

## **AGENDA DE INNOVACIÓN DE TAMAULIPAS**

### **DOCUMENTOS DE TRABAJO**

#### **4.2. AGENDA DE ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN:**

#### **ENERGÍA**

## Índice

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | Caracterización del área en el estado y en el contexto nacional.....  | 5  |
| 1.1   | Breve descripción del área de especialización.....  | 5  |
| 1.2   | Distribución del área en México y posicionamiento del estado.....   | 6  |
| 1.3   | Principales tendencias de la innovación en el área a nivel mundial.....   | 8  |
| 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 sus principales líneas de investigación .....  | 11 |
| 2.2.1 | Instituciones de Educación Superior .....   | 11 |
| 2.3   | Detalle de empresas RENIECYT del área .....   | 12 |
| 3     | Análisis FODA del área .....  | 13 |
| 3.1   | Fortalezas .....  | 13 |
| 3.2   | Oportunidades .....   | 14 |
| 3.3   | Debilidades .....   | 14 |
| 3.4   | Amenazas .....  | 14 |
| 4     | Marco Estratégico y Objetivos Sectoriales.....  | 15 |
| 5     | Nichos de especialización y líneas de actuación .....   | 17 |
| 5.1   | Generación, atracción y retención de talento .....  | 17 |
| 5.2   | Energías renovables .....   | 18 |
| 5.3   | Eficiencia energética .....   | 19 |
| 5.4   | Seguridad y sustentabilidad ambiental.....  | 20 |
| 5.5   | Exploración, perforación y extracción.....  | 21 |
| 6     | Caracterización de Proyectos proritarios y Entramado de Proyectos .....   | 22 |
| 6.1   | Caracterización de proyectos.....   | 22 |
| 6.1.1 | Plan de actualización de la oferta educativa en energía .....   | 23 |
| 6.1.2 | Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Energía.....  | 23 |
| 6.1.3 | Unidad en electromecánica para el sector energético convencional del Centro de Investigación Automotriz, Autopartes y Metalmeccánica .....                            | 24 |
| 6.1.4 | Unidad de investigación y desarrollo tecnológico en exploración y extracción petrolera en aguas profundas del Centro de Investigación en Petroquímica Secundaria..... | 25 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 6.1.5 | Nuevas técnicas de perforación de rocas y de limpieza de superficie mediante pulsos de luz de alta energía ..... | 25 |
| 6.2   | Matriz de proyectos .....  | 26 |
| 7     | Apéndice: Estudio de tendencias internacionales .....  | 30 |
| 7.1   | Papel de la innovación en el área.....   | 30 |
| 7.1.1 | Objetivos globales de las tendencias tecnológicas .....  | 30 |

## Índice de ilustraciones

|   |    |
|---|----|
| Ilustración 1: Evolución del PIB del sector de Energía (mdp, 2008-2012) .....                                 | 6  |
| Ilustración 2: Mapa del sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación en el estado del área<br>Energía.....     | 10 |
| Ilustración 3: Empresas RENIECYT en área energía .....  | 12 |
| Ilustración 4: Marco estratégico de la agenda de área de especialización .....                                | 16 |
| Ilustración 5: Ejemplos de proyectos complementarios en generación, atracción y retención de<br>talento ..... | 18 |
| Ilustración 6: Ejemplos proyectos complementarios en energías renovables .....                                | 19 |
| Ilustración 7: Ejemplos de proyectos complementarios de eficiencia energética .....                           | 20 |
| Ilustración 8: Ejemplos proyectos complementarios en seguridad y sustentabilidad ambiental .                  | 21 |
| Ilustración 9: Ejemplos de proyectos complementarios en exploración, extracción y perforación<br>.....        | 22 |
| Ilustración 10 Matriz de proyectos prioritarios y complementarios .....                                       | 26 |
| Ilustración 11: Clasificación de industrias basadas en intensidad de I+D.....                                 | 30 |
| Ilustración 12: Objetivos globales de las tendencias tecnológicas para el sector petrolero .....              | 31 |
| Ilustración 13: Objetivos globales de las tendencias tecnológicas para las energías renovables .              | 31 |
| Ilustración 14: Líneas tecnológicas relevantes en el área.....  | 32 |

# 1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN EL ESTADO Y EN EL CONTEXTO NACIONAL

## 1.1 Breve descripción del área de especialización

El área de especialización considerada en este documento comprende la extracción de petróleo y gas, la refinación de petróleo, las energías renovables y la generación y distribución de energía. Es importante mencionar que en el estado de Tamaulipas la producción de energía tiene mucha relevancia ya que es el segundo productor nacional con 11 centrales generadoras mientras que en la producción de gas no asociado ocupa la primera posición con el 37.3% de la producción nacional<sup>1</sup>.

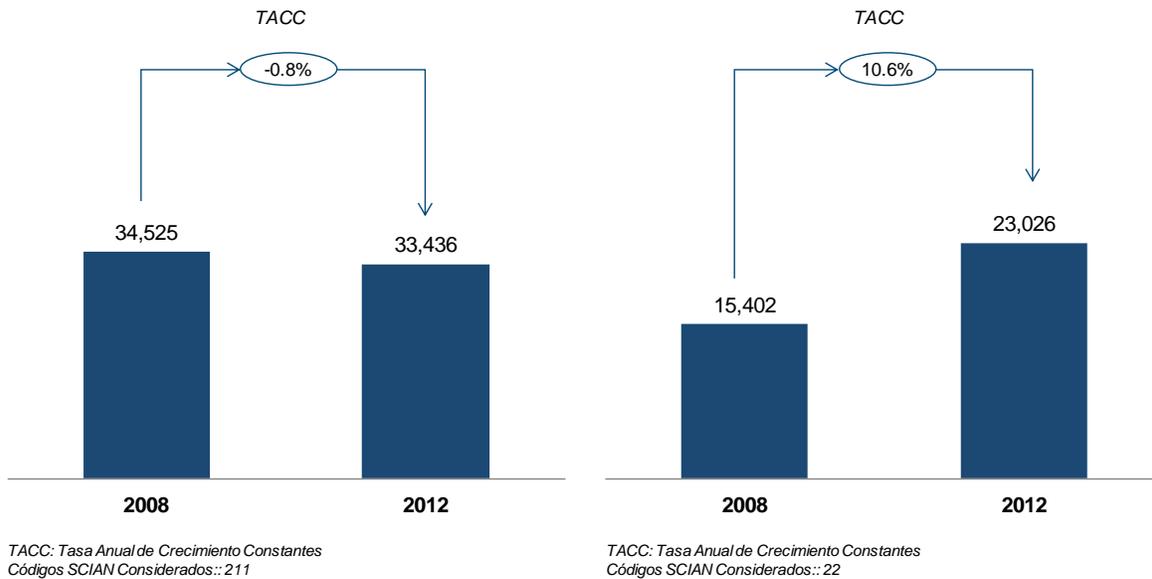
En este caso, para los datos macroeconómicos que se presentan a continuación se consideran los códigos SCIAN 211, 221 y 324, Extracción de petróleo y gas; Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica; Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón.

