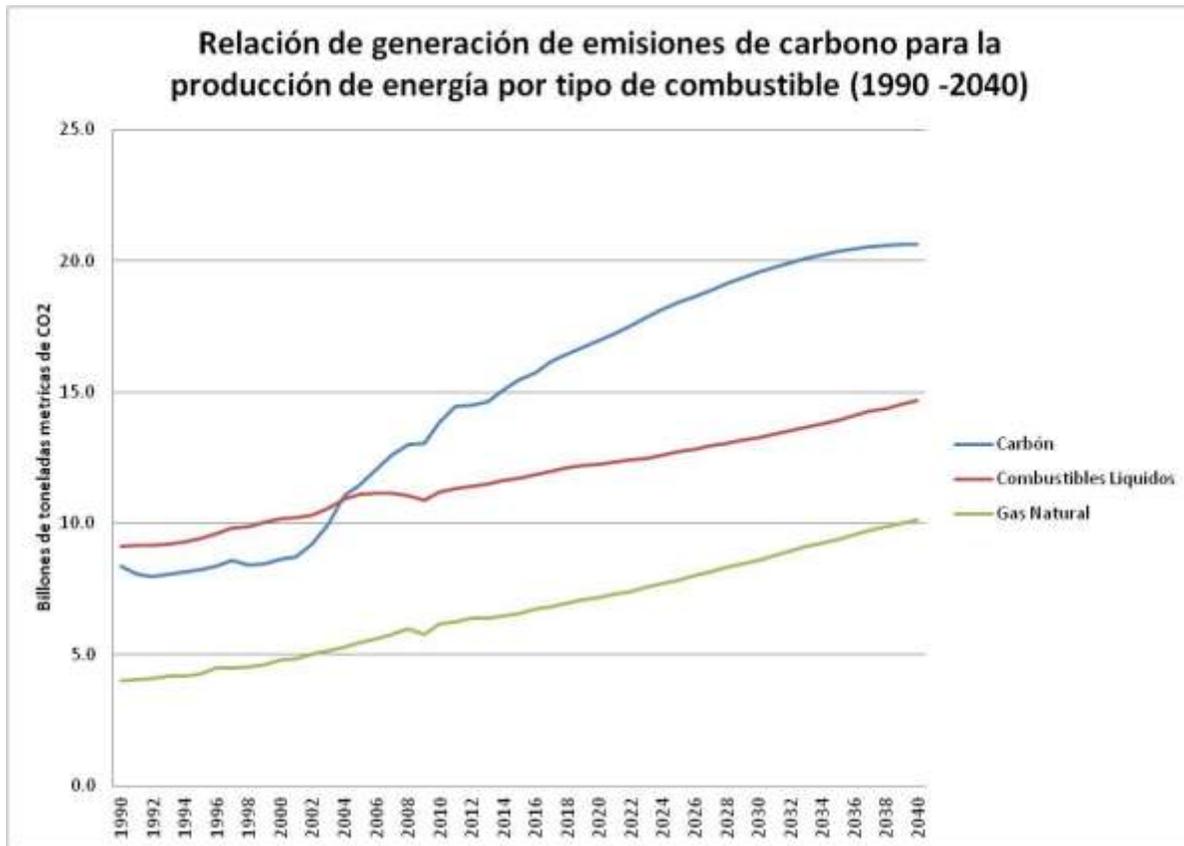
Ilustración 10 Evolución del consumo de energía a nivel mundial



Este incremento en energía generará a su vez, un incremento en las emisiones de gases de efecto invernadero, las cuales se estima que pasaran de las 30 mil millones de toneladas métricas de CO₂ a cerca de 45 mil millones de toneladas métricas para el 2040.

Esto se deberá principalmente al uso de combustibles fósiles, como el carbón, el petróleo y el gas natural que seguirán dominando como materias primas para la producción de energía, como se observa en la Ilustración 11.

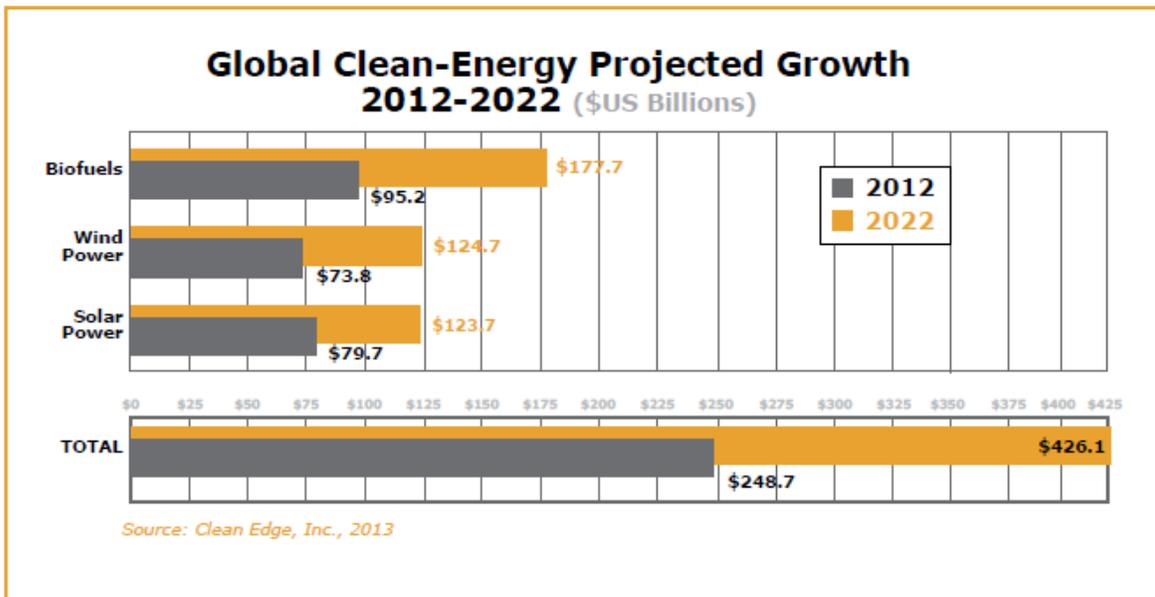
Ilustración 11 Evolución de las emisiones de carbono por tipo de combustible



Fuente: Adaptación de la gráfica presentada en el International Energy Outlook 2013

La búsqueda de fuentes alternativas energéticas a nivel mundial ha llevado al desarrollo de nuevas tecnologías que sean económicamente rentables, socialmente aceptables y sobre todo que garanticen el abasto de energía de los países para continuar con sus desarrollos social y económico. Dentro de estas tecnologías se encuentran las energías renovables y los biocombustibles los cuales se espera que para el 2022, el mercado alcance los 177.7 billones dólares. Esto se puede observar en la Ilustración 12.

Ilustración 12 Evolución del consumo de energías renovables y biocombustibles a nivel mundial



Fuente: Adaptación de la gráfica presentada en el International Energy Outlook 2013

Acorde al Departamento de Energía de los Estados Unidos (US DOE) las tendencias en la innovación de las energías renovables están orientadas a hacer más confiables las tecnologías, lograr mejorar el rendimientos de los equipos, incrementar la eficiencia de generación de energía, reducir costos para hacerlas más accesibles al público en general y reducir las intermitencias en la generación de energía. En este sentido, las principales líneas de investigación a nivel mundial se encuentran en los siguientes campos:

- Celdas fotovoltaicas de silicio cristalino.
- Polímeros conjugados.
- Electrónica de potencia.
- Turbinas de velocidad variable.
- Diseños aerodinámicos.
- Diseño de generadores asíncronos.
- Ciclos solares de mayor potencia.
- Controladores híbridos.

- Celdas multi – unión.
- Polímeros sólidos y conjugados.
- Materiales celulósicos.
- Materiales (compuestos y fotosensibles).
- Celdas solares orgánicas.

3. BREVE DESCRIPCIÓN DEL ECOSISTEMA DE INNOVACIÓN

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

En 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 los últimos años.

3.1. 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 (IES) están principalmente orientadas a la generación de conocimiento, esto es, la indagación original y planificada que persigue descubrir nuevos conocimientos y mayor comprensión de los existentes, en los terrenos científico o técnico.

Los Centros de Investigación (CI) también se encuentran en la anterior categoría, pero, en ocasiones, también están 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. Otros agentes que llevan a cabo desarrollo tecnológico son: los centros de Investigación y Desarrollo (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, Clústeres y Aceleradoras.

En el caso de Morelos, los principales agentes del ecosistema de innovación se muestran en la Ilustración 13, según las categorías definidas.

*Ilustración 13 Mapa del sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación en el estado del sector
Energía*



Fuente: Elaboración propia

En el cuadro se muestran los agentes científico-tecnológicos del estado, quienes están o han estado de alguna forma vinculados para la generación de conocimiento, y su aplicación tecnológica.

El estado de Morelos es el segundo sistema de investigación más importante de México y en el nicho de las energías renovables, cuenta con tres centros de investigación, dos centros de innovación, cinco instituciones de educación superior, cinco empresas con RENIECYT, veinte empresas en el sector de las energías renovables, tres Oficinas de Transferencia de Tecnología, una incubadora, cuatro organismos de apoyo y un clúster en energía (que se formó en el 2010).

3.2. Principales IES, Centros de Investigación y Centros de Innovación y sus principales líneas de investigación

Cinco Instituciones de Educación Superior, tres Centros de Investigación y dos Centros de Innovación, llevan a cabo actividades de I+D+i en el sector Energía en Morelos. A continuación, se describen brevemente las capacidades y áreas de especialización de estos organismos.

3.2.1. Instituciones de Educación Superior



La Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) cuenta con 482 profesores e investigadores de tiempo completo y dentro de su oferta educativa afin al sector Energía ofrece las siguientes formaciones: Ingeniería eléctrica, Ingeniería industrial, Ingeniería mecánica, Maestría en sustentabilidad energética orientada a la formación de especialistas en el aprovechamiento de las fuentes de energía renovable y su aplicación de forma sostenible y Maestría y Doctorado en ingeniería y ciencias aplicadas.



La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) dentro de su oferta educativa afin al sector Energía ofrece las siguientes formaciones: Licenciatura de Ingeniería en Energías Renovables y Maestría y Doctorado en Ingeniería.



La Universidad Politécnica del Estado de Morelos (UPEMOR) es una Institución de Educación Superior, fue creada en el 2004, y al 2014 se ha convertido en la tercera universidad del Estado de Morelos. Dentro de su oferta educativa cuenta con una Ingeniería en Tecnología Ambiental, la cual ha llevado a cabo más de veinte proyectos en energías renovables para empresas de la región.



La Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos, forma parte del sistema de universidades tecnológicas de la Secretaría de Educación Pública (SEP). Dentro de su oferta educativa cuenta con una Licenciatura en Procesos y Operaciones Industriales, la cual ha desarrollado proyectos de investigación en iluminación eficiente y uso de celdas fotovoltaicas para la generación de electricidad.



El Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, campus Morelos ofrece servicios de educación media superior, cuenta con 13 carreras de tiempo completo y una Maestría en Administración de la Energía y sus Fuentes Renovables.

3.2.2. Centros de Investigación y Centros de Innovación



El Instituto de Investigaciones Eléctricas es un organismo público descentralizado de la Administración Pública Federal y está orientado principalmente a la promoción y apoyo de la innovación, mediante la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico con alto valor agregado. Dentro de sus principales líneas de investigación se encuentran:

Eficiencia energética y ahorro energético

- Producción eficiente de la energía.
- Eficiencia energética en el consumo.
- Eficiencia energética en la distribución.

Eficiencia económica del sector

- Expansión eficiente de la infraestructura del sector eléctrico.
- Utilización óptima de los recursos en el sector eléctrico.

Energías alternas

Fuentes renovables de energía

- Celdas de combustible e hidrógeno.
- Energía solar fotovoltaica.
- Energía del océano.
- Sistemas termosolares a concentración.
- Bioenergía.
- Tecnología eólica.
- Pequeñas centrales hidroeléctricas.
- Exploración de recursos geotérmicos hidrotermales.
- Desarrollo de recursos geotérmicos hidrotermales.
- Explotación de recursos geotérmicos hidrotermales.
- Recursos geotérmicos geopresurizados.
- Sistemas geotérmicos mejorados.

Aprovechamiento de los combustibles fósiles y mitigación de cambios climáticos

- Combustibles sólidos.
- Captura y secuestro de CO₂.
- Mejoramiento de eficiencia de plantas generadoras.
- Planeación energética.

Tecnologías habilitadoras

- Capacitación y herramientas avanzadas de capacitación.
- Herramientas para apoyar a las empresas en inteligencia de negocios.
- Automatización de procesos.

- Mecatrónica: robótica aplicada al sector energético.

Adicional a sus líneas de investigación, el IIE en octubre del 2012 a través de la Gerencia de Comercialización y Desarrollo de Negocios, logro la certificación de su Oficina de Transferencia de Conocimientos (OTT) lo que permitirá al instituto incrementar la vinculación con los sectores productivos y de servicios, para impulsar la creación de proyectos de alto contenido de innovación que resuelvan problemas con soluciones prácticas y económicas que tengan como destino los mercados nacionales e internacionales.

La plantilla del IIE está integrada por 535 investigadores, de los cuales: 174 pertenecen a Tecnologías Habilitadoras (DTH), 79 a Energías Alternas (DEA), 113 investigadores a Sistemas Eléctricos (DSE), 90 a Sistemas Mecánicos (DSM), 42 a Planeación, Gestión de la Estrategia y Comercialización (DPGEC), 15 a Administración y Finanzas, 18 a la Dirección Ejecutiva y 4 al Órgano Interno de Control.



El instituto de Energías Renovables (IER): el IER pertenece al Subsistema de Investigación Científica de la UNAM y actualmente está estructurado en tres departamentos de investigación:

Materiales solares

- Celdas solares de CdS/Sn(S/Se) preparadas por técnicas químicas y electroquímicas.
- Celdas solares de compuestos semiconductores en películas delgadas.
- Materiales semiconductores por depósito químico y su adecuación para celdas solares.
- Películas semiconductoras para aplicación en energía solar y eficiencia energética.
- Sistemas fotovoltaicos: diseño, implementación y caracterización.
- Bioenergía y biocombustibles.
- Celda de combustible, desarrollo de sistemas y materiales.
- Celdas fotovoltaicas.

- Celdas solares basadas en Cu(In,Ga)Se_2 elaboradas por la técnica del electrodeposición.
- Celdas solares basadas en CuZnSnS preparado por método físico y químico.
- Desarrollo de catalizadores nanoestructurados para aplicaciones en sistemas electroquímicos de conversión y almacenamiento de energía.
- Escalamiento de celdas solares de CdTe para transferencia tecnológica.
- Estudio de sistemas integrados híbridos solar-hidrógeno para suministro de energía en sistemas aislados e interconectados a la red eléctrica convencional.
- Celdas solares flexibles.
- Películas delgadas de TiO_2 para múltiples aplicaciones.
- Aleaciones con amplio ancho de banda.
- Nanotecnología y método de tintes para desarrollar estructuras fotovoltaicas.
- Tecnología del hidrógeno.
- Aerogeles de carbono decorados con óxidos moleculares para su aplicación en celdas supercapacitivas.
- Caracterización de composites de carbón (micro y nanoestructurados) utilizados como almacenadores de energía.
- Electrodeposiciones de partículas metálicas.
- Preparación y evaluación de electrocatalizadores para remediación ambiental y ahorro de energía.
- Supercapacitores electroquímicos.
- Celdas solares poliméricas.
- Nanotubos de carbono y su aplicación en nanotecnología.
- Conductores transparentes a base de óxidos metálicos.
- Nanopartículas de óxidos metálicos para su aplicación en remediación ambiental.
- Reactores fotocatalíticos.
- Óxido de titanio para aplicaciones en sensores de gases, remediación ambiental y celdas solares de tercera generación.