El sector tiene un peso de 11.6% del producto interno bruto de estado. La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** refleja el crecimiento entre 2008 y 2012 en el sector. El crecimiento del subsector de extracción de petróleo y gas fue negativo durante este periodo. En cambio, el sub sector generación, transmisión y distribución de energía eléctrica mostró un crecimiento importante.

---

<sup>1</sup> Agenda de Energía de Tamaulipas

**Ilustración 1: Evolución del PIB del sector de Energía (mdp, 2008-2012)**



Fuente: INEGI

## 1.2 Distribución del área en México y posicionamiento del estado

En México, Petróleos Mexicanos (PEMEX) es el núcleo de la producción petrolera. La empresa cuenta con seis refinarias, ocho complejos petroquímicos y 77 terminales de almacenamiento y reparto. En 2012, la refinería de Tula en Veracruz es la de mayor capacidad con 277 miles de barriles diarios (mbd), seguido por la refinería de Salina Cruz en Oaxaca con 257 mbd y la refinería de Cadereyta en Nuevo León con 188 mbd<sup>2</sup>. El total de capacidad de las seis refineras fue de 1,199 mbd.

Entre el 2002 y el 2012, las reservas nacionales de hidrocarburos han decrecido a una tasa anual promedio de 1.87%, debido a una disminución de las reservas probadas de casi 8,000 millones de barriles. Sin embargo, al mismo tiempo, la perforación de pozos ha crecido a una tasa anual promedio de 11.2%. En este mismo periodo, la producción de petróleo ha decrecido a una tasa

---

<sup>2</sup> PEMEX

anual promedio de 2.18% en México para establecerse a 2,548 (mbd) en el 2012, mientras que la demanda ha crecido a una tasa de 1.12%<sup>3</sup>.

En Tamaulipas existen dos grades activos para la exploración de hidrocarburos: el Activo Integral de Burgos, localizado al norte del estado y que incluye territorio de Nuevo León y Coahuila, y el Activo Poza Rica-Altamira en el sur del de la entidad y que comprende parte del estado de Veracruz. La producción petróleo crudo en 2013 fue 19.1 mbd. La producción de gas natural de la entidad fue de 825 millones de pies cúbicos. El 85% de la producción de gas es no asociado y 15% gas asociado. Cabe destacar que Tamaulipas es el primer productor de gas no asociado con el 37% de la producción nacional<sup>4</sup>.

Sin embargo, la mayor relevancia del sector en el estado, tiene que ver con su potencialidad. El 63% de la producción de barriles de petróleo equivalente estimados por PEMEX como recursos prospectivos convencionales se encuentran en territorios en Tamaulipas: Burgos, Tampico-Misantla y Golfo de México. Además, casi la totalidad de la estimación de recursos prospectivos no convencionales (campos de lutitas, petróleo en aguas profundas, aceite terciario del Golfo y recuperación de campos maduros) también se extienden por Tamaulipas. Destacan los trabajos en exploración y explotación de petróleo en aguas profundas en el Cinturón Plegado Perdido del Golfo de México<sup>5</sup>.

En el sector de refinación de petróleo, la entidad tiene una refinería en Madero, que produce 117 mbd de gasolinas que representan el 10% del total nacional, y que se distribuyen y almacenan en cinco terminales<sup>6</sup>.

El estado se encuentra en el segundo lugar nacional en producción de energía eléctrica, con once centrales generadoras, con capacidad de 5,484MW que para el 2012 fue el 12% de la producción nacional. En el rubro de energías renovables, Tamaulipas es uno de los tres estados de la República con mayor potencial eólico. En la actualidad hay 26 proyectos eólicos registrados con capacidad de 2566 MW<sup>7</sup>.

Dentro de esta área de especialización, se han identificado tan solo 28 unidades económicas en la entidad según el DENU. Esto se debe a que el sector está dominado básicamente por dos empresas, PEMEX en la producción de hidrocarburos y Comisión Federal de Electricidad (CFE) en la generación de energía eléctrica.

---

<sup>3</sup> PEMEX

<sup>4</sup> PEMEX y Secretaría de Energía

<sup>5</sup> PEMEX y Agenda de Energía de Tamaulipas

<sup>6</sup> PEMEX y Secretaría de Energía

<sup>7</sup> CFE, página web y Agenda de Energía de Tamaulipas

## 1.3 Principales tendencias de la innovación en el área a nivel mundial

En el área de Energía existen cuatro 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) **Exploración de gas y petróleo:** mejorar las condiciones de exploración y la tasa de éxito. Aumentar el acceso a nuevas reservas remotas.
  - a. Mejorar el modelaje y simulación de reservas.
  - b. Desarrollar métodos no convencionales de exploración.
- 2) **Perforación y producción:** Reducir los costos de perforación y producción y aumentar la productividad de los pozos, así como mejorar las tasas de recuperación de viejos pozos.
  - a. Recuperación mejorada de petróleo (RMP).
  - b. Tecnologías de Fracturación.
- 3) **Ambiente:** protección del ambiente y reducción de emisiones.
  - a. Mejorar la captura y secuestro de dióxido de carbono.
  - b. Tratamiento de residuos.
- 4) **Tecnologías de la información y comunicación:** plataformas web donde es posible manejar, medir y monitorear toda la información que viene de los campos petroleros.
  - a. Sistemas de información de operaciones remotas.
  - b. Sistemas de respuesta de emergencia.

## 2 BREVE DESCRIPCIÓN DEL ECOSISTEMA DE INNOVACIÓN

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

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.