Sistemas energéticos

- Óptica de concentradores solares.
- Transporte radiativo en sistemas de concentración solar.
- Tecnologías de canal parabólico, fresnel, plato parabólico y torre central.
- Reactores solares fotocatalíticos y termoquímicos.
- Desalinización de agua con energía solar.
- Fotovoltaicos con concentración.
- Producción de hidrógeno con sistemas de concentración solar.
- Geotermia/Geoenergía.
- Estudios de interacción agua-roca en sistemas geotérmicos.
- Mineralogía y geoquímica de alteración hidrotermal, estudios de interacción agua-roca y desarrollo de software para problemas geotérmicos.
- Estudios sobre origen de volcanes y geoquímica de rocas.
- Generación de herramientas computacionales para la solución de problemas geocientíficos.
- Estadística Aplicada (Geoquimiometría – “Geochemometrics”).
- Geoquímica Analítica.
- Prospectiva energética.
- Prospectiva tecnológica de las fuentes renovables de la energía.
- Mitigación del cambio climático.
- Sustentabilidad de sistemas energéticos.
- Análisis de ciclo de vida del aprovechamiento de las fuentes energéticas.
- Economía y sustentabilidad de las plantaciones energéticas.
- Análisis, evaluación y diseño de políticas públicas en energía.
- Desarrollo de sistemas térmicos de refrigeración.
- Diseño y optimización de sistemas solares para calentamiento de agua.
- Refrigeración solar.
- Refrigeración solar termoquímica.
- Secado solar.
- Simulación de sistemas térmicos solares.
- Simulación numérica de intercambiadores de calor.
- Simulación numérica y validación experimental de ciclos de refrigeración.

- Transferencia de calor y masa en procesos de absorción y desorción de refrigerantes.
- Transformadores de calor para el ahorro de energía.

Termociencias

- Celdas solares para la innovación social.
- Estudio del silicio poroso fabricado en presencia de catalizadores.
- Física estadística.
- Magnetohidrodinámica de metales líquidos y electrolitos.
- Termodinámica de procesos irreversibles.
- Sociofísica.
- Física del estado sólido.
- Caos y termodinámica.
- Convección natural con y sin rotación.
- Ecuación de Boltzmann en redes.
- Flujos Magnetohidrodinámicos.
- Gotas y burbujas.
- Sistemas complejos.
- Transferencia de energía y masa en edificaciones.

El IER es sede además de dos laboratorios nacionales:

- Sistemas de concentración solar y química solar.
- Innovación fotovoltaica y caracterización de celdas solares.

El IER cuenta con 62 plazas académicas 43 investigadores y 23 técnicos académicos.



El Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET), es parte del Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos (SNIT) y tiene

como visión formar investigadores y docentes y realizar investigación y desarrollo tecnológico con el fin de apoyar al sector productivo industrial, de servicios académico de México. Actualmente el CENIDET trabaja en tres áreas de investigación y desarrollo.

- Ingeniería electrónica
 - Electrónica de potencia.
 - Control automático.
- Ingeniería mecánica
 - Diseño mecánico.
 - Sistemas térmicos.
- Ciencias de la computación
 - Ingeniería de software.
 - Sistemas distribuidos.
 - Ingeniería artificial.

Centro Mexicano de Innovación en Energía Solar

- El CEMIE – Solar, no tiene una infraestructura propia, es un centro virtual que fue creado a partir de la convocatoria lanzada por la Secretaría de Energía (SE) y el Consejo Mexicano de Ciencia y tecnología (CONCACYT) para desarrollar capacidad e innovación en energía solar en el país. El centro es coordinado por el IER y une los esfuerzos de investigación de 67 institutos de investigación y 21 empresas mexicanas y extranjeras que promoverán la generación de conocimiento y el uso de tecnologías solares. El centro iniciará sus líneas de investigación en las siguientes áreas:
 - Aprovechamiento térmico de energía solar y de aprovechamiento fotovoltaico.
 - Desarrollo de nuevos materiales para sistemas fotovoltaicos.
 - Metodologías de aprovechamiento de la radiación ultravioleta para descontaminar agua.
 - Torres centrales de calentamiento solar.
 - Motores Stirling para generación eléctrica a partir de la energía solar.

Centro Mexicano de Innovación en Energía Eólica

Al igual que el CEMI Solar, el CEMI Eólica, tampoco contará con una infraestructura física, será un centro virtual coordinado por el IIE, y contará con el apoyo de SENER a través del Fondo de Sustentabilidad Energética para el financiamiento de proyectos en esta área. El CEMI eólico cuenta con la participación 6 centros de investigación, 14 institutos de educación superior, 10 empresas, 1 entidad federativa y un organismo internacional para la realización de los proyectos.



Los primeros 13 proyectos aprobados por SENER para el CEMI Eólico se darán en los siguientes rubros:

- Adquisición y fabricación de componentes para la integración de un aerogenerador prototipo de potencia media, de concepto amigable a la red.
- Investigación y desarrollo de métodos automatizados para el acomodo de capas de materiales compuestos aplicado a la manufactura de palas.
- Diseño de rotores para aerogeneradores de eje horizontal, con incorporación de una de tres opciones de innovación aeroelástica, incluyendo la construcción y pruebas de una sección.
- Integración y consolidación de capacidades nacionales para desarrollo de pequeños aerogeneradores mediante el diseño, construcción y pruebas exhaustivas de un aerogenerador con capacidad de 20 kW.
- Diseño y construcción de un aerogenerador experimental con capacidad menor que 3 kW y desarrollo de software de simulación en realidad virtual, con fines didácticos.
- Desarrollo de aspas para pequeños aerogeneradores (Hasta 50 kW).

- Diseño análisis y construcción de generadores eléctricos síncronos de imanes permanentes y de inducción doblemente alimentados para plantas eólicas.
- Construcción y pruebas de un prototipo de torre de concreto postensado de 80 a 120 metros de altura, integrando un aerogenerador de 1.5 MW o mayor.
- Desarrollo de tecnología basada en inteligencia artificial y mecatrónica, para integrar un parque de generación de energía eólica a una red inteligente.
- Diseño y evaluación de sistemas de control para aerogeneradores de pequeña escala enfocados a confiabilidad y seguridad.
- Programa de graduados del CEMIE-Eólica.
- Sistema telemático embebido para monitoreo y diagnóstico de transmisiones en aerogeneradores.
- Desarrollo de un sistema de control para modificar el perfil de las aspas de los aerogeneradores.

3.3. Detalle de empresas RENIECyT del sector

En el estado de Morelos se encuentran registradas 5 empresas con registro RENIECYT que han estado trabajando en el desarrollo de tecnología para el sector de las energías renovables, principalmente solar fotovoltaico. De estas empresas podemos destacar a Modulo Solar, quien en 2004 ha estado siendo apoyado por diferentes fondos gubernamentales para la investigación, desarrollo e innovación de sistemas fotovoltaicos. Esto se resume en la Tabla 3.

Tabla 4 Empresas del estado de Morelos del sector Energía registradas ante el RENIECyT y sus nichos o actividades

Empresa	Nicho/actividad
MODULO SOLAR	Solar Fotovoltaico
SOLARTRONIC	Solar Fotovoltaico
ENEXPERT, S.A DE C.V	Solar Fotovoltaico/térmico
HG SOLAR, SA DE C.V	Solar Fotovoltaico/térmico
POTENCIA, ELECTRICIDAD Y SISTEMAS	Solar Fotovoltaico

Fuente: Elaboración propia

3.3.1. Otras empresas en el sector de energías renovables en el estado de Morelos

En el estado también se encuentran otras empresas trabajando en el sector de las energías renovables, que aunque no cuentan con registro RENIECYT, si están impulsando el uso y la adopción de estas tecnologías por lo que contribuyen al desarrollo del sector. Esto se puede observar en la Tabla 4.