### 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 (IES) 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.

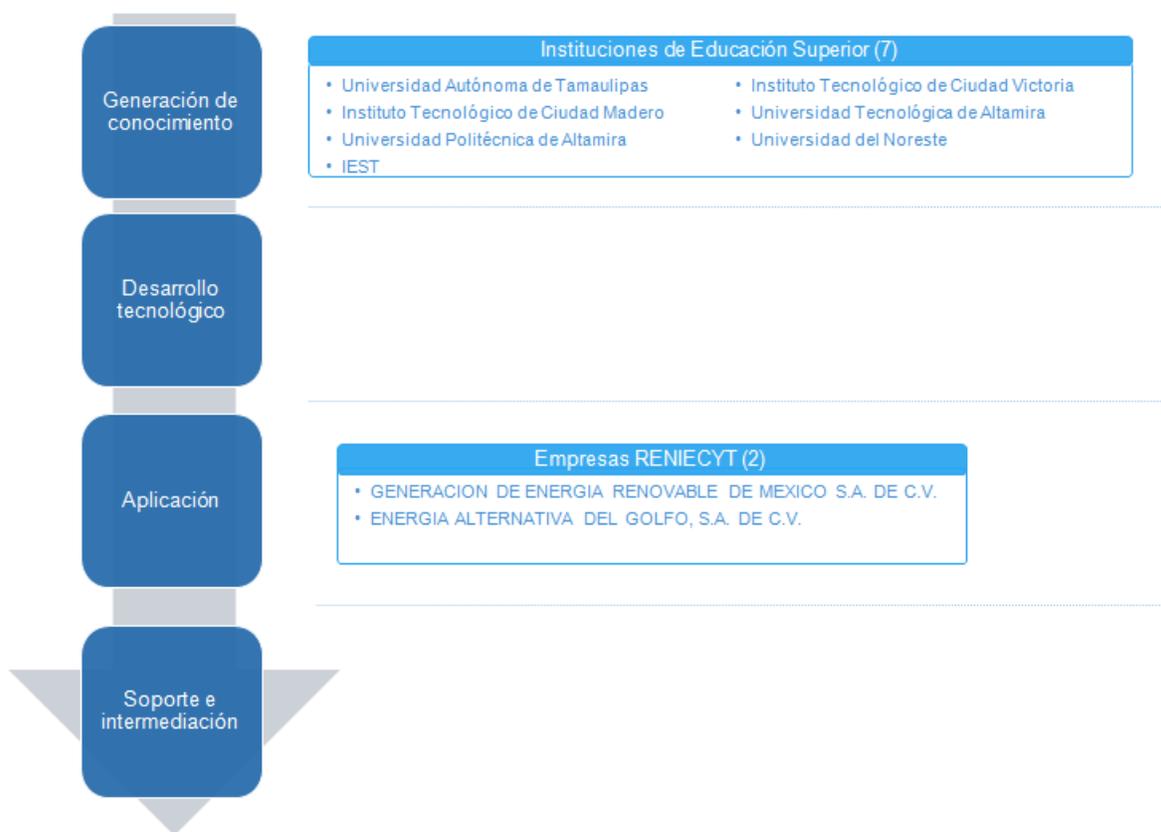
Los centros de investigación también se encuentran en la anterior categoría, pero en ocasiones también están más enfocados al desarrollo tecnológico, es decir, a la aplicación concreta de los logros obtenidos en la investigación, o de cualquier otro tipo de conocimiento científico, a un plan o diseño 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 Investigación y Desarrollo 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 Tamaulipas, los principales agentes del ecosistema de innovación se adjuntan en la Ilustración 2, según las categorías definidas.

**Ilustración 2: Mapa del sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación en el estado del área Energía**



Fuente: Elaboración propia Indra Business Consulting

El ecosistema Tamaulipas en esta área de especialización se compone de 2 empresas Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científico y Tecnológicas (RENIECYT) y 7 Instituciones de Educación Superior que ofrecen 2 programas de maestría y 7 licenciaturas o ingenierías en programas afines a energía<sup>8</sup>. Su temática gira principalmente en torno a las energías renovables o alternativas.

Este mapa muestra un entramado de agentes con un gran margen de mejora en la formación de talento humano y las capacidades científicas. En el estado la formación investigativa en el área es poca y asimismo, no hay ningún agente especializado en el desarrollo tecnológico como un centro de investigación.

<sup>8</sup> Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior

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

Tamaulipas cuenta con Instituciones de Educación Superior que llevan a cabo algunas actividades de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) en el sector energético. Pero con solo 2 integrantes del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) que se dedican a la electricidad y exploración sísmica, el estado cuenta con muy poca actividad de I+D+i en el área.

### 2.2.1 Instituciones de Educación Superior

El Instituto Tecnológico de Ciudad Madero es las institucion con mayor actividad en el área



El instituto Tecnológico de Ciudad Madero (ITCM) ofrece la licenciatura en Geociencias que cuenta con la acreditación del Consejo para la Acreditación de Educación Superior (COPAES). Se atienden áreas particulares de cada fenómeno o recurso natural, como son: hidrocarburos, yacimientos minerales, mantos acuíferos, mecánica de suelos y rocas (Geotecnia), prevención de desastres naturales (sísmica, volcánica, huracanes, etc.). El ITCM ofrece también un curso corto sobre el almacenamiento geológico de CO<sub>2</sub> y un diplomado en ingeniería petrolera, así como servicios de análisis de aplicación de metodologías geofísicas a problemas de suelos contaminados ya sea con hidrocarburos y metales pesados<sup>9</sup>.



La Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT), en su sede universitaria en UAM Reynosa Rodhe, ofrece la carrera de Ingeniero Petrolero la cual se enseña en la área del campo petrolero desde una perspectiva científica multidisciplinaria, aplicando conocimientos especializados, metodológicos e instrumentales para explorar, perforar y terminar yacimientos de petróleo y de gas, así como la planificación y mantenimiento de instalaciones de producción<sup>10</sup>.

---

<sup>9</sup> Página web ITCM

<sup>10</sup> Pagina web UAM Reynosa Rodhe

## 2.3 Detalle de empresas RENIECYT del área

Tamaulipas cuenta con 2 empresas en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIECYT) a fecha 30 de junio de 2014. Ambas empresas son pequeñas y en con actividades en las energías renovables y alternativas.

*Ilustración 3: Empresas RENIECYT en área energía*

| Empresas grandes   | Empresas medianas  | Empresas micro   |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• No existen</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• No existen</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Generacion de Energia Renovable de Mexico S.A. de C.V.</li><li>• Energia Alternativa del Golfo, S.A. de C.V.</li></ul> |

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

## 3 ANÁLISIS FODA DEL ÁREA

Con base en el análisis en detalle del área y tras la interacción con 29 personas que participaron en entrevistas y dos mesas sectoriales, se realizó y contrastó un análisis FODA que supuso un punto de partida para la definición de la agenda del área de especialización.

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 área Energía del estado de Tamaulipas.

Las principales conclusiones se resumen a continuación:

### 3.1 Fortalezas

- Existencia de una refinería que produce el 10% del total nacional.
- Primer lugar nacional en producción de gas no asociado con una participación de 37% del total nacional.
- Segundo lugar nacional en producción de energía.
- Empresas proveedoras con experticia.
- Diez de las doce empresas de plataformas petroleras del país están en Tamaulipas.
- Ventajosa ubicación de la entidad en el Golfo de México.
- Presencia de mano obrera capacitada.