Tabla 5 Empresas del Estado de Morelos del sector Energía no registradas ante el RENIECyT y sus nichos o actividades

No.	Empresa	Nicho/actividad
1	AA SOLUCIONES EN CONFORT SA DE CV	SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA
2	CEOSA	CENTRAL ELÉCTRICA ORTEGA. DISTRIBUIDOR DE LAS PRINCIPALES MARCAS DE PRODUCTOS PARA EL SECTOR ELÉCTRICO, ASÍ COMO DE ENERGÍAS RENOVABLES.
3	CERO CALOR	PRODUCTOS PARA ABATIR EL CALOR A TRAVÉS DE MEDIOS PASIVOS REDUCIENDO EL USO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.
4	CRYPLANT	PROMUEVE LAS ENERGÍAS RENOVABLES A TRAVÉS DEL SUMINISTRO, VENTA E INSTALACIÓN DE EQUIPOS FOTOVOLTAICOS. GIRO PRINCIPAL SON LOS EQUIPOS FOTOVOLTAICOS DE CONEXIÓN A RED.
5	DELED	ILUMINACIÓN EFICIENTE DE LEDS PARA LOS SECTORES RESIDENCIAL, COMERCIAL E INDUSTRIAL.

6	DESARROLLO SUSTENTABLES AVANZADOS	IMPLEMENTAR PROYECTOS DE SUSTENTABILIDAD, DIAGNÓSTICOS DE ENERGÍA SOLAR, TERMOSOLAR Y EÓLICA CON BENEFICIOS EN EL AHORRO, INCENTIVOS FISCALES Y EL IMPACTO AMBIENTAL.
7	ENERGY SAVER	SOLUCIÓN DE PROBLEMAS ORIGINADOS EN LA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍAS ELÉCTRICA, ASÍ COMO ASESORÍA Y SOPORTE TÉCNICO.
8	ENTERPRISE MANAGEMENT SERVICE S.A. DE C.V.	SISTEMA INTEGRAL DE SUPERVISIÓN Y MONITOREO PARA CÁLCULO DE AHORROS POR ADOPCIÓN DE DIVERSAS FUENTES 8DE ENERGÍA.
9	FORTE MASTER INTERNATIONAL	FABRICACIÓN DE PRODUCTOS PARA ILUMINACIÓN ARTIFICIAL CON FUENTES DE ENERGÍAS RENOVABLES
10	GARANI	CONSULTORES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS SUSTENTABLES.
11	GRUPO ALCIONE	DISTRIBUIDOR DE LAS PRINCIPALES MARCAS DE PRODUCTOS PARA EL SECTOR ELÉCTRICO, ASÍ COMO DE ENERGÍAS RENOVABLES.
12	INGENIAE ENERGIA S.A. DE C.V.	FABRICACION DE OTROS PRODUCTOS ELECTRICOS
13	INTERCOVAMEX SA DE CV	ESCALAMIENTO DE CELDAS SOLARES PARA SU FUTURA MANUFACTURA INDUSTRIAL
14	SAVENERGY SOLAR	SERVICIOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICAS Y ENERGÍAS ALTERNAS.
15	TECNOLUMIER INTERNATIONAL S.A. DE C.V.	DESARROLLO Y ELABORACIÓN DE PROYECTOS, PROTOTIPOS Y VENTAS DE PRODUCTOS PARA EL

		AHORRO DE ENERGÍA ELECTRICA, AGUA Y GAS
16	UGE	DISTRIBUIDORES DE AEROGENERADORES DE ENERGÍA EÓLICA E HÍBRIDA.
17	VENTOR INTERNACIONAL SA DE CV	DISEÑO Y DESARROLLO MODULAR EN ILUMINACIÓN LED
18	GRUPO COSEIN	DIAGNÓSTICO, INSTALACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE SISTEMAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE
19	GRUPO KEETSAB SA DE CV	FABRICACIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE TECNOLOGÍAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE
20	ECOLUMINARIAS Y ENERGIA, S.A DE C.V.	DESARROLLO DE PROYECTOS EN ILUMINACIÓN Y CALENTAMIENTO SOLAR

Fuente: Elaboración propia

3.4. Evolución de apoyos en el sector

Hasta el 2013, el sector de las energías renovables en el estado de Morelos ha recibido un apoyo de poco más de cuatrocientos ochenta y dos millones de pesos, para la investigación, desarrollo e innovación de tecnologías en esta área. El principal Fondo que ha aportado para estos proyectos es el Fondo de sustentabilidad Energética de la SENER, el cual en el año 2013, lanzó la convocatoria para la creación de los Centros Mexicanos de Innovación, y como se mencionó previamente, el IIE, y el IER, encabezan los centros eólico y solar respectivamente. La evolución de estos apoyos se muestra en la Tabla 5 y gráficamente en la Ilustración 14.

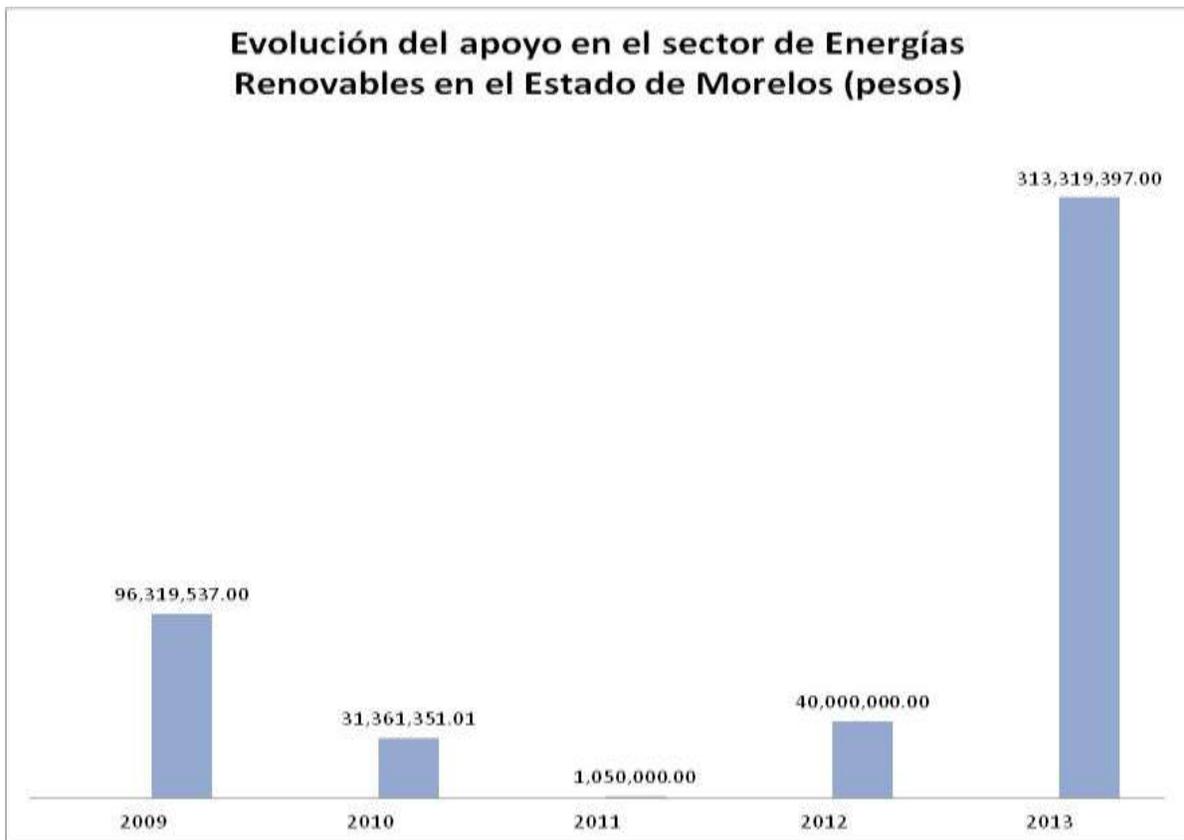
Tabla 6 Evolución de los apoyos al sector de 2009 a 2013

Evolución de los apoyos al sector de energías renovables en el estado de Morelos	
Año	Monto de apoyo (pesos)
2009	96,319,537.00

2010	31,361,351.01
2011	1,050,000.00
2012	40,000,000.00
2013	313,319,397.00
Total	482,050,285.01

Fuente: Elaboración propia FUMEC

Ilustración 14 Evolución de los apoyos al sector de 2009 a 2013



Fuente: Elaboración propia FUMEC

De manera detallada en la Tabla 6 se detallan los proyectos de energías renovables que han recibido los apoyos en el período 2009-2013.

Tabla 7 Proyectos en temáticas de energías renovables apoyados en Morelos de 2009 a 2013

Apoyo a proyectos de energías renovables en el estado de Morelos					
Año	No. Proyecto	Proyecto	Empresa /Institución	Monto	Fondo
2009	117808	ND	Universidad Nacional Autónoma de México / Coordinación de Investigación Científica	14,345,535.00	SENER - CONACYT
2009	117891	ND	Universidad Nacional Autónoma de México / Coordinación de Investigación Científica	6,442,896.00	SENER - CONACYT
2009	117914	ND	Universidad Nacional Autónoma de México / Coordinación de Investigación Científica	4,190,000.00	SENER - CONACYT
2009	118301	ND	Instituto de Investigaciones Eléctricas	5,210,154.00	SENER - CONACYT

2009	118665	ND	Universidad Nacional Autónoma de México / Coordinación de Investigación Científica	5,181,300.00	SENER - CONACYT
2009	118702	ND	IIE	8,995,000.00	SENER - CONACYT
2009	119248	ND	IIE	2,667,970.00	SENER - CONACYT
2009	119739	ND	IIE	2,286,682.00	SENER - CONACYT
2009	119788	ND	IIE	47,000,000.00	SENER - CONACYT
2010	152364	ND	IIE	5,415,326.01	SENER - CONACYT
2010	152485	ND	Dirección General de Educación Superior Tecnológica	11,580,000.00	SENER - CONACYT
2010	152999	ND	IIE	10,631,542.00	SENER - CONACYT
2010	174919	ND	IIE	3,734,483.00	SENER - CONACYT
2011	153096	ND	MODULO SOLAR SA DE CV	525,000	INNOVAPYM E
2011	154954	ND	MODULO SOLAR SA DE CV	525,000	INNOVAPYM E

2012	190603	Estudio sobre el uso de la energía solar en aplicaciones residenciales, industriales y comerciales en diferentes estados del país.	GOB MORELOS	40,000,000.00	FORDECYT
2013	198259	ND	MODULO SOLAR SA DE CV	5,700,110	PROINNOVA
2013		Operación Centro Mexicano de Innovación en Energía Solar	UNAM/IER	35,600,000.00	SENER - CONACYT
2013	P09	Desarrollo de Sistemas de Enfriamiento Operados con Energía Solar	UNAM/ Coordinación de Investigación Científica /IER	33,787,344.00	SENER - CONACYT
2013	P12	Desarrollo de captadores, sistemas solares y sistemas autocontenidos de baja temperatura con materiales novedosos para México”	UNAM/ Coordinación de Investigación Científica /IER	20,000,000.00	SENER - CONACYT
2013	P25	Desarrollo de prototipos de módulos fotovoltaicos de CdTe/CdS en área de 100 cm ² con eficiencia en el rango de 10%, y de sistemas asociados para la fabricación del mismo para su futuro transferencia tecnológica”	UNAM/ Coordinación de Investigación Científica /IER	26,760,500.00	SENER - CONACYT

2013	P27	Desarrollo y fabricación de módulos de celdas solares de TiO2 sensibilizadas con colorante (DSC) y puntos cuánticos (QDs), y de orgánicas fotovoltaicas (OPVs)	UNAM/ Coordinación de Investigación Científica /IER	25,000,000.00	SENER - CONACYT
2013	P29	DESARROLLO DE UN LABORATORIO NACIONAL PARA LA EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE MÓDULOS Y COMPONENTES DE SISTEMAS E INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS LANEFV	UNAM/ Coordinación de Investigación Científica /IER	27,014,000.00	SENER - CONACYT
2013	P35	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE CELDAS SOLARES CON MATERIALES NOVEDOSOS	UNAM/ Coordinación de Investigación Científica /IER	19,840,000.00	SENER - CONACYT
2013	P39	Desarrollo de un inventario permanente de los sistemas FV instalados a nivel nacional	UNAM/ Coordinación de Investigación Científica /IER	6,210,000.00	SENER - CONACYT
2013	P43	Laboratorio de Edificaciones Sustentables para desarrollo y evaluación sistemas solares pasivos	UNAM/ Coordinación de Investigación Científica /IER	3,500,000.00	SENER - CONACYT

2013		Conformación de un Centro Mexicano de innovación en Energía Eólica (CEMIE-Eólico)	IIE	38,217,673.00	SENER - CONACYT
2013	P01	Construcción, pruebas en viento libre y certificación de un aerogenerador prototipo de potencia media, de concepto amigable a la red.	IIE	43,128,244.00	SENER - CONACYT
2013	P11	Construcción y pruebas de un prototipo de torre de concreto postensado de 80 a 120 metros de altura, integrando un aerogenerador de 1.5 MW o mayor	IIE	5,785,000.00	SENER - CONACYT
2013	P20	Programa de Graduados en Energía Eólica del CEMIE-Eólica	IIE	22,776,526.00	SENER - CONACYT

Fuente: Elaboración propia FUMEC

4. ANÁLISIS FODA DEL SECTOR

Con base en el análisis en detalle del sector y tras la interacción con las personas que participaron en las mesas de trabajo, 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 en el sector Energía de Morelos.

Las principales conclusiones se resumen a continuación:

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Investigación básica y aplicada en el nicho de las energías renovables con reconocimiento a nivel nacional e internacional. • Condiciones climáticas favorables en el estado de Morelos, lo que permite hacer desarrollos tecnológicos y pruebas de los mismos para condiciones similares de demanda de mercado, en especial para energía solar fotovoltaica y solar térmica. • Mano de obra calificada para procesos de manufactura de componentes y sistemas de equipos para energía renovable 	<ul style="list-style-type: none"> • Tendencia tecnológica a nivel mundial y nacional del uso de energías limpias • Política pública a nivel nacional que establece como meta la utilización del 35% de energía proveniente de fuentes renovables para el 2024 • Aprovechar los recursos del Fondo de Sustentabilidad Energética de SENER - CONACYT, el cual al primer trimestre del 2013 contaba con 3,023 millones de pesos como patrimonio • Impulsar al mercado los proyectos que realicen en los Centros Mexicanos en Innovación para Energías Renovables: solar, eólico, geotermia • Incrementar la infraestructura y áreas de trabajo de los institutos y centros de investigación en energía renovable del estado • Empezar acciones en materia de propiedad intelectual con los centros de investigación y el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) • Seguir ampliando y modernizando la oferta educativa, capacitación y asesoría en energías renovables mediante programas de educación continua y a distancia
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Pocos desarrollos tecnológicos por 	<ul style="list-style-type: none"> • Resurgimiento de la industria de los

<p>parte de los institutos y centros de investigación de la región a precios competitivos en el mercado</p> <ul style="list-style-type: none"> • Déficit de patentes adecuadas para su explotación actual • Poca cultura de protección de propiedad intelectual • Falta de infraestructura adecuada para prueba y validación de tecnologías a nivel industrial 	<p>hidrocarburos y nuclear</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambios acelerados de las tecnologías que le resten importancia a los desarrollos de la industria mexicana de energías renovables • Competencia internacional excesiva
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

5. MARCO ESTRATÉGICO Y OBJETIVOS SECTORIALES

En el caso de Morelos, para el sector Energía se identificaron 3 grandes objetivos sectoriales que centran los esfuerzos de los 3 nichos de especialización seleccionados en el ámbito sectorial.