## 3.2 Oportunidades

- Reservas de petróleo en aguas profundas en el Cinturón Plegado Perdido del Golfo de México.
- Gas *shale* en cuencas Sabinas en Nuevo Laredo, Burgos y Tampico-Misantla.
- Uno de los tres estados de la República con mayor potencial eólico.
- Esperado aumento elevado en la inversión en el sector a partir de la Reforma Energética.
- Grandes Inversiones en plataformas petroleras.
- Programas de proveeduría para PEMEX

## 3.3 Debilidades

- Pocos investigadores especializados en el estado.
- Muy pocos proyectos de Conacyt en el sector en la entidad.
- Insuficiente capacidades de investigación y científicas.
- Necesidad de mejorar la calidad, especialización y grado de los programas de educación superior.
- No existe un centro de investigación especializado para el sector.
- Pocas empresas dedicadas a la investigación científica.
- Poco apoyo a la incubación de negocios.
- Falta de capital humano en área de ingeniería eléctrica.

## 3.4 Amenazas

- Demora o malas definiciones en los reglamentos secundarios de la Reforma Energética.
- Sustentabilidad ambiental del sector.
- Migración de ingenieros, la mayoría por mejores salarios.

## 4 MARCO ESTRATÉGICO Y OBJETIVOS SECTORIALES

En el caso de Tamaulipas, para el área Energía se identificaron 2 grandes objetivos sectoriales que centran los esfuerzos de los 5 nichos de especialización y líneas de actuación seleccionados.

Los objetivos sectoriales son los siguientes:

- Impulsar la formación de capital humano, investigación científica y desarrollo tecnológico en materia energética
- Usar y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales en la actividad energética y optimizar el consumo energético mediante uso de tecnologías más eficientes e innovadoras

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

Los nichos de especialización y líneas de actuación seleccionados son:

- Generación, atracción y retención de talento
- Energías renovables
- Eficiencia energética
- Seguridad y sustentabilidad ambiental
- Exploración, perforación y extracción

#### Ilustración 4: Marco estratégico de la agenda de área de especialización



Fuente: Elaboración propia Indra Business Consulting

## 5 NICHOS DE ESPECIALIZACIÓN Y LINEAS DE ACTUACIÓN

Para responder a estos 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 recurso de programas de apoyo en dichos ámbitos sea más eficiente a la hora de potenciar la innovación en el área, dada la estructura particular que éste presenta en el estado.

Estos ámbitos pueden ser nichos de especialización o líneas de actuación, 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 una línea de actuación 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 y líneas de actuación seleccionados para Tamaulipas.

### 5.1 Generación, atracción y retención de talento

Uno de los ámbitos de mejora destacado en el estado es la necesidad de generar y atraer y retener personal calificado y certificado, dado que Tamaulipas es líder en producción energía y cuenta con un gran potencial en hidrocarburos y energías renovables pero con poca presencia de personal especializado.

Se trata de desarrollar programas educativos en las universidades así como de capacitación para el sector privado. El objetivo de la selección de esta línea de actuación es que Tamaulipas cuente con capital humano calificado y residente en el estado para desarrollar la ciencia y tecnología en el sector.

Dentro de generación, atracción y retención de talento se han identificado como prioritarias las siguientes líneas de trabajo:

- Identificar la oferta educativa técnica y profesional en materia de energía y en carreras de soporte al sector
- Actualizar la oferta educativa técnica y profesional
- Fortalecer la infraestructura educativa de las instituciones que ofrecen carreras a fines al sector energético
- Promover la cooperación interestatal e internacional para capacitar recursos humanos
- Incentivar carreras cortas para la capacitación de mano de obra especializada través de formación de competencias

- Promover la participación de empresas privadas en el fortalecimiento de la infraestructura educativa y el otorgamiento de becas
- Desarrollar esquemas de cooperación internacional en investigación y desarrollo tecnológico
- Establecer redes de colaboración entre institutos y centros de investigación, a nivel nacional e internacional

*Ilustración 5: Ejemplos de proyectos complementarios en generación, atracción y retención de talento*

- **Centro de formación de tecnólogos**

## 5.2 Energías renovables

El fenómeno del cambio climático obliga a tomar medidas vigentes para mitigarlo. Esto implica la necesidad de aprovechar las energías renovables para evitar las emisiones de gases de efecto invernadero y generar un ahorro económico importante. Dado que Tamaulipas es uno de los tres estados de la República con mayor potencial eólico, se debe aprovechar esta fuente de energía así como otras fuentes con menor impacto ambiental.

La finalidad, aparte del ahorro energético y de la autonomía energética gracias al uso de recursos sustentables, es preservar el medio ambiente y mejorar la calidad de vida de los tamaulipecos.

Dentro de energías renovables se han identificado como prioritarias las siguientes líneas de trabajo

- Energía eólica
- Biomasa
- Generación de energía a partir de residuos y de residuos tóxicos
- Diseño de sistemas de purificación de gases en plantas de generación eléctrica a partir de desechos
- Microgeneración mediante fuentes alternas
- Energía solar fotovoltaica y termosolar
- Investigación de técnicas de control de sistemas de generación eléctrica a partir de energías renovables

### *Ilustración 6: Ejemplos proyectos complementarios en energías renovables*

- Desarrollo de **mapa energético del estado**
- **Análisis del costo beneficio** del impacto de las fuentes alternas de energía en el sistema eléctrico
- **Diseño y construcción de un banco de pruebas** para microgeneración eólica
- **Análisis de la curva de coeficiente de potencia** para turbinas eólicas
- **Investigación y desarrollo para materiales eficientes** para la fabricación de paneles solares
- **Diseño y Construcción de los elementos** que componen un sistema eólico
- **Síntesis, diseño e implantación de controladores** para la operación confiable y eficiente de los sistemas eólicos
- **Estudio y Análisis del potencial eólico** en el estado de Tamaulipas
- **Estudio y Análisis de las implicaciones ambientales** de la instalación de sistemas eólicos.
- **Diseño y Control de un Convertidor Estático de Potencia** para aplicaciones de Energía Eólica
- Síntesis, caracterización y estudio de **nanotubos de carbono y su aplicación en celdas solares.**

## 5.3 Eficiencia energética

Una necesidad destacada en el estado es mejorar la eficiencia energética para reducir los costos de producción y las emisiones de CO<sup>2</sup>, así como para cumplir con las regulaciones a nivel internacional.

A través del mejoramiento de sistemas de gestión de energía se puede impactar varias organizaciones y empresas. Cambiando formas de operación o equipo, se puede ahorrar entre el 30% y el 40% de energía y con poco valor de inversión.