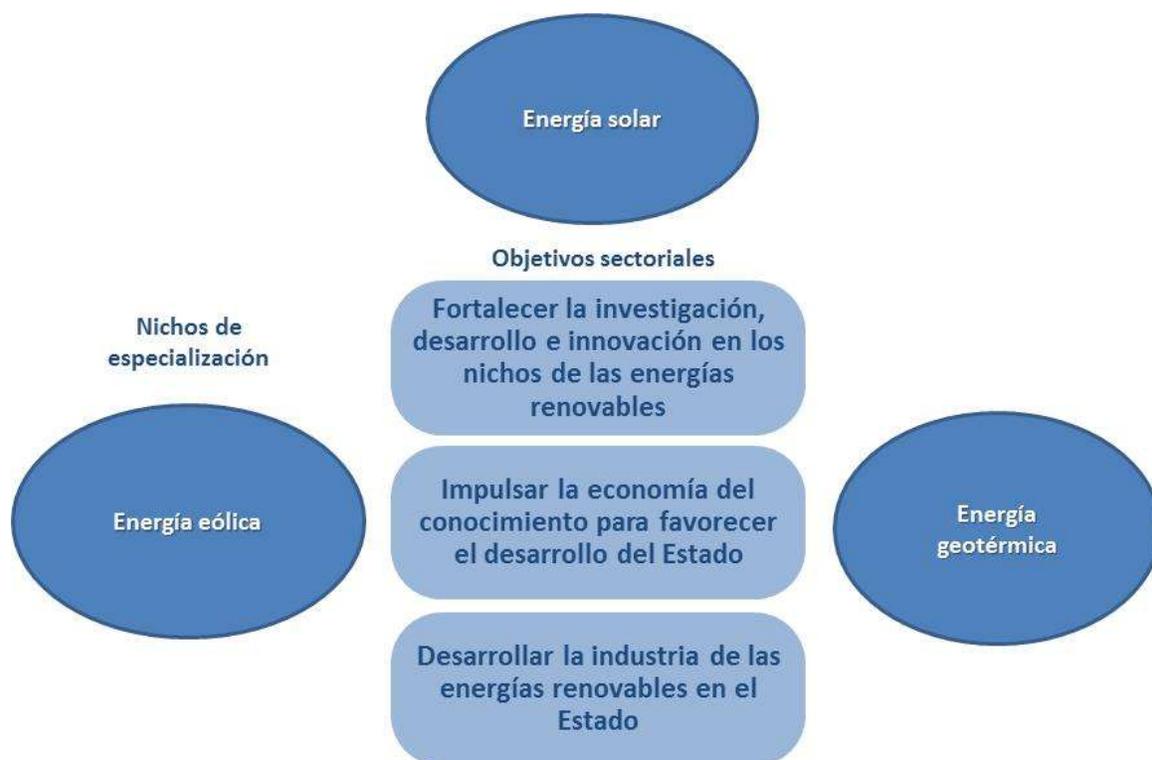
Los objetivos sectoriales son los siguientes:

- Fortalecer la investigación, desarrollo e innovación en los nichos de las energías renovables.
- Impulsar la economía del conocimiento para favorecer el desarrollo del estado.
- Desarrollar la industria de las energías renovables en el estado.

Los nichos de especialización seleccionados para cumplir con estos 3 objetivos sectoriales, son:

- Energía solar.
- Energía eólica.
- Energía geotérmica.

Ilustración 15 Marco estratégico de la agenda sectorial



Fuente: Elaboración propia

6. NICHOS

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

Estos ámbitos pueden ser nichos de especialización o de 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 al sector, 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 Morelos.

6.1. Energía solar

Con este nicho se busca que el estado de Morelos sea el líder a nivel nacional en servicios científico tecnológicos especializados en energía solar lo que pueda detonar no solo el desarrollo de la industria local del estado si no que también facilite la adopción de esta tecnología a nivel nacional. Dentro de este nicho se han detectado las siguientes líneas de trabajo:

- Energía solar térmica
 - o Calentamiento de agua
 - o Calor de proceso
 - o Refrigeración solar
- Energía solar fotovoltaica
 - o Generación de energía eléctrica
- Electrónica de potencia

6.2. Energía eólica

Con en el nicho de energía eólica se pretende impulsar el desarrollo de la industria eólica mexicana, a través de investigación y desarrollo en aerogeneradores eólicos adaptados a las condiciones de viento del país. En este nicho se han identificado las siguientes líneas de acción:

- Generación de energía eólica de alta potencia
- Turbinas eólicas de baja potencia
- Certificación de generadores eólicos
- Laboratorios de prueba de equipos
- Electrónica de potencia

6.3. Energía geotérmica

A través del nicho de energía eólica se busca ofrecer servicios tecnológicos especializados para contribuir al desarrollo de la industria geotérmica del país. Actualmente en el estado de Morelos, se cuenta con centros de investigación como el IIE que tiene gran experiencia en el área geotérmica y que pueden apoyar a otros estados con potencial geotérmico para desarrollar su industria. Dentro de las principales líneas de acción en este nicho se encuentran:

- Formación de especialistas en sistemas geotérmicos
- Generación de energía en sistemas geotérmicos de alta entalpia en ausencia de agua.

7. CARACTERIZACIÓN DE PROYECTOS SINGULARES Y ENTRAMADO DE PROYECTOS

Los proyectos estratégicos son aquellos que tienen un gran impacto en fortalecer y dinamizar el sistema de innovación. Un proyecto estratégico se caracteriza por contribuir al desarrollo de un nicho de especialización o de estructuración, atendiendo una demanda estatal o regional. Su ejecución debe involucrar varias entidades y beneficiar a varias instituciones así como puede implicar un alto volumen de recursos financieros

Durante la fase de mesas sectoriales en Energía, se propusieron varios temas y proyectos dentro de los cuales destacan los siguientes:

1. Tratamiento de Suelos y Sustratos Agrícolas para la Producción de Plántulas y Cultivos en Invernaderos Mediante Tecnología Termosolar de Canal Parabólico.
2. Proyecto piloto de una minicentral hidroeléctrica (PROPIM).
3. Estudio del Potencial Energético del Recurso Eólico en el Estado de Morelos (EPREMOR).

4. Huella hídrica de la producción de la bioturbosina a partir de aceite de Jatropa curcas en el estado de Morelos: análisis de diferentes escenarios y medidas para mitigar sus efectos (BioturboH2O).
5. Reciclamiento de los residuos sólidos municipales para generación de electricidad por conversión térmica en la zona conurbada de Cuernavaca, Morelos.
6. Taller para promover una iniciativa de colaboración para desarrollar un sistema geotérmico de alta entalpia en México.
7. Formación de recursos humanos en electrónica de potencia con especialización en energías renovables.