Dentro de eficiencia energética se han identificado como prioritarias las siguientes líneas de trabajo:

- Formación de centros de apoyo industrial.
- Desarrollo de instrumentos para medir la eficiencia en las empresas.
- Investigación de soluciones de la electrónica de potencia para mejorar la calidad de la energía.
- Análisis energético de la red eléctrica residencial, industrial y comercial.
- Sistemas de cogeneración e híbridos.
- Aplicaciones para el monitoreo de consumo eléctrico.

*Ilustración 7: Ejemplos de proyectos complementarios de eficiencia energética*

- **Censo estatal** para detectar los puntos donde se tiene fuga de energía
- **Proyecto de colaboración de ahorro energético** con el sector privado
- **Implantación de la norma ISO 50001** Sistema de la Gestión de la energía
- **Análisis térmico/energético de los sistemas de aire acondicionado / calefacción** residencial, industrial y comercial
- **Análisis e implantación de sistemas de cogeneración** para el suministro de energía eléctrica y energía térmica simultáneamente
- **Laboratorio de innovación en Sustentabilidad Energética** que sirva como estación de pruebas para tecnologías que incrementen la eficiencia energética

## 5.4 Seguridad y sustentabilidad ambiental

Una necesidad en Tamaulipas es reducir la contaminación ambiental y el desarrollo de tecnologías en energía que mejoren o no afecten el medio ambiente. Se trata de incluir en todo el en todo el sector energético el tema del medio ambiente y adaptarse a las regulaciones ambientales cada vez más estrictas.

Se espera un impacto positivo en la calidad de vida de los tamaulipecos gracias a la mejora en la calidad del aire y la contaminación en general.

Dentro de seguridad y sustentabilidad ambiental se han identificado como prioritarias las siguientes líneas de trabajo:

- Reducción de contaminantes y cumplimiento de reducción de emisiones a nivel internacional.
- Tratamiento, reproceso y reutilización de contaminantes y residuos.
- Transformación de desperdicios en energía.
- Sistemas de monitoreo de pozos.
- Biorremediación.

*Ilustración 8: Ejemplos proyectos complementarios en seguridad y sustentabilidad ambiental*

- **Métodos de cuantificación** de impacto ambiental en mantas acuíferas
- **Sectorización de zonas ambientales**
- **Captura de contaminantes** en cavidades de fracturación
- Aplicación de microorganismos para la **biorremediación en aguas contaminadas por hidrocarburos**

## 5.5 Exploración, perforación y extracción

El objetivo es desarrollar tecnologías para la exploración y extracción y perforación, desarrollando nuevas técnicas más eficientes y menos costosas, que permitan aprovechar de manera sustentable las reservas con las que cuenta el estado y adaptadas a sus condiciones geoambientales.

Dentro de exploración, perforación y extracción se han identificado como prioritarias las siguientes líneas de trabajo:

- Desarrollo de técnicas y equipos analíticos novedosos, portátiles, eficientes y capaces de análisis *in-situ* para la prospección.
- Desarrollo de nuevas técnicas de perforación que disminuyan los costos y con mayor eficiencia.
- Diseño y fabricación de módulos de procesos.
- Técnicas de estimulación de pozos.
- Reductores de viscosidad.
- Petrofísica.
- Exploración de petróleo y de extracción en aguas profundas, empleando tecnologías a base de modelaje y simulación de procesos.

- Uso de TIC para operaciones remotas.
- Maquinaria especializada y equipos de precisión.

*Ilustración 9: Ejemplos de proyectos complementarios en exploración, extracción y perforación*

- **Diseño y fabricación** de módulos de proceso para petróleo y gas
- **Aprovechamiento de pozos remotos**

## 6 CARACTERIZACIÓN DE PROYECTOS PRORITARIOS Y ENTRAMADO DE PROYECTOS

Los proyectos prioritarios son aquellos que tienen un gran impacto en fortalecer y dinamizar el sistema de innovación. Un proyecto prioritario se caracteriza por contribuir al desarrollo de un nicho de especialización o línea de actuación, 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 se priorizarán cinco proyectos prioritarios bajo la decisión del comité de gestión en base a las valoraciones de los miembros de la mesa sectorial:

- Plan de actualización de la oferta educativa en energía
- Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Energía
- Unidad en electromecánica para el sector energético convencional del Centro de Investigación Automotriz, Autopartes y Metalmecánica
- Unidad de investigación y desarrollo tecnológico en exploración petrolera en aguas profundas del Centro de Investigación en Petroquímica Secundaria
- Nuevas técnicas de perforación de rocas y de limpieza de superficie mediante pulsos de luz de alta energía

### 6.1 Caracterización de proyectos

A continuación se describen brevemente los proyectos prioritarios para el sector de energía de Tamaulipas.

---

### 6.1.1 Plan de actualización de la oferta educativa en energía

El proyecto tiene como objetivo contar con los insumos necesarios para la planificación e implementación de la actualización de la oferta educativa en energía y de la cooperación interestatal e internacional en ciencia, tecnología y recursos humanos en base las necesidades productivas actuales y futuras.

Con este plan se espera fortalecer la atracción, formación y retención de recursos humanos en estudios técnicos y profesionales y convertir a Tamaulipas en un polo de atracción en este sector a través de:

- Actualizar la oferta educativa técnica y profesional para orientarla hacia carreras afines a tema energético
- Fortalecer la infraestructura educativa de las instituciones que ofrecen carreras afines al sector energético
- Impulsar la formación de técnicos y profesionales
- Formar especialistas
- Incentivar carreras cortas para la capacitación de mano de obra especializada a través de la formación de competencias

---

### 6.1.2 Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Energía

Creación de un Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico para el Sector Energético en Reynosa, capaz de cubrir las necesidades de la industria de la generación de energía, tales como:

- Exploración y explotación de hidrocarburos.
- Generación de energía eléctrica
- Calidad y eficiencia energética
- Producción y distribución de energía eléctrica

El proyecto se localizará en parque industrial en Reynosa. La infraestructura constará de la construcción de un edificio de 5000m<sup>2</sup> con seis laboratorios. El Centro también contempla la adquisición de equipo especializado, acervo bibliográfico, mobiliario y equipamiento de aulas y cubículos.

Centro abrirá plazas para investigadores con grado académico de doctor a través del Tecnológico Nacional de México y CONACYT (Cátedras).

Las líneas de investigación que se desarrollarán son:

- Exploración y Producción de Gas
- Tecnología de producción de energía eléctrica a partir de gas como combustible
- Calidad y Eficiencia Energética
- Generación, Transmisión y Distribución de Energía

En cuanto a formación de capital humano de alta calidad se abrirán 2 programas:

- **Programa de Ingeniería Eléctrica (Evaluación CIEES):** A corto plazo crear Programa de Ingeniería Eléctrica con áreas de especialización en Distribución, Calidad y Eficiencia Energética, así como en Logística y transporte de Gas.
- **Programa de Maestría en Energía (Programa Nacional de Posgrados de Calidad-CONACYT):** A corto plazo crear Programa de Maestría en Energías con especialidades en Calidad y Eficiencia Energética., Transmisión y Distribución de Energía, Producción y Administración de Fuentes de Energía, Logística y Transporte de Gas, así como en Exploración y producción de gas.