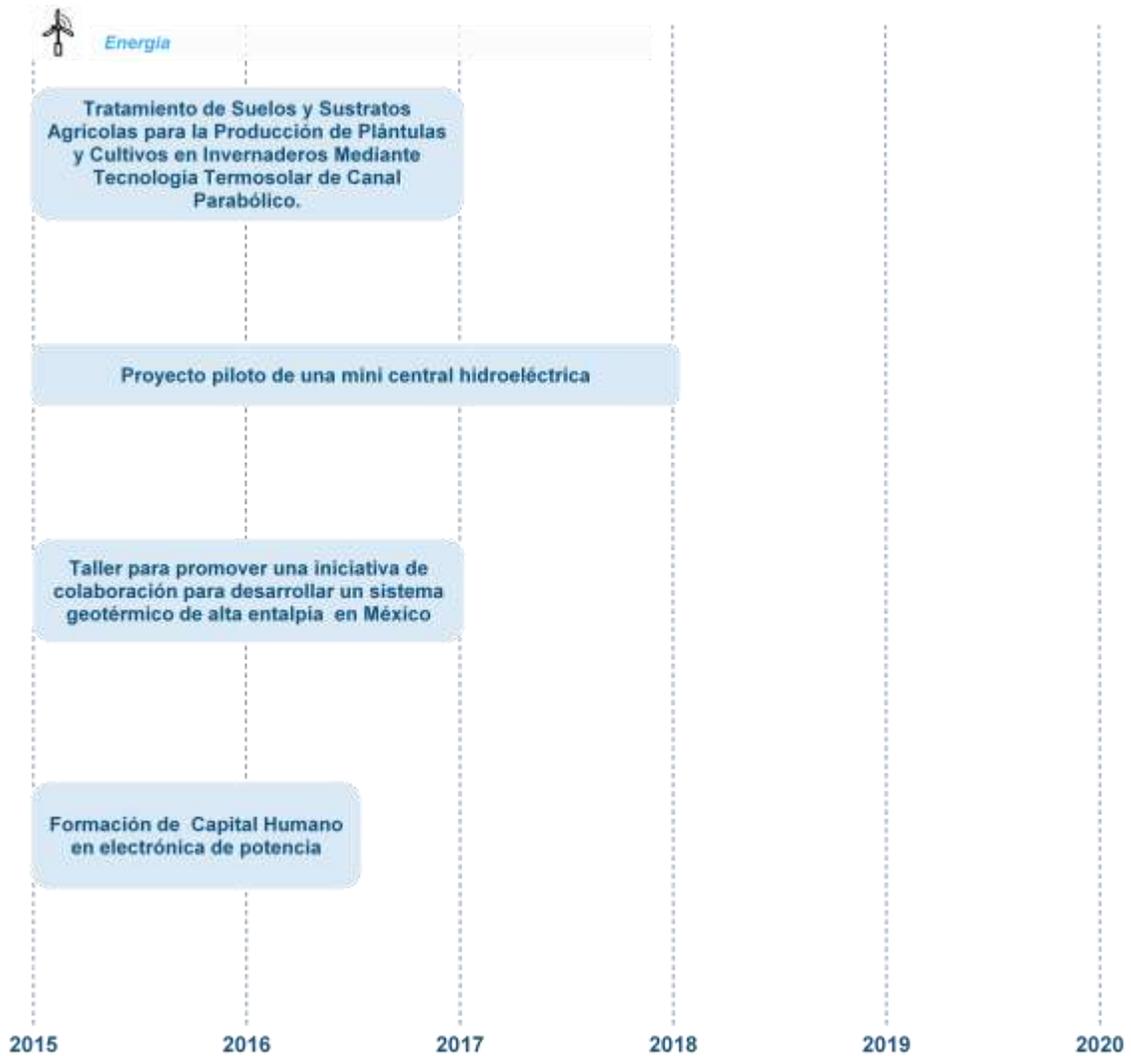
A continuación se muestran los proyectos elegidos de manera definitiva por parte del Comité de Gestión y Grupo Consultivo para el sector de Energías Renovables:

Sector Energías Renovables				
Energía solar	Tratamiento de suelos y sustratos agrícolas para la producción de plántulas y cultivos en invernaderos mediante tecnología termosolar de canal parabólico	✓	Diseño, construcción y puesta en operación de una planta piloto de canal parabólico para la producción de vapor y su utilización para el tratamiento de suelos y sustratos para la producción de plántulas y cultivos en invernaderos en el estado de Morelos.	Conacyt, SAGARPA
Energía renovable	Proyecto piloto de una minicentral hidroeléctrica (PROPIM)	✓	Diseño y construcción del primer proyecto demostrativo de una minicentral hidroeléctrica en el estado. Este diseño toma en cuenta la reducción sensible del costo de los equipos, que por lo regular son de importación, ya que se podrán probar diversos prototipos de pequeñas turbinas, equipos de control de velocidad y voltaje, entre otros, diseñados en el país.	Conacyt, SENER

	Reciclamiento de los residuos sólidos municipales para generación de electricidad por conversión térmica en la zona conurbada de Cuernavaca	✓	Convertir los residuos sólidos municipales en electricidad mediante la construcción, operación y mantenimiento de una planta de incineración de última generación.	BANOBRAS, Gobierno del Estado
	Formación de recursos humanos en electrónica de potencia con especialización en energías renovables		Formar recursos humanos en electrónica de potencia con especialización en energías renovables	Conacyt , SE
Energía renovable (bioenergéticos)	Huella hídrica de la producción de bioturbosina a partir de aceite de <i>Jatropha curcas</i> en el estado: análisis de diferentes escenarios y medidas para mitigar sus efectos (BioturboH2O)	✓	Generar la cartera de soluciones que permita mitigar el efecto de la huella hídrica de los procesos de producción industrial de bioturbosina a partir de aceite de <i>Jatropha curcas</i> .	Conacyt, Gobierno del Estado, IIE
Energía eólica	Estudio del Potencial Energético del Recurso Eólico en el estado de Morelos (EPREMOR).	✓	Determinar los niveles de potencialidad energética del recurso eólico en el estado de Morelos e identificar posibles sitios para su explotación a través de proyectos para la generación eléctrica en pequeña y mediana escala.	Conacyt, SENER – CEMI Eólico
Energía geotérmica	Taller para promover una iniciativa de colaboración para desarrollar un sistema geotérmico de alta entalpía en México	✓	Organizar un taller para evaluar la factibilidad de iniciar un proyecto de alta entalpía en el campo geotérmico de Los Humeros (como un Sistema Geotérmico Mejorado (SGM)/Roca Seca Caliente).	SENER, Conacyt , CEMI Geo

Solar eólica	Formación de recursos humanos en electrónica de potencia	✓	Formación de especialistas en electrónica de potencia para energías renovables que detonen proyectos en energía y que aprovechen las fortalezas en esta línea del CENIDET y del estado.	Conacyt
-----------------	----------------------------------------------------------	---	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------

En la siguiente figura se resume la planeación temporal de los proyectos estratégicos:



8. LISTA DE REFERENCIAS

SEDECO (2008). Guía para el inversionista, México.

Censos Económicos INEGI (2010).

Castillo, J. (2007). La economía del conocimiento, México.

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Programa Especial de Ciencia Tecnología e Innovación 2014-2018

IMCO (2012), Índice de Competitividad Estatal 2012. Recuperado en septiembre de 2014 de: http://imco.org.mx/indice_de_competitividad_estatal_2012/resultados/

INEGI (2014), Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Consultado en diferentes momentos de: <http://www.inegi.org.mx/>

CONACyT (2014), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Consultado en diferentes momentos de: <http://www.conacyt.mx/index.php/fondos-y-apoyo>

SICyT (2014), *Programa sectorial de Innovación, Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos*. Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología. Gobierno del Estado de Morelos.

Programa sectorial de Ciencia, Tecnología e Innovación. SICyT Morelos.

R&D Magazine,(2013).

Energías Renovables, Unidad de Inteligencia de Negocios, Secretaría de Economía, Promexico, Mayo 2013.

La gestión de suministro de combustibles: un proceso estratégico de la industria eléctrica de México. Boletín IIE, año 37, octubre – diciembre 2013, vol. 37, numero 4.

“Potenciales y Viabilidad del Uso de Bioetanol y Biodiesel para el Transporte en México”. Secretaría de Energía – GT – Banco Interamericano de Desarrollo. Noviembre 2006.

Clean Energy Trends 2013. Ron Pernick, Clint Wilder, Trevor Winnie, Clean Edge. march 2013.

Current Trends and Future Bioenergy Trends, The State and Future of Bioenergy. Tokyo International forum, 17 November 2011.

Morelos, Diagnóstico en Ciencia, Tecnología e Innovación. Foro Consultivo Científico y Tecnológico, marzo 2012.

Programa de Fomento de Sistemas Fotovoltaicos en México (ProSolar). SENER – GIZ, Julio 2012.

LA BIOENERGÍA EN MÉXICO Situación actual y perspectivas. Red Mexicana de Bioenergía, A.C. Cuaderno de Trabajo No. 4. Agosto 2011.

Hermosillo Valadez Jorge. Mapeo Estratégico de Oferta y Demanda Tecnológica en el Estado de Morelos. Oferta de Servicios Tecnológicos en el Estado –Oportunidades para la innovación. Septiembre 2011.

Oscar González Salgado, Ernesto Juárez Rodríguez, Grupo de Desarrollo Regional del Tecnológico de Monterrey. Identificación de oportunidades estratégicas para el desarrollo del estado de Morelos. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. 2009.

Instituto de Energías Renovables, Plan de Desarrollo Institucional 2013 – 2017. Universidad Autónoma de México. Septiembre 2013.

Prospectiva de Energías Renovables 2012 – 2026. SENER. 2012.

Investigación y desarrollo e innovación para el desarrollo de los biocombustibles en América Latina y el Caribe. Adrian Rodríguez (compilador). CEPAL, GIZ. Noviembre 2011.

Páginas web consultadas

<http://energy.gov/eere/office-energy-efficiency-renewable-energy>

<http://www.conacyt.mx/index.php/fondos-sectoriales-constituidos2/item/conacyt-sener-sustentabilidad-energetica>

<http://www.conacyt.mx/index.php/fondos-y-apoyos/programa-de-estimulos-a-la-innovacion>

<http://sustentabilidad.energia.gob.mx/>

9. APÉNDICES

9.1. Apéndice A: Mesas sectoriales

9.1.1. Funciones

Compuestas por agentes de referencia del sector, las mesas sectoriales son el órgano clave para la definición de las estrategias específicas de las áreas de especialización seleccionadas. Su función se centra en generar una propuesta estratégica en la que se identifiquen y se valoren las principales líneas de acción y los contenidos de la agenda. De manera más precisa los participantes de las mesas sectoriales contrastan y validan el marco estratégico mediante tres actividades:

- a) Proponer y validar los objetivos estratégicos.
- b) Identificar, valorar y desarrollar los contenidos de nichos de especialización y líneas de estructuración.
- c) Presentar propuestas de proyectos estratégicos, para posteriormente valorarlas, priorizarlas y desarrollarlas en detalle.

9.1.2. Composición

La mesa sectorial está compuesta por agentes de la cuádruple hélice: academia, empresas y gobierno y sociedad. El modelo de gobernanza busca la implicación de representantes de referencia que puedan ser portavoces de las necesidades del sector en general.

En la Tabla 7, que se muestra a continuación, se detallan los integrantes de la mesa sectorial para este sector.

Tabla 8 Composición de la mesa sectorial

Gobierno	Academia	Empresas Privadas
Secretaría de innovación, Ciencia y Tecnología (SICyT)	Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET)	Módulo solar
Dirección Regional Centro de Conacyt	Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM)	Climatecna
Centro Morelense de Innovación Agropecuaria (CemiAgro)	Instituto de Investigaciones Eléctricas	Fundación México-Estados Unidos para Ciencia (Fumec)
Centro Morelense de Innovación y Transferencia de Tecnología (CemiTT)	Instituto de Energías Renovables de la UNAM	
Fomento al Desarrollo Tecnológico SICyT Morelos	Instituto de Biotecnología de la UNAM	

Fuente: Elaboración propia. Fumec

9.1.3. Talleres

Derivado de la importancia que tiene para la SICyT de Morelos y para los actores involucrados en el tema de energías renovables se estableció la necesidad de realizar una mesa especial sobre el tema.

La primera mesa sectorial de energías renovables trabajó con la metodología de mapa de ruta para identificar las capacidades actuales y analizar las oportunidades de mercado y las acciones que llevan a alcanzar esto.

También se complementó el análisis con los documentos que ha generado la red de innovación que está trabajando este tema.

Ilustración 16 Proceso de definición de la agenda sectorial



9.2. Apéndice B: Estudios de tendencias sectoriales

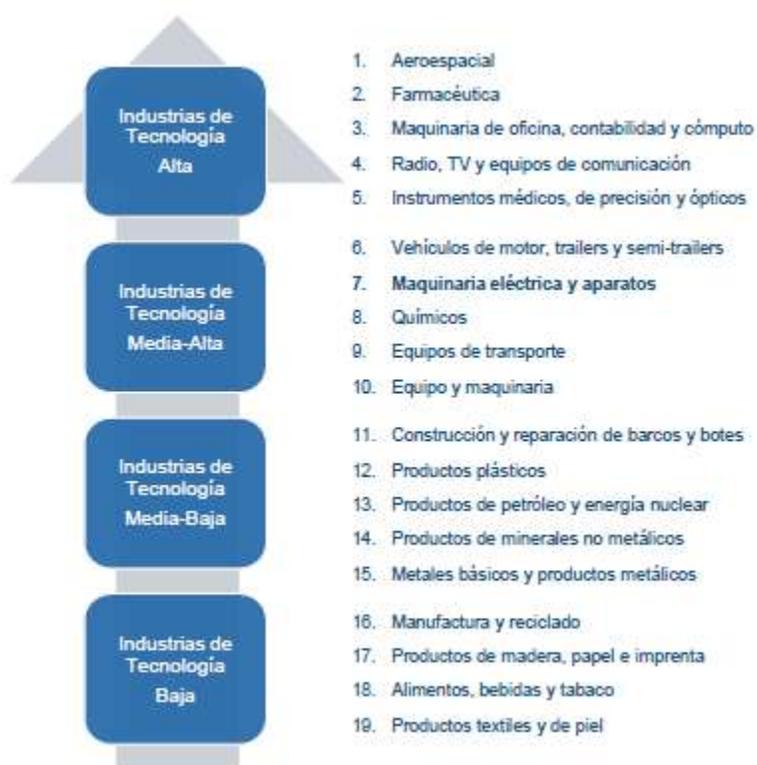
9.2.1. Papel de la innovación en el sector

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 Ilustración 17. El sector de energías, se puede encuadrar en el de maquinaria eléctrica y aparatos, lo que lo sitúa como un sector de media-alta intensidad tecnológica, aunque en determinados nichos (e.g. celdas solares) se trata claramente de un ámbito de alta tecnología. Esto 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.

La clasificación dada por el OECD se encuentra basada en los siguientes aspectos:

- Gasto en I+D dividido por valor añadido.
- Gasto en I+D dividido por producción.
- Resultado de I+D en tecnologías.

Ilustración 17 Clasificación de industrias basadas en intensidad de I+D



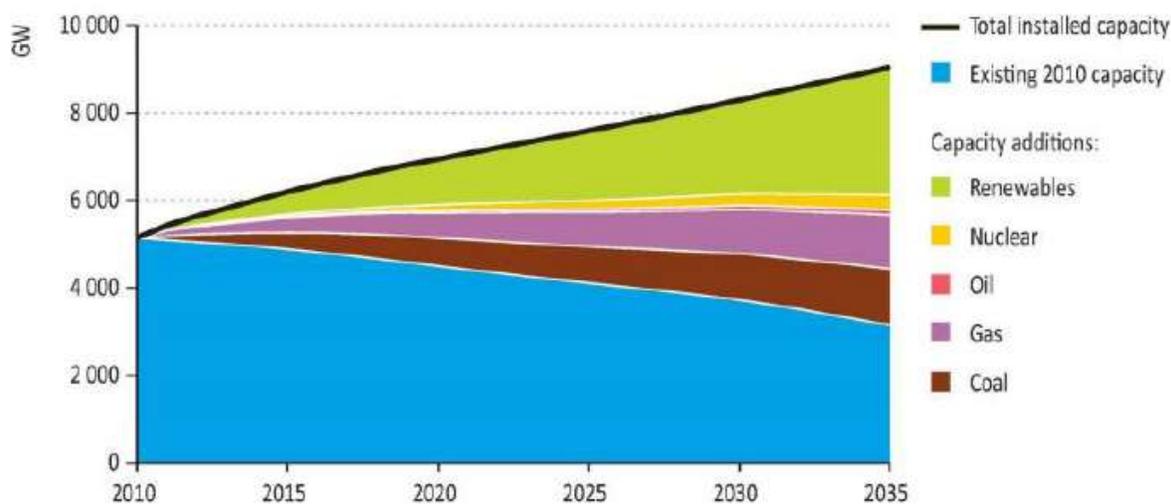
Fuente: OECD

9.2.2. 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.

De acuerdo al estudio “World Energy Outlook 2011” de la IEA, las energías renovables son uno de los sectores con un futuro más prometedor dado el peso creciente que van a tener en el mix de generación global de energía. Esto se puede observar en la gráfica de la Ilustración 18.

Ilustración 18 Evolución de la capacidad de generación instalada y nuevas adiciones por tecnología (GW, 2010-2035)



Fuente: “World Energy Outlook 2011”, IEA