---

### 6.1.3 Unidad en electromecánica para el sector energético convencional del Centro de Investigación Automotriz, Autopartes y Metalmecánica

El Gobierno Estatal, en coordinación con el Tecnológico Nacional de México, tiene el objetivo de crear un Centro de Investigación Automotriz, Autopartes y Metalmecánica en Matamoros; entre las capacidades humanas y científicas de este Centro se deberá contar con una unidad especializada en el desarrollo de dispositivos electromecánicos para dar servicio a la industria de la generación de energía por métodos convencionales. Entre las necesidades de esta industria, se requiere de generadores eléctricos impulsados por combustibles fósiles. También, se requiere de sistemas electromecánicos para la exploración y extracción de estos combustibles.

El Centro de Investigación Automotriz, Autopartes y Metalmecánica contará con una Maestría en Ingeniería mecánica y con líneas de desarrollo tecnológico que también son muy relevantes y útiles para el sector de energía convencional como:

- Modelación, simulación y desarrollo de software; Desarrollo de ingeniería avanzada de prototipos de productos; Residuos industriales y materiales peligrosos
- Diseño de sistemas mecánicos; Metrología y servicios de calibración
- Robótica industrial y de inspección
- Sistemas de ingeniería; Conformado de piezas metálicas; Evaluación y certificación de materiales; Tratamiento de aguas residuales

Por tal motivo se plantea crear una unidad en electromecánica para el sector energético convencional aprovechar todas estas capacidades para atender las necesidades del sector en:

- Manufactura avanzada
- Equipo de precisión
- Maquinaria especializada

---

#### 6.1.4 Unidad de investigación y desarrollo tecnológico en exploración y extracción petrolera en aguas profundas del Centro de Investigación en Petroquímica Secundaria (CIPS)

La inversión necesaria para la explotación y exploración en aguas profundas es enorme, por lo que se hace indispensable contar con estrategias innovadoras como la simulación de procesos. La unidad para la exploración y explotación en aguas profundas del CIPS se creará para atender estas necesidades y ofrecer sistemas de simulación validados con información real, resultantes de la interacción entre las diversas áreas del Centro y de la red de colaboraciones y de vinculación con que se cuenta para atender este incipiente campo

El Instituto Tecnológico de Ciudad Madero tiene planeado para el Centro de Investigación en Petroquímica Secundaria incorporar el área de exploración de petróleo y de extracción en aguas profundas, empleando tecnologías a base de modelaje y simulación de procesos, mismas que permitirán el desarrollo de tecnologías adecuadas a las condiciones de la región Noreste del país.

El proyecto se encuentra basado en las siguientes iniciativas:

- Brindar servicios de simulación y modelaje de procesos al sector industrial del corredor Altamira – Tampico.
- Capacitar personal especializado, de forma oportuna en la aplicación de las nuevas tecnologías del sector productivo y energético del país.
- Generar diversos proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en el campo de exploración petrolera y extracción en aguas profundas y diseño de módulos de procesos

---

#### 6.1.5 Nuevas técnicas de perforación de rocas y de limpieza de superficie mediante pulsos de luz de alta energía

Existen antecedentes del uso del laser en para la ruptura de rocas en investigaciones llevadas a cabo en Estados Unidos y Rusia. Si bien se demostró el potencial de esta técnica y sus ventajas, no ha sido posible su aplicación práctica debido a los altos costos de los láseres de alta potencia

El proyecto propone el desarrollo de nuevas fuentes de luz pulsada mucho más eficientes, de menor costo y capaces de lograr procesos de ablación de sólidos mucho más productivos que las que hoy existen. El grado de innovación es alto pues será una técnica de absoluta novedad a nivel mundial. Actualmente la empresa BRALAX que desarrolla la investigación, prepara una patente para su próxima presentación ante el IMPI (Instituto Mexicano de Propiedad Industrial).

El proyecto incluirá el desarrollo de nuevas fuentes de luz pulsada de alta potencia capaces de realizar las aplicaciones previstas, la protección de la propiedad intelectual, la investigación y obtención de protocolos de aplicación específicos y la evaluación de los equipos y tecnología a nivel industrial, por lo cual se trata de un proyecto de ciclo completo.

## 6.2 Matriz de proyectos

En la siguiente ilustración se presenta un resumen de los proyectos prioritarios y complementarios con base en el área de especialización.

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

*Ilustración 10 Matriz de proyectos prioritarios y complementarios*

| Nichos o línea                               | Título   | Prioritario | Descripción  | Fuente de Financiamiento                          |
|--|--|-------------|--|---|
| Generación, atracción y retención de talento | Plan de actualización de la oferta educativa en energía  | ✓           | Planificación de la oferta educativa en energía en los niveles media superior y superior y mecanismos de implementación  | SEP, Fondos estatales                             |
|  | Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Energía  | ✓           | Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico enfocado en exploración y explotación de hidrocarburos, generación eléctrica, calidad y eficiencia energética y producción y distribución energía | FOMIX, Fondos estatales, PIFIT                    |
| Exploración, extracción y perforación        | Unidad de investigación y desarrollo tecnológico en exploración y extracción petrolera en aguas profundas del CIPS | ✓           | Incorporación en el CIPS del ITCM el área de exploración de petróleo y de extracción en aguas profundas, empleando tecnologías a base de modelaje y simulación de procesos.                        | FOMIX, Fondos estatales, PIFIT                    |
|  | Unidad en electromecánica para el sector energético  | ✓           | Unidad dedicada a la investigación en manufactura avanzada, equipo de precisión y maquinaria   | FOMIX, Fondos estatales, PIFIT, FAM-TEC Matamoros |

|                       |  |   |  |                                 |
|-----------------------|--|---|--|---------------------------------|
|                       | convencional del Centro de Investigación Automotriz, Autopartes y Metalmecánica                                    |   | especializada la extracción y perforación  |                                 |
|                       | Nuevas técnicas de perforación de rocas y de limpieza de superficie mediante pulsos de luz de alta energía         | ✓ | Desarrollo de nuevas fuentes de luz pulsada mucho más eficientes, de menor costo y capaces de lograr procesos de ablación de sólidos mucho más productivos y limpios                       | FOMIX, Fondos estatales         |
|                       | Diseño y fabricación de módulos de proceso para petróleo y gas   |   | Desarrollo de ingeniería básica y de detalle para la fabricación de módulos de procesos (compresión, bombeo, separación, deshidratación) de petróleo y gas                                 | PEI, Fondos estatales           |
|                       | Aprovechamiento de pozos remotos   |   | Desarrollo de tecnologías para aprovechamiento de pozos alejados de los campos de extracción   | FOMIX                           |
| Eficiencia energética | Censo estatal de eficiencia energética   |   | Censo estatal donde se detecte los puntos donde se tiene fuga de energía, además de recomendar las tecnologías aplicables para dar solución a la problemática identificada                 | FOMIX, Fondos estatales, ,SENER |
|                       | Proyecto de colaboración de ahorro energético con el sector privado  |   | A partir de diagnósticos realizados por las universidades a los establecimientos industriales, generación de un banco de proyectos de colaboración   | FOMIX, Fondos estatales         |
|                       | Implantación de la norma ISO 50001 Sistema de la Gestión de la energía   |   | Implantación de la norma ISO 50001 en organizaciones tamaulipecas, que define los requerimientos para establecer, implantar, mantener y mejorar el sistema de administración de la energía | Fondos estatales                |
|                       | Análisis térmico/energético de los sistemas de aire acondicionado /calefacción residencial, industrial y comercial |   | Análisis energético de los sistemas de acondicionado /calefacción para optimizar su consumo  | FOMIX, Fondos estatales         |
|                       | Análisis e implantación de sistemas de cogeneración para el suministro de energía eléctrica y energía térmica      |   | Sistemas de generación conjunta de energía que reduzcan notablemente la factura energética de las empresas y mejoren el proceso productivo   | FOMIX, Fondos estatales         |
|                       | Laboratorio de Innovación en sustentabilidad energética  |   | Edificio Público en la Zona Conurbada del Sur de Tamaulipas que sirva como estación de pruebas para tecnologías que incrementen la eficiencia energética                                   | FOMIX, Fondos estatales         |

|                                       |  |  |  |                                 |
|---------------------------------------|--|--|--|---------------------------------|
| Seguridad y sustentabilidad ambiental | Métodos de cuantificación de impacto ambiental en mantas acuíferas   |  | Estudio de investigación sobre los posibles efectos contaminantes del uso de técnicas de fracturación en acuíferos   | FOMIX, Fondos estatales, SEDUMA |
|                                       | Sectorización de zonas ambientales   |  | Identificación de las zonas ambientales potencialmente afectadas por actividad energética de hidrocarburos   | FOMIX, Fondos estatales, SEDUMA |
|                                       | Captura de contaminantes en cavidades de fracturación  |  | Desarrollo de tecnologías para rellenar las cavidades que resultan de la fracturación con contaminantes  | FOMIX                           |
|                                       | Aplicación de microorganismos para la biorremediación de aguas contaminadas por hidrocarburos                    |  | Selección y adecuación de microorganismos para el consumo de hidrocarburos permanente, es decir, con un tiempo de vida mayor a los mecanismos actuales   | FOMIX                           |
| Energías renovables                   | Elaboración de mapa de energías renovables de Tamaulipas   |  | Detección y ubicación de las fuentes de energías renovables en Tamaulipas  | FOMIX, Fondos estatales, SENER  |
|                                       | Estudio y Análisis del potencial eólico en el estado de Tamaulipas   |  | Desarrollo de un estudio que indique con precisión el potencial de generación eléctrica que se puede desarrollar a través de parques eólico  | FOMIX, Fondos estatales, SENER  |
|                                       | Análisis del costo beneficio del impacto de las fuentes alternas de energía en el sistema eléctrico              |  | Desarrollo de una plataforma computacional incluyendo una metodología que considere las diferentes fuentes de generación de energía donde serán considerados los costos reales de las mismas y lo referente a los costos del megawatt-hr y de operación y mantenimiento, lo que permitirá al usuario elegir óptimamente cual es la mejor alternativa para sus expectativas | FOMIX, Fondos estatales, SENER  |
|                                       | Diseño y construcción de un banco de pruebas para la microgeneración eólica                                      |  | Banco de pruebas experimentales que permita analizar los modelos matemáticos de los generadores eólicos ante los distintos perfiles de viento  | FOMIX, Fondos estatales         |
|                                       | Diseño y Construcción de los elementos que componen un sistema eólico  |  | Diseño y construcción de los elementos que componen un sistema eólico, como lo pueden ser: Maquinaria Eléctrica, Convertidores Estáticos, Sistemas de acoplamiento mecánico, Diseño de Turbinas Eólicas, Cimentación para la instalación de los sistemas eólicos   | FOMIX, Fondos estatales         |
|                                       | Síntesis, diseño e implantación de controladores para la operación confiable y eficiente de los sistemas eólicos |  | Síntesis, diseño e implantación de controladores que permite el control de la correcta orientación de las palas del rotor  | FOMIX, Fondos estatales         |
|                                       | Análisis de la curva de coeficiente de potencia para turbinas eólicas  |  | Desarrollo de una ecuación que satisfaga la máxima potencia que se puede obtener de una turbina de un aerogenerador  | FOMIX, Fondos estatales         |

|  |  |  |   |                                 |
|--|--|--|---|---------------------------------|
|  | Estudio y análisis de las implicaciones ambientales de la instalación de sistemas eólicos.   |  | Desarrollo de un estudio que identifique los distintos impactos ambientales que pueden generarse de la instalación de sistemas eólicos        | FOMIX, Fondos estatales, SEDUMA |
|  | Diseño y control de un convertidor estático de potencia para aplicaciones de Energía         |  | Prototipo de un convertidor estático de potencia que permita transformar la energía que proviene de un generador eólico en energía utilizable | FOMIX, Fondos estatales         |
|  | Investigación y desarrollo para materiales eficientes para la fabricación de paneles solares |  | Investigación y desarrollo de materiales más eficientes en el aprovechamiento de la energía solar   | FOMIX, Fondos estatales         |
|  | Síntesis, caracterización y estudio de nanotubos de carbono y aplicación en celdas solares   |  | Desarrollo de síntesis de materiales nano-estructurados como alternativa a complejos procesos de fabricación de paneles                       | FOMIX, Fondos estatales         |

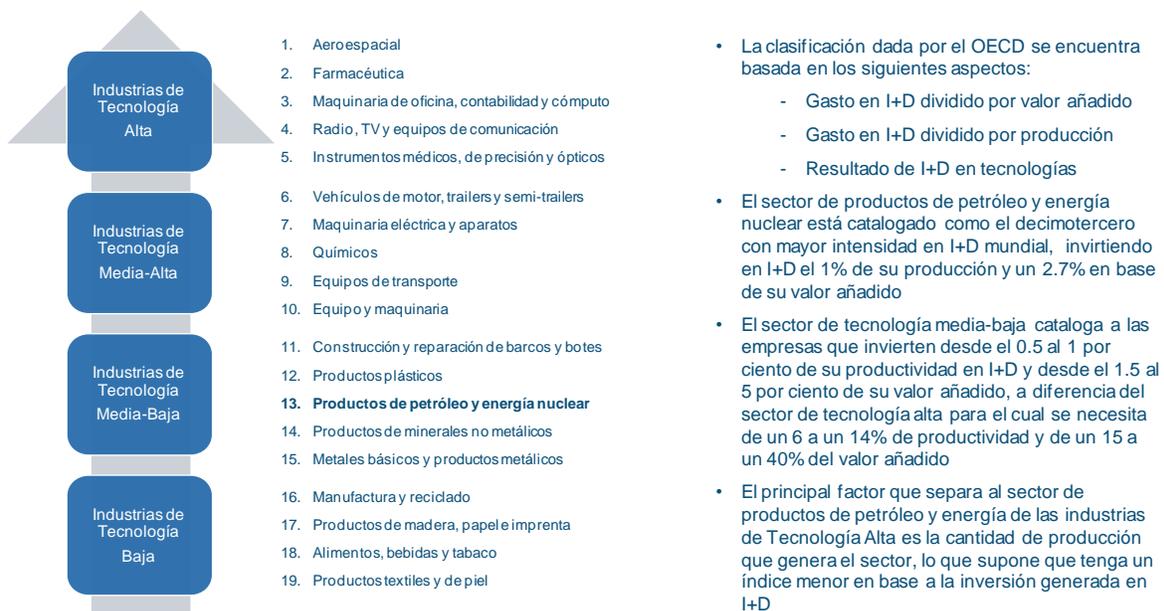
## 7 APÉNDICE: ESTUDIO DE TENDENCIAS INTERNACIONALES

### 7.1 Papel de la innovación en el área

El papel de la innovación en el área 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 Organización para la Cooperación para el Desarrollo Económico (OCDE) en intensidad de I+D, la cual se muestra en la siguiente ilustración, el sector de energía está identificado como una industria de tecnología media-baja, lo que obliga a sus empresas a un relativo esfuerzo para incorporar de forma permanente las nuevas tecnologías y los nuevos desarrollos para ser competitivas a nivel nacional e internacional.

*Ilustración 11: Clasificación de industrias basadas en intensidad de I+D*



Fuente: OCDE

#### 7.1.1 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 12 y la Ilustración 13, de las tendencias tecnológicas sirven de manera orientativa para definir las prioridades tecnológicas en las mesas sectoriales.

### Ilustración 12: Objetivos globales de las tendencias tecnológicas para el sector petrolero



Fuente: Elaboración Indra Business Consulting a partir de Kingdom of Saudi Arabia, Ministry of Economy and Planning and King Abdulaziz City for Science and Technology Industry (2013): Strategic Priorities for Oil and Gas Technology Program y Chatham House (2012): What Next for the Oil and Gas Industry

### Ilustración 13: Objetivos globales de las tendencias tecnológicas para las energías renovables



Fuente: Elaboración Indra Business Consulting a partir de Agencia Internacional de la Energía (2014): Energy Technology Roadmaps

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 área se recogen en la ilustración 14.

*Ilustración 14: Líneas tecnológicas relevantes en el área*

| Objetivo   | Líneas Tecnológicas   |
|--|---|
|  <p>Exploración de gas y petróleo</p>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejorar el modelaje y simulación de reservas</li> <li>- Resolver problemas sísmicos</li> <li>- Mejorar imagen sísmica</li> <li>- Desarrollar métodos no convencionales de exploración</li> </ul>   |
|  <p>Perforación y producción</p>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollar sistemas eficientes de perforación</li> <li>- Sistemas de monitoreo de perforación</li> <li>- Mejorar la perforación en aguas profundas y en formaciones viejas y duras</li> <li>- Recuperación mejorada de petróleo (RMP)</li> <li>- Diseño de tecnología para desarrollos en agua profunda</li> <li>- Desarrollar tecnologías de producción y conversión de gas y carbón en combustibles limpios</li> <li>- Tecnologías de Fracturación</li> <li>- Mejora de las propiedades del crudo pesado</li> </ul> |
|  <p>Ambiente</p>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Producción libre de contaminantes</li> <li>- Mejorar métodos de monitoreo y emisión de pozos</li> <li>- Mejorar la captura y secuestro de dióxido de carbono</li> <li>- Tratamiento de residuos</li> <li>- Transformación de desperdicios en energía</li> </ul>  |
|  <p>TICs</p>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Big data analytics</li> <li>- Sistemas de respuesta de emergencia</li> <li>- Operaciones remotas</li> </ul>  |
|  <p>Nuevas fuentes de energía renovable</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Biocombustibles obtenidos a partir de biomasa no tradicional como el nopal</li> <li>- Biocombustibles de segunda generación a partir de vegetales no alimenticios y con alta densidad energética</li> <li>- Centrales eléctricas usando la energía geotérmica</li> </ul>   |
|  <p>Nuevos diseños y materiales</p>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Transformación de combustibles tradicionales en combustibles neutros en carbono</li> <li>- Nuevas tecnologías de celdas fotovoltaicas de mejor rendimiento y menor costo</li> <li>- Pinturas fotovoltaicas</li> <li>- Nueva generación de eólicas: con velas, silenciosas o de tamaño reducido</li> </ul>  |

| Objetivo  | Líneas Tecnológicas   |
|---|---|
|  <p data-bbox="370 386 716 449">Generación y distribución de energía inteligente</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Red eléctrica inteligente (Smart grids)</li> <li>- Cogeneración de electricidad</li> <li>- Almacenamiento de energía y electricidad</li> <li>- Reducción de desperdicio de energía</li> <li>- Generación de energía inteligente para adaptar la producción de electricidad con la demanda</li> <li>- Cables superconductores</li> </ul>  |
|  <p data-bbox="370 756 695 819">Reducción de emisiones de carbono</p>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nuevas tecnologías de captura de carbono: captura post-proceso, captura Syngas/Hidrógeno, Oxicombustión y separación inherente</li> <li>- Almacenamiento geológico del carbono</li> <li>- Nuevos usos del carbono: producción de plástico, productos químicos y combustibles a partir de carbono</li> <li>- Infraestructura de transporte del carbono capturado</li> <li>- Aparatos y vehículos inteligentes con bajo consumo energético y recuperación de energía (energía térmica, lumínica...)</li> </ul> |

Fuente: Elaboración Indra Business Consulting

**MÉXICO**  
GOBIERNO DE LA REPÚBLICA



**CONACYT**  
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología