

AGENDA DE INNOVACIÓN DE COAHUILA

DOCUMENTOS DE TRABAJO

4.2 AGENDA DE ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN

MEDIO AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Índice

1.	Introducción a las áreas de especialización seleccionadas por la Agenda.....	6
1.1.	Introducción a criterios de priorización utilizados	6
1.2.	Aplicación de criterios para la selección de áreas de especialización	6
1.3.	Áreas de especialización seleccionadas y gráfico representativo de la agenda	7
2.	Caracterización del área de especialización en el estado y en el contexto nacional....	9
2.1.	Breve descripción del área de especialización	9
2.2.	Distribución del área de especialización en México.....	10
2.2.1.	Relevancia económica, social y política del área de especialización en México	10
2.3.	Posicionamiento del estado en el área de especialización	32
2.4.	Principales tendencias de la innovación en el área de especialización a nivel mundial.....	35
3.	Breve descripción del ecosistema de innovación para el área de especialización	44
3.1.	Mapa de los agentes del ecosistema de innovación.....	44
3.2.	Principales IES y Centros de Investigación y sus principales líneas de investigación	45
3.2.1.	Instituciones de Educación Superior	46
3.3.	Detalle de empresas RENIECYT del área de especialización	48
3.4.	Evolución de apoyos en el área de especialización.....	50
4.	Análisis FODA del Área de especialización	53
4.1.	Fortalezas.....	53
4.2.	Oportunidades.....	54
4.3.	Debilidades	54
4.4.	Amenazas.....	55
5.	Marco estratégico y objetivos del Área de Especialización	56
6.	Nichos de especialización	59
6.1.	Manejo Integral del Agua	59
7.	Caracterización de proyectos estratégicos y plan de proyectos	61

7.1. Descripción de Proyectos	61
7.1.1. Proyecto: Programa para el desarrollo de tecnologías para la reducción del impacto ambiental de la industria de hidrocarburos no convencionales.....	61
7.2. Proyectos relevantes complementarios.....	65
7.2.1. Proyecto: Desarrollo de tecnologías integrales para el uso eficiente de los recursos agua y suelo en los sistemas de producción agrícola.	65
7.2.2. Proyecto: Red de investigación sobre tratamiento de aguas residuales y manejo de residuos sólidos peligrosos.....	67
7.3. Matriz de proyectos.....	68
7.4. Propuestas para fortalecer el sistema estatal de innovación en el área Medio Ambiente y Sustentabilidad	69
8. Referencias	71
9. Apéndices	74
Apéndice A: Esquema de ecosistema de innovación del área Medio Ambiente y Sustentabilidad en México	74
Apéndice B: IES y CI a nivel nacional relacionadas con el área Medio Ambiente y Sustentabilidad en México	75
Apéndice C: Entidades gubernamentales federales y estatales de apoyo al área Medio Ambiente y Sustentabilidad	77

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Áreas y Nichos de Especialización para la Agenda Estatal de Innovación Coahuila	8
Ilustración 2. Dimensiones del desarrollo sustentable	10
Ilustración 3. Diversidad de especies de hongos, de plantas y de animales en México y el mundo.....	13
Ilustración 4. Mapa de las Áreas Naturales Protegidas de México	15
Ilustración 5. Acuíferos con disponibilidad y déficit, 2012.....	19
Ilustración 6. Crecimiento económico y poblacional, emisión de contaminantes, pérdida de bosques y selvas en México, 1990-2010.	23
Ilustración 7. Monitoreo de la calidad del aire y situación de los Proaires en México, 2013	25
Ilustración 8. Disposición final de residuos sólidos urbanos en México, 2010	26
Ilustración 9. Situación de los sitios contaminados con residuos peligrosos registrados en México, 2013	27
Ilustración 10. Erosión hídrica potencial de suelos según nivel.....	28
Ilustración 11. Tipo de degradación del suelo en diferentes usos del suelo y vegetación en México	30
Ilustración 12. Principales causas de degradación del suelo en México.....	30
Ilustración 13. Características tecnológicas sostenibles	40
Ilustración 14. Ecosistema de Innovación del Sector Medio Ambiente y Sustentabilidad ..	44
Ilustración 15. Investigadores SNI por área académica (% , enero - 2014).	46
Ilustración 16. Esquema de la metodología de trabajo para integrar la Agenda Sectorial.	57
Ilustración 17. Mapa de ruta del proyecto: Programa para el desarrollo de tecnologías para la reducción del impacto ambiental de la industria de hidrocarburos no convencionales.	64
Ilustración 18. Ecosistema de Innovación de Medio Ambiente y Sustentabilidad en México.	74

Índice de Tablas

Tabla 1. Impactos significativos del cambio climático en México.....	24
Tabla 2. Mercado ambiental e industrias en México	31
Tabla 3. Instituciones educativas y áreas afines al sector ambiental y sustentabilidad	46
Tabla 4. Empresas con registro RENIECYT en el área Medio Ambiente y Sustentabilidad en Coahuila	48
Tabla 5. Empresas relevantes en el área Medio Ambiente y Sustentabilidad en Coahuila.	49
Tabla 6. Identificación de los problemas y propuestas de innovación en el área de Medio Ambiente y Sustentabilidad	57
Tabla 7. Justificación y objetivos tecnológicos de los Nichos de especialización en Medio Ambiente y Sustentabilidad de Coahuila.	59
Tabla 8. Matriz de proyectos del Área de Especialización en Medio Ambiente y Sustentabilidad de Coahuila	68
Tabla 9. IES y CI relacionados con el área de Medio Ambiente y sustentabilidad en México.	75
Tabla 10. Relación de instituciones de gobierno a nivel federal relacionadas con el sector Medio Ambiente.....	77
Tabla 11. Relación de instituciones de gobierno a nivel estatal relacionadas con el sector Medio Ambiente.....	78

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

1.1. Introducción a criterios de priorización utilizados

La Agenda de Innovación de Medio Ambiente y Sustentabilidad de Coahuila tiene por objetivo identificar las principales áreas estratégicas en materia de innovación para ser desarrolladas en los próximos años. De acuerdo con el gobierno estatal, uno de los sectores importantes que requiere ser impulsado es el del medio ambiente, dada la importancia que tiene la sustentabilidad de los recursos naturales para los sectores económicos y la población del estado y de la región.

La Agenda de Innovación propone diversas líneas de innovación para impulsar los nichos identificados y fortalecer esta área de especialización, apoyada en los recursos y capacidades de la entidad.

El medio ambiente y sustentabilidad se seleccionó como área de especialización por consenso de los representantes de los sectores académico, empresarial y gobierno, que conforman el Consejo Consultivo del Estado, a partir de un diagnóstico elaborado sobre el tema en el que se consideraron prioritarios en función de criterios socioeconómicos, científico-tecnológicos, ambientales y de mercado.

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

La selección de las áreas de especialización (sectores económicos priorizados), se realizó con base en la identificación de los problemas y oportunidades para generar competencias en el estado. Una vez hecho esto, se implementó un conjunto de

actividades de consulta para precisar plataformas tecnológicas en nichos definidos que permitan solucionar los problemas del área de especialización y aprovechar las oportunidades reconocidas por los actores de la triple hélice.

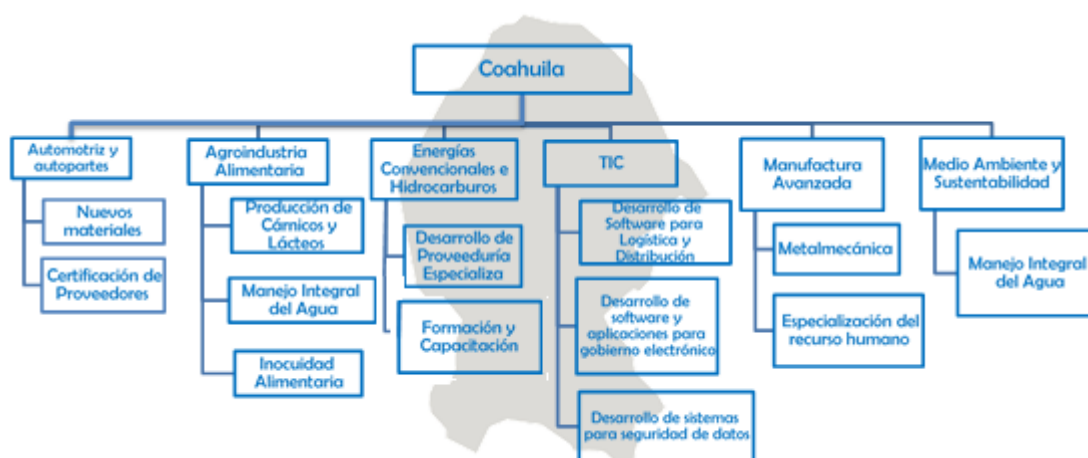
Para seleccionar las áreas prioritarias se utilizaron criterios basados en indicadores económicos, sociales, tecnológicos, ambientales, de competencia y de mercado. La participación del Comité de Gestión, así como del Consejo Consultivo, en la selección de las áreas fue muy importante, sobre todo al proponer algunos rubros que no son considerados prioritarios por su peso económico relativo, pero que por su trascendencia en la política de desarrollo del estado se les considera relevantes, como es el caso de esta agenda.

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

A través de la Agenda Estatal de Innovación, con cada uno de los sectores se busca hacer recomendaciones de política en materia de innovación y desarrollo tecnológico que ayuden a cerrar las brechas de desventajas en cada uno de los sectores. Así como promover un crecimiento inteligente, basado en el conocimiento y la innovación, un crecimiento sustentable, promoviendo una economía verde, eficiente y competitiva y un crecimiento incluyente, fomentando un alto nivel de empleo y logrando una cohesión económica, social y territorial.

Las áreas y nichos de especialización seleccionados por el Comité de Gestión y el Grupo Consultivo del estado de Coahuila para el desarrollo de la Agenda Estatal de Innovación se muestran en la Ilustración 1.

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



Fuente: Cambiotec, 2014

Cada una de áreas incluye recomendaciones de política en materia de innovación y desarrollo tecnológico, que permitan aprovechar las oportunidades de crecimiento, desarrollo y competencia para la entidad. Uno de los objetivos es impulsar el crecimiento inteligente con base en conocimiento e innovación, aprovechando los recursos del estado, para crear las condiciones que articulen el avance tecnológico con el bienestar económico, social, ambiental y territorial.

Esta área tiene como objetivo “incluir al medio ambiente como uno de los elementos de competitividad y desarrollo económico y social”¹, empleando estrategias de impulso para el desarrollo de algunos nichos y proyectos, estableciendo mayor vinculación con la triple hélice.

¹ <http://www.promexico.gob.mx/development-sustainable/medio-ambiente-y-desarrollo-sustainable-son-los-objetivos-principales-de-green-solutions.html>

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

2.1. Breve descripción del área de especialización

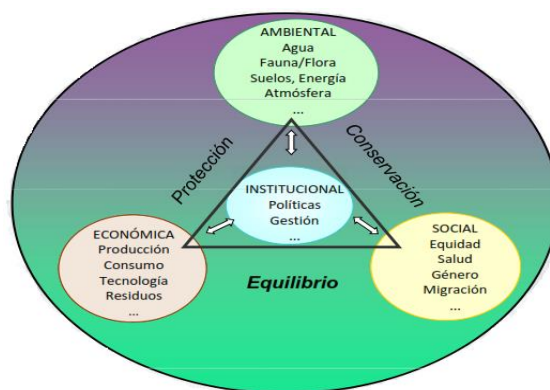
Para la ONU, el tema del medio ambiente es parte integral del desarrollo económico y social de los países, mismos que serían difíciles de alcanzar sin la protección de los diversos ecosistemas del medio ambiente. (CINU, 2014).

El medio ambiente se entiende como un sistema formado por elementos naturales y artificiales relacionados, que son modificados por el hombre, es decir, se compone de factores físicos (geografía, geología, clima, contaminación), biológicos (agua, fauna, flora, población humana) y socioeconómicos (empleo, urbanización, conflictos sociales).

El concepto de desarrollo sustentable se dio a conocer mundialmente en el informe *Nuestro Futuro Común*, conocido como el *Informe Brundtland de 1987*, por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, denominada Comisión Brundtland. Es definido como aquel que “Satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.” (Jardon, 1995).

El término como tal se concibió en tres dimensiones e interrelaciones: económica, social y ambiental, con el principio de que entre ellas debe existir un equilibrio, preservación y protección. En la *Conferencia de la ONU sobre Medio Ambiente y Desarrollo, en Río de Janeiro en 1992*, se incluyó una cuarta dimensión: *la institucional*, como el centro articulador de la sustentabilidad con las demás dimensiones. (Romo, 2010). Véase Ilustración 2.

Ilustración 2. Dimensiones del desarrollo sustentable



Fuente: Romo, 2010

En este sentido, el concepto medio ambiente y sustentabilidad “se refiere a la administración eficiente y racional de los recursos naturales, de manera tal, que sea posible mejorar el bienestar de la población actual sin comprometer la calidad de vida de las generaciones futuras” (ProMéxico, 2014).

2.2. Distribución del área de especialización en México

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

En el contexto nacional, el tema de medio ambiente y sustentabilidad pareciera ser contradictorio. No obstante, incluir al medio ambiente como un factor de competitividad y desarrollo económico y social es un reto que tiene el país para lograr un desarrollo sustentable. Sin embargo, la conservación de los recursos naturales y ecosistemas y su compatibilidad con el desarrollo productivo y el crecimiento económico, no es una tarea fácil, al grado de obtener como resultado un progresivo agotamiento de los recursos naturales, degradación ambiental y pobreza.

En el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018, se reconoce que la conservación del capital natural y sus bienes y servicios ambientales son elementos clave para el desarrollo de los países y el bienestar de la población. No obstante, el crecimiento económico de la nación está ligado a la emisión de contaminantes, generación de residuos sólidos, aguas residuales no tratadas y pérdida de bosques y selvas.² México tiene retos importantes para favorecer el crecimiento y desarrollo económico, en paralelo con la protección a los recursos naturales, y así asegurar que sigan otorgando los servicios ambientales en beneficio del ser humano.

El tema de la agenda Medio Ambiente y Sustentabilidad está considerado en el PND de la actual administración, destaca la meta IV. México Próspero, en la que se señalan las estrategias para trabajar por alcanzar un Desarrollo Sustentable en el Medio Ambiente.

La Meta IV. México Próspero, tiene por objetivo y estrategias lo siguiente:

Objetivo 4.4. *Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo.*

Estrategia 4.4.1. *Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad.*

Estrategia 4.4.2. *Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso.*

Estrategia 4.4.3. *Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono.*

Estrategia 4.4.4. *Proteger el patrimonio natural.*

² <http://pnd.gob.mx/>

La Agenda Medio Ambiente y Sustentabilidad tiene el compromiso de proponer un conjunto de proyectos y acciones, que respondan a la demanda de la población de contar con políticas que generen medidas que favorezcan un crecimiento económico y social, además que sean amigables con el medio ambiente.

En completa alineación con las metas nacionales del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013–2018, la estructura temática del presente documento hace referencia a los temas tratados por el PND, entre los que destacan:

- Biodiversidad, bosques y Áreas Naturales Protegidas (ANP)
- Recursos hídricos: agua
- Calidad del aire
- Suelos
- Cambio climático
- Material de desechos peligrosos

- **Biodiversidad, Bosques y Áreas Naturales Protegidas**

México se considera uno de los cinco lugares en el mundo con mayor diversidad biológica, posee entre el 60 y 70% conocida en el mundo.³ La conservación y el aprovechamiento sustentable de la riqueza biológica nacional, representan una gran responsabilidad para el Estado mexicano, ya que forma parte del grupo de países considerados Megadiversos.⁴

“La diversidad biológica, sinónimo extendido de biodiversidad, se define en el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), como “la variabilidad de organismos vivos, incluidos los ecosistemas terrestres y marinos y los complejos ecológicos de los que forman parte; incluyendo

³ “La biodiversidad o diversidad biológica es la variedad de la vida. Este reciente concepto incluye varios niveles de la organización biológica. Abarca a la diversidad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que viven en un espacio determinado, a su variabilidad genética, a los ecosistemas de los cuales forman parte estas especies y a los paisajes o regiones en donde se ubican los ecosistemas. También incluye los procesos ecológicos y evolutivos que se dan a nivel de genes, especies, ecosistemas y paisajes.”

⁴ Existen algunos autores que señalan que el grupo de países megadiversos se compone de 12; México, Colombia, Perú, Brasil, Madagascar, China, India, Malasia, Indonesia y Austria. Algunos otros autores también mencionan a Papúa Nueva Guinea, Sudáfrica, Estados Unidos, Filipinas y Venezuela, sumando 17 países.

también la diversidad dentro de cada especie y de los ecosistemas” (INEGI, 2011). Las características de los países megadiversos como México son: posición geográfica, diversidad de paisajes, aislamiento, dimensiones e historia evolutiva.

De acuerdo al estudio del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) sobre el Día Internacional de la Diversidad Biológica, el país se posiciona en el segundo lugar a nivel mundial en riqueza de reptiles (804), tercero en mamíferos (535), quinto en anfibios (361) y plantas vasculares (25 008) y octavo en aves (1096).

Algunas estimaciones señalan que en el país existen más de 200 000 especies, mientras que en el mundo se estiman entre 3, y más de diez millones. Véase ilustración 3.

Ilustración 3. Diversidad de especies de hongos, de plantas y de animales en México y el mundo



Fuente: INEGI, 2011

México participa en diversos convenios internacionales de diversidad biológica desde la década de 1990, con el propósito de mantener y proteger la diversidad biológica del planeta. De acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, se señala que existen 2606 especies en riesgo, entre las que destacan el jaguar, el águila real, el quetzal y la vaquita marina. En plantas, son las cactáceas, orquídeas, palmas y agaves las

especies que mayor riesgo tienen. Por otra parte, entre los grupos de especies con mayor riesgo se encuentran: los reptiles (54%), las aves (33.5%), mamíferos (45.2%), anfibios (53.7%) y peces (7.5%). (PROMARNAT, 2013).

En cuanto a los bosques, estos incluyen a más de dos tercios de las especies terrestres del planeta. La biodiversidad forestal representa a más de 5000 productos comerciales, que van desde hierbas medicinales hasta alimentos y ropa (INEGI, 2011).

Según la OCDE (2013), México es el único país integrante de este organismo que pierde bosques y selvas de manera alarmante. De 2005 a 2010, en el país desaparecieron más de 155 000 hectáreas de vegetación al año. Esta situación ha provocado serios efectos sobre la biodiversidad, pérdida de aprovechamiento de los recursos y servicios ambientales, así como de beneficios económicos. El agotamiento de los recursos forestales (pérdida de aprovechamiento forestal, deforestación e incendios forestales), representaron pérdidas económicas por más de 15 mil millones de pesos (0.1% del PIB) (PROMARNAT, 2013).

Por su parte, los sistemas naturales también se han perdido para ocuparse en terrenos agropecuarios, zonas urbanas y obras de infraestructura. Para 2011, el 28.7% del territorio nacional perdió sus ecosistemas⁵ naturales, y el 71.3% del territorio restante los mantenía con distintos grados de conservación.

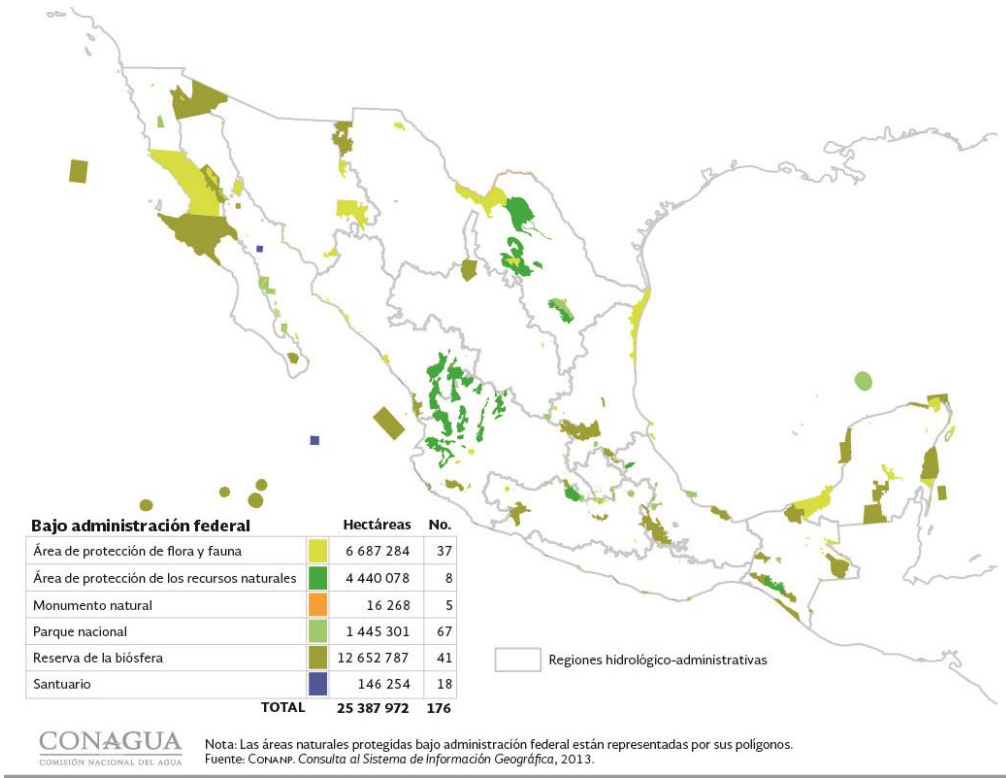
El instrumento de política ambiental más importante para la protección jurídica para la conservación de la biodiversidad son las Áreas Naturales Protegidas (ANP)⁶, entendidas como “porciones del territorio nacional, terrestres o acuáticas, representativas de los diferentes ecosistemas en donde el ambiente original no ha sido modificado en su esencia por la actividad del hombre y que están sujetas a regímenes especiales de protección,

⁵ El ecosistema es el conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con su ambiente abiótico; mediante procesos como la depredación, el parasitismo, la competencia y la simbiosis, y con su ambiente al desintegrarse y volver a ser parte del ciclo de energía y de nutrientes. Las especies del ecosistema, incluyendo bacterias, hongos, plantas y animales dependen unas de otras. Las relaciones entre las especies y su medio, resultan en el flujo de materia y energía del ecosistema. Véase <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/quees.html>

⁶ Se establecen por decreto presidencial y las actividades que se desarrollan en ellas se determinan por la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, su Reglamento, el Programa de manejo y los programas de ordenamiento ecológico. <http://www.conanp.gob.mx/regionales/>

conservación, restauración y desarrollo”. (CONANP, 2014). Las ANP del territorio nacional existentes en la actualidad se ubican en nueve regiones. (Véase siguiente mapa).

Ilustración 4. Mapa de las Áreas Naturales Protegidas de México



Fuente: CONAGUA, 2013

De acuerdo con esto, existen 176 ANP⁷ de orden federal con más de 25 394 779 ha, es decir, 13% de la superficie del territorio nacional, divididas en nueve regiones del país: Península de Baja California y Pacífico Norte, Noroeste y Alto Golfo de California, Norte y Sierra Madre Occidental, Norte y Sierra Madre Oriental, Occidente y Pacífico Centro, Centro y Eje Neovolcánico, Planicie Costera y Golfo de México, Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur, Península de Yucatán y Caribe mexicano.

⁷ Las áreas naturales protegidas de orden federal se clasifican en las siguientes categorías: 41 Reservas de la Biósfera, 67 Parques Nacionales, 5 Monumentos Naturales, 35 Áreas de Protección de Flora y Fauna, 8 Áreas de Protección de Recursos Naturales, 18 Santuarios. (INEGI, 2011).

La conservación de zonas boscosas, marinas y su biodiversidad, así como el crecimiento de la superficie de las ANP, pese a los esfuerzos realizados por los tres órdenes de gobierno, no han sido suficientes. Según cifras de la Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible (ILAC) (2014), la superficie boscosa en 1993 cubría el 35.3% del territorio, y para 2011 disminuyó a 33.8%. Asimismo, en la década 1990-2000, la tasa de deforestación fue de 354 000 hectáreas por año, en tanto, entre 2005-2010 se redujo a 155 000 ha anuales. Aun cuando existe una reducción en la tasa, las pérdidas siguen siendo alarmantes para el ecosistema.

Los ecosistemas terrestres y marinos en las ANP federales han presentado importantes avances, entre 1990 y 2012 la superficie casi se duplicó de 7.1 a 13% del territorio (ILAC, 2014). El crecimiento de las ANP, así como del Programa de Pago por Servicios Ambientales, y de los programas orientados al uso de la vida silvestre son básicos para conservar los recursos naturales.

Adicionales a las ANP, existen las Áreas Naturales Certificadas, las cuales son predios destinados a la conservación, donde se faculta a los propietarios a establecer, administrar y manejar sus propias ANP, la certificación es expedida por la SEMARNAT. Actualmente existen poco más de 216 certificados que cubren 257 mil hectáreas⁸ (INEGI, 2011).

- **Recursos hídricos: agua**

En la agenda ambiental de México, el tema del agua ocupa una posición prioritaria. Uno de los desafíos más importantes que tiene la administración actual es mejorar el uso, la eficiencia y el suministro del agua, así como mejorar la gestión de cuencas, acuíferos, ambientes marinos y costeros.

⁸ Las Áreas Naturales Certificadas cubren poco más de: “27 mil has. de selva alta; 18 mil de selva alta/bosque mesófilo, 20 mil 100 de bosque mesófilo/bosque mixto, 8 mil de selvas mediana y baja caducifolias, 17 mil de selva baja/matorral xerófilo, 72 mil de matorral xerófilo/pradera, etcétera. En algunas de estas áreas se protegen especies tan importantes como el águila real, el quetzal, el jaguar, el tapir, la guacamaya verde, el perrito de las praderas, el berrendo y todos los tucanes, entre otras”. (INEGI, 2011: 11).

El agua⁹ es un recurso muy importante dado que se utiliza para toda tipo de actividad. En México, el 77% del agua se utiliza para la agricultura, 14% para abastecimiento público, 5% en las termoeléctricas y 4% en la industria.¹⁰

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (1996) señala que el agua dulce es indispensable para la vida, se estima que la cantidad disponible es escasa y su distribución desigual. El agua se considera uno de los insumos de mayor uso, predomina en actividades como la agricultura, la industria y el uso doméstico. También se usa para generar energía eléctrica, y como medio para el transporte, comunicación y esparcimiento.

Con el incremento poblacional también creció la demanda de agua. En 1970 en México la disponibilidad de agua fue de 10 mil m³, en 2005 fue de 4573 m³ y para 2010 descendió a 4230 m³ anuales por persona. Según estimaciones de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y el Consejo Nacional de Población (CONAPO), para el año 2030, la disponibilidad media de agua por habitante se reducirá a 3705 m³/año (CEDRSSA, 2007).

México posee alrededor del 0.1% del total de agua dulce disponible en el planeta; esto hace que el agua sea considerado, además de recuso vital, un factor estratégico para el desarrollo del país (CVIA, 2013).

En la clasificación mundial sobre medición pluvial, México está registrado como nación de baja disponibilidad de agua. En el país llueve cerca de 1511 kilómetros cúbicos por año, donde el 72% (1,084 km³) de esa lluvia en lugar de captarse se evapora. El 67% de la lluvia en el país ocurre en los meses de junio a septiembre (CVIA, 2013).

⁹ El agua es la sustancia más abundante del planeta, se encuentra en estado líquido (agua), sólido (hielo) o gaseoso (vapor). Es inodora, incolora e insabora. Su composición química consta de dos átomos de hidrogeno y uno de oxígeno (H₂O). El agua es un recurso natural no renovable indispensable para la existencia de todo ser vivo. Puede considerarse renovable cuando se controla su uso, tratamiento, liberación y circulación. La mayor reserva de agua se localiza en océanos y mares, que cuentan con el 97.5% del agua existente en el mundo, es agua salada que sirve para dar vida a flora y fauna marina. El 2.5% es agua dulce, de la cual, sólo 0.3% se localiza en lagos y ríos; y el resto no está disponible, ya que se mantiene helada en casquetes polares y glaciales, y en depósitos subterráneos. (FAO,1996).

¹⁰ <http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/agua/usos.aspx?tema=T>

En este marco, la disponibilidad de agua en el país tiene importantes diferencias, la región noroeste y centro abarcan las dos terceras partes del territorio, considerada como árida y semiárida, tiene precipitaciones anuales de casi 500 milímetros, a diferencia del sureste, caracterizado por su humedad con precipitaciones anuales de más de 2000 milímetros. (Conagua, 2013). Curiosamente, la población de esta región es la que más carece de abastecimiento de agua potable, pues no cuentan con la infraestructura necesaria en sus viviendas. Según cifras del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), los estados del sur son los que presentan mayor rezago social.

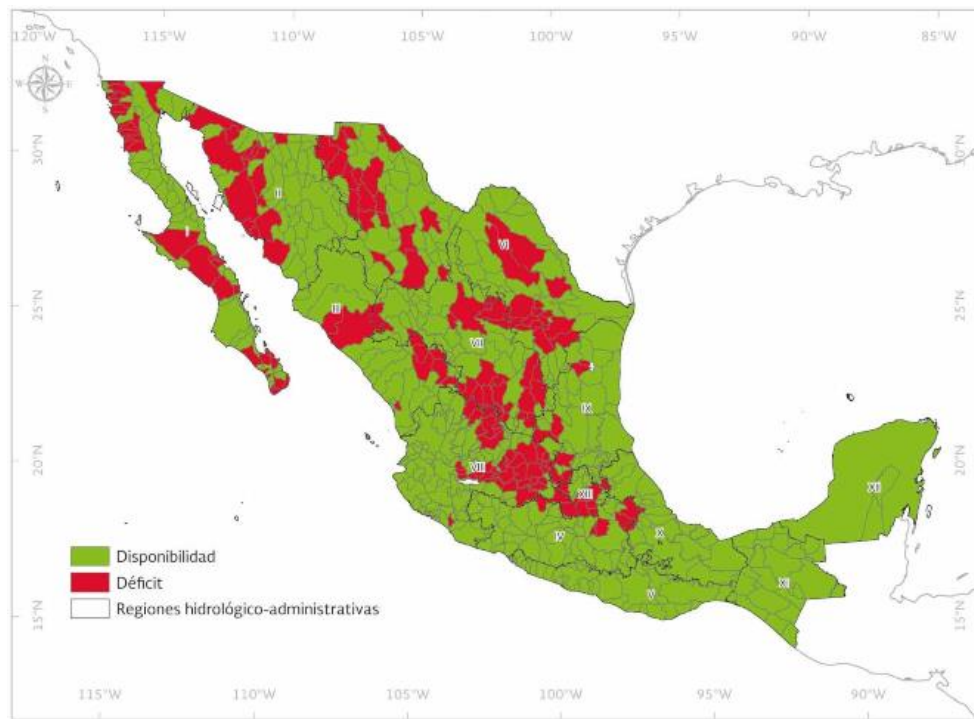
El agua para el consumo y actividades del ser humano se extrae de los ríos y lagos en un 63%. Los ríos Grijalva-Usumacinta, Papaloapan, Coatzacoalcos, Balsas, Pánuco, Santiago y Tonalá suman en conjunto 87% del agua superficial del país. Por su parte, los lagos de Chapala y el Cuitzeo¹¹ son considerados los más importantes a nivel nacional.

El agua también se extrae de acuíferos, el país cuenta con 653 cuerpos de agua, de los cuales 106 están sobreexplotados, debido a esto, se estima que cada año esta reserva de agua se reduce 6 km³. De acuerdo con información del INEGI¹², la sobreexplotación de acuíferos ha crecido de forma preocupante, de 32 acuíferos en 1975, pasaron a 80 en 1985 y a 106 para 2012. El 54.72% del agua subterránea para todos los usos se extrae de estos acuíferos. Ver siguiente mapa (CONAGUA, 2013).

¹¹ El lago Chapala tiene una cuenca de 1,116 km² y el Cuitzeo de 306 km².

¹² <http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/agua/sobreexplota.aspx?tema=T>

Ilustración 5. Acuíferos con disponibilidad y déficit, 2012



Fuente: CONAGUA, 2013

El Gobierno Federal, con el propósito de revertir la sobreexplotación de los acuíferos y cuencas del país, ha emitido vedas y diversos mecanismos para restringir la extracción de agua subterránea en distintas zonas del territorio; para finales de 2012 se tenían registradas 146 zonas de veda. También se establecieron vedas para aguas superficiales.

Los humedales representan otro medio de suministro de agua. Su conservación y manejo sustentable podría asegurar el capital natural y los servicios ambientales que prestan, como el almacenamiento de agua, la conservación de los acuíferos, la purificación del agua a través de la retención de nutrientes, sedimentos y contaminantes, la protección contra tormentas, la mitigación de inundaciones, la estabilización de los litorales y el control de la erosión. Estos ecosistemas han padecido procesos de transformación con distintos fines; la falta de conocimiento y manejo inadecuado representan algunos de los problemas que afectan su conservación en el país. (CONAGUA, 2013).

Por otra parte, México tiene más de 5163 presas, de estas sólo 667 se consideran grandes por su capacidad de almacenamiento. Esta capacidad es de aproximadamente 150 mil millones de m³. Son 172 presas las que representan el 80% de almacenamiento del país; para el 2012, se almacenaron 72 mil millones de m³. Este volumen estuvo en función de la precipitación y escurrimiento de las diversas regiones de México (CONAGUA, 2013).

Las presas tienen la función principal de generar energía, pero también se usan para actividades agrícolas en el norte del país, aunque en menor medida. Las presas más importantes en cuanto a capacidad son: Dr. Belisario Domínguez, la Infiernillo y la Nezahualcóyotl, con una capacidad de 12 762; 12 500 y 10 596 hectómetros cúbicos¹³ (hm³) respectivamente.

A nivel nacional se han identificado graves problemas relacionados con el tema del agua: el inadecuado manejo de los recursos hídricos ha provocado la escasez del recurso, la falta de agua potable, propagación de enfermedades, contaminación, desabasto, sobreexplotación y agotamiento de mantos acuíferos y la falta de una cultura para su conservación. Asimismo, la población de escasos recursos resulta ser quien paga más por agua potable, lo que reproduce el círculo vicioso de pobreza. (PND, 2013).

La presión de los recursos hídricos tiene distintas particularidades según las diversas regiones del territorio nacional. La zona norte del país tiene una presión de entre 40.6 y 88.6% (clasificados como fuerte y muy fuerte), mientras en el sureste y la Península de Yucatán apenas llegan a 10%. En tanto que el Valle de México alcanzó un nivel de presión de 133% en 2010.

Mejorar la eficiencia en el uso del agua es un tema elemental para disminuir la presión sobre las fuentes de abasto; sin embargo, la eficiencia en el uso de agua en las actividades agrícolas e industriales no ha mejorado, y en el sector doméstico el consumo per cápita tiene una tendencia creciente.

¹³ Unidad de medida que corresponde con el volumen de un cubo de cien metros (un hectómetro) de lado

De acuerdo con información del INEGI, la sobreexplotación de acuíferos ha crecido: de 32 acuíferos, en 1975, pasaron a 80 en 1985, y a 105 para el año 2010. En cuanto al tema de la contaminación del agua, ésta se presenta en mayor medida en el Valle de México, el Sistema Cutzamala y la península de Baja California. El agua se contamina básicamente por desechos industriales, peligrosos, sólidos y/o domésticos. En este sentido, uno de los principales problemas generados por la contaminación del agua fueron las infecciones intestinales entre la población, en 2010 estas afectaciones representaron la tercera causa de muerte en niños menores de un año, con 1277 fallecimientos. Asimismo, la falta de una cultura para la conservación del agua y de sanciones a quienes contaminan este recurso, ha hecho que se agrave tal situación.

En este sentido, el tratamiento de aguas residuales en el país también ha sido insuficiente. En 2011 se trató el 41.3% de las aguas municipales del país, mientras que el 59% restante se vertió sin tratamiento en las presas, ríos, lagos y mares nacionales, perjudicando la calidad del agua y, con ello, las actividades económicas y el entorno social, así como la salud de la población.

El acceso a servicios de saneamiento mejorados que influye sensiblemente en la salud de la población, conserva una importante brecha entre las zonas rurales y urbanas del país. En 2010 alcanzó una cobertura de 64 y 95 por ciento respectivamente. Asimismo, existe una fuerte diferencia entre los estados, el Distrito Federal es el que tiene el mayor acceso (98%), mientras que Oaxaca tiene 67%.

En cuanto a producción pesquera, México se encuentra entre los veinte países más importantes en esta actividad. Durante el periodo 1991 - 2011, la producción promedio fue de 1.27 millones de toneladas (sin promediar la captura continental). No obstante, la presión que ejerce en sus recursos marinos y cuerpos de agua dulce es preocupante. Al respecto, las pesquerías del Golfo de México, Mar Caribe y del Pacífico se encontraban en 19 y 27% deterioradas en 2004; 67 y 51% en condiciones de aprovechamiento máximo sostenible, y únicamente el 15 y 16% tenían potencial de desarrollo.

Ante este panorama, para esta agenda es importante proponer, en congruencia con el PND 2013-2018, los siguientes puntos:

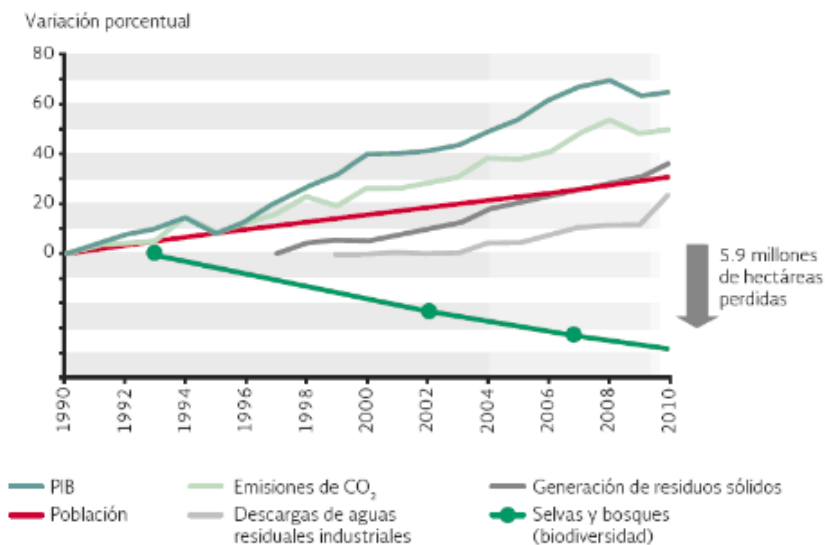
- El cuidado de los acuíferos y cuencas hidrológicas para asegurar el abastecimiento de agua a la población del país.
- Brindar eficientemente el servicio a los sectores económicos que dependen del vital líquido para optimizar su producción.
- Fortalecer las políticas que permitan generar una cultura de protección del agua.
- Fomentar la innovación tecnológica para disminuir la emisión de contaminantes diversos.
- Y crear una cultura del ahorro de agua para un mejor aprovechamiento.

En este marco, es evidente implementar una política de manejo, uso y aprovechamiento del recurso agua, debido a que su comportamiento influye en todos los sectores económicos y de la población.

- **Calidad del aire**

En México, el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) ha crecido a la par con las emisiones de bióxido de carbono (CO₂) (principal gas causante del efecto invernadero), la generación de residuos de distintos tipos, la descarga de aguas residuales y la reducción de bosques y selvas. (Véase Ilustración 6).

Ilustración 6. Crecimiento económico y poblacional, emisión de contaminantes, pérdida de bosques y selvas en México, 1990-2010.



Fuente: PROMARNAT, 2013

De acuerdo con el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT), México no ha tenido la capacidad de deslindar el PIB de la emisión de contaminantes. No obstante los esfuerzos en la materia sólo lograron reducir de finales de la década de 1980 del 0.53 a 0.45 kg de CO₂ por dólar en 2011; con esto el país se posicionó en el lugar número 27 dentro de los países de la OCDE y en el lugar 65 a nivel mundial.

En 2010, la emisión total de CO₂ fue de casi 748 millones de toneladas, es decir 33.4% mayor que la de 1990; esto equivale al 1.4% de la emisión total global, poniendo a México entre los primeros quince países por el nivel de emisión de contaminantes.

De acuerdo con datos de INEGI, el costo total del agotamiento y la degradación ambiental (CTADA) representó 6.5% del PIB en 2011.

Según proyecciones del documento Estrategia Nacional de Cambio Climático (2013), de continuar así, se calcula que para 2020 las emisiones alcanzarán las 960 millones de toneladas (28% mayores a 2010).

El cambio climático (efecto de las emisiones de contaminantes) tiene como resultado trastornos ambientales en el país, entre los que se encuentran: el aumento de la temperatura media anual de 0.6°C en promedio entre 1971 y 2008; elevación del nivel medio del mar de entre 1.8 y 9.2 mm en algunas ciudades costeras del Golfo de México, entre los años 1950 y 2000, y graves sequías en los últimos años.

Tabla 1. Impactos significativos del cambio climático en México

Agricultura	• Menor productividad, especialmente en un contexto de menor disponibilidad de agua, aunque los aumentos de CO₂ y las temperaturas pueden aumentar la productividad de algunos cultivos en ciertas ubicaciones y tipos de suelo.
Biodiversidad	• Cambio en la ubicación de los ecosistemas y las especies, con la posible pérdida de especies y hábitats. • Aumento de incendios forestales, con un impacto negativo sobre la vegetación y animales.
Salud	• Propagación de enfermedades contagiosas y plagas, junto con el impacto de olas de calor, especialmente en las ciudades.
Comunidades vulnerables	• Impacto económico en las comunidades que son particularmente vulnerables a la variabilidad del clima –incluyendo pequeños agricultores y comunidades costeras- debido a los costos de adaptación.
Recursos hídricos	• Mayor demanda de agua para riego, ganadería, refrigeración de procesos industriales y consumo humano. • Aumento de la actividad e intensidad de huracanes, afectando la vida de las personas, actividades económicas y el medio ambiente natural en el golfo de México y en la costa del Pacífico.

Fuente: OCDE, 2013

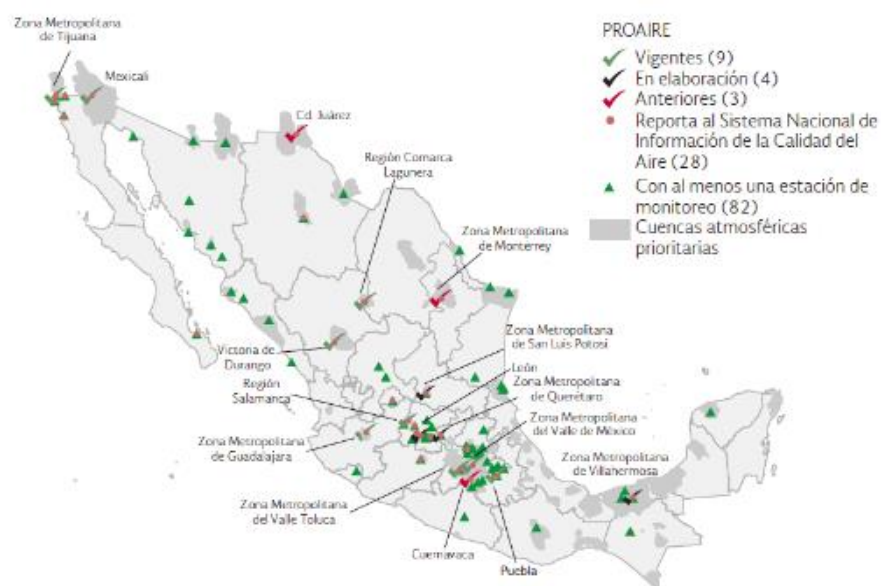
Pese a los esfuerzos realizados en los últimos treinta años para mejorar la calidad del aire en las 67 cuencas atmosféricas prioritarias de México, en ellas viven 72.2 millones de personas expuestas a mala calidad del aire. Alrededor del 80% de los contaminantes atmosféricos generados en el país provienen de los vehículos automotores. El problema no sólo es el incremento de la flota vehicular, sino el crecimiento de los automotores cuya antigüedad rebasa los diez años. Aun cuando la calidad del aire ha mejorado en años recientes en las principales ciudades del país, todavía no es suficiente. Debido a los riesgos que implica para la población la emisión de contaminantes, en el país se ha vuelto

indispensable la medición de la calidad del aire. En 2012, aproximadamente 35 localidades con más de cien mil habitantes no disponían de, al menos, una estación o red de monitoreo para medir la calidad del aire.

De acuerdo con el Environmental Performance Index, México ocupó el lugar 79 de los 132 países evaluados por la calidad del aire en 2011. La contaminación atmosférica implica tener altos costos por degradación ambiental, equivalente al 3.6% del PIB (PROMARNAT, 2013: 14).

En este contexto, el gobierno mexicano ha establecido algunos programas para mejorar la calidad del aire (Proaires) que benefician a 38 millones de personas. (Véase Ilustración 7).

Ilustración 7. Monitoreo de la calidad del aire y situación de los Proaires en México, 2013



Fuente: Centro Mario Molina, 2013

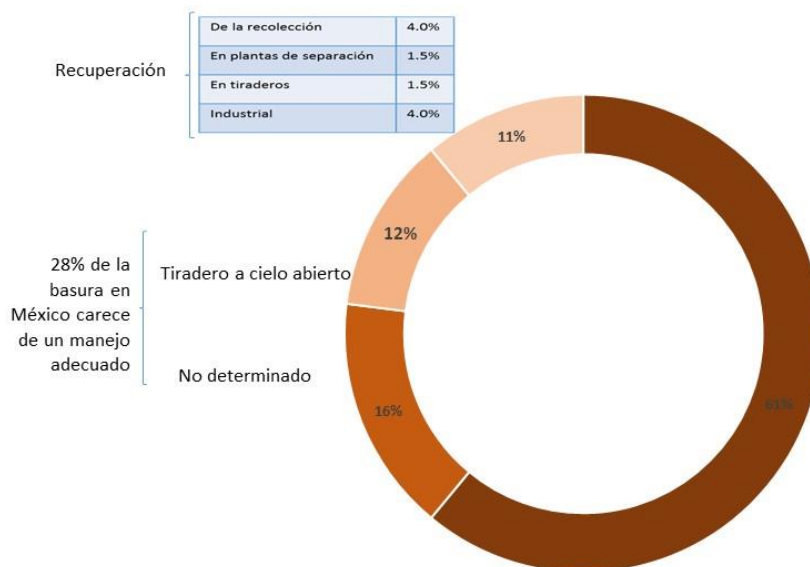
- **Manejo de residuos sólidos**

El costo económico relacionado con la degradación ambiental por el manejo de los residuos fue de 48 148 millones de pesos (0.3% del PIB) en 2011. Para 2012 se generaron diariamente alrededor de 103 mil toneladas de residuos sólidos urbanos (RSU), es decir, 38 millones de toneladas al año.

Aunada a la ineficiencia en la recolección de RSU, el país no cuenta con los suficientes sitios para su disposición. Del total de los RSU para disposición final en 2012, el 61% tuvo como destino los rellenos sanitarios o equivalentes, 16% fue a parar a tiraderos a cielo abierto, 11% se recuperó y 12% se desconoce su paradero.

Los RSU poseen materiales que pueden recobrase y reutilizarse en la producción (plástico, papel, cartón, metal, vidrio, etc.) con efectos en la economía. Sin embargo, en el país se recupera el 11% de los residuos generados (4% por recolección, 1.5% en plantas de separación, 1.5% en tiraderos y 4% de la industria), cuando se estima que puede recuperarse hasta un 28% de los RSU. (Véase ilustración 8).

Ilustración 8. Disposición final de residuos sólidos urbanos en México, 2010



Fuente: SEMARNAT, 2013

Dentro de los residuos también existen los denominados peligrosos (RP), los cuales pueden provocar serios problemas de salud pública y ambiental al no tenerse un control apropiado de ellos. Durante el periodo 2004-2011, los RP generados a nivel nacional se estimaron en 1.92 millones de toneladas. El mayor porcentaje de la capacidad autorizada

en el país para el manejo de RP en esos años correspondió a su tratamiento (48%) y reciclaje (44%). Véase siguiente ilustración.

Ilustración 9. Situación de los sitios contaminados con residuos peligrosos registrados en México, 2013



Fuente: SEMARNAT, 2013

Como se puede observar en el mapa, el Sistema de Sitios Contaminados (SISCO) tiene registrados 582 sitios contaminados, donde Guanajuato, Veracruz y Querétaro son las entidades con mayor número. De éstos, el 55% se crearon por disposición de residuos, 13% por actividades mineras, 11% industriales y 3.4% por extracción de petróleo y sus derivados. En la actualidad el 1.5% de los sitios ha sido remediado, 3.4% está en proceso de remediación y 95% sigue sin atenderse.

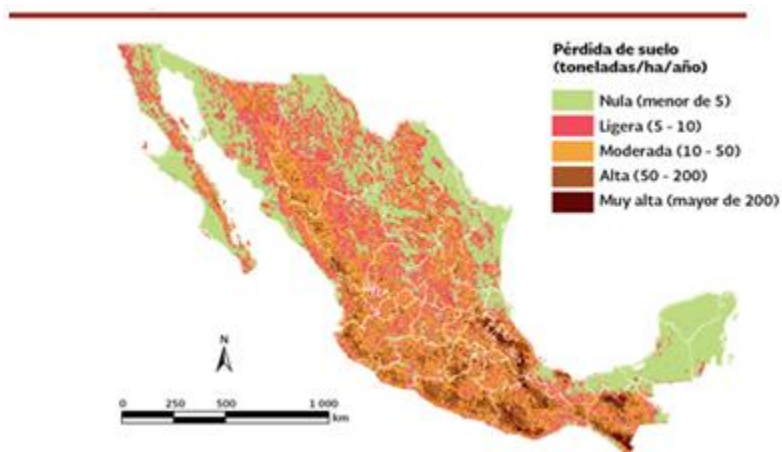
El país tiene un gran reto y responsabilidad por recuperar y reciclar la mayor cantidad de materiales, con el propósito de reducir la necesidad de infraestructura para depositarlos y disminuir la presión sobre la base de los recursos naturales y las secuelas ambientales resultado de su extracción y transformación. Por lo tanto, el valor económico de su aprovechamiento sería sustancial en favor del medio ambiente.

- **Suelo**

El suelo es parte importante de la conformación de los ecosistemas, en él se realizan funciones como ciclos biogeoquímicos y la captura de agua. Su formación puede implicar miles de años, pero la degradación se presenta en periodos de tiempo más cortos. La degradación de los suelos se refiere a “los procesos inducidos por las actividades humanas que provocan la disminución de su productividad biológica o de su biodiversidad, así como de la capacidad actual y/o futura para sostener la vida humana.” (SEMARNAT, 2012).

De acuerdo con el estudio “La Evaluación de la pérdida de suelos por erosión hídrica y eólica en la República Mexicana”, de la SEMARNAT y UACH (2003), el 42% de la superficie nacional corre riesgo por erosión hídrica y 17 estados del país podrían tener afectaciones en más de 50% de su territorio, como Guerrero (79.3%), Puebla (76.6%), Morelos (75.2%), Oaxaca (74.6%) y el Estado de México (73.7%). Las regiones montañosas del país, así como la zona sur en entidades como Chiapas, también presentan riesgo alto y muy alto de pérdida de suelo por erosión hídrica. Véase ilustración 10.

Ilustración 10. Erosión hídrica potencial de suelos según nivel



Fuente: SEMARNAT, 2012

En la actualidad el cambio de uso de suelo se da en menor medida, pero aún representa una amenaza para los ecosistemas nacionales. En 2011, 29% del territorio perdió sus ecosistemas por otros usos de suelo. A su vez, el 44.9% del territorio registraba algún tipo y grado de degradación de sus suelos (ILAC, 2014).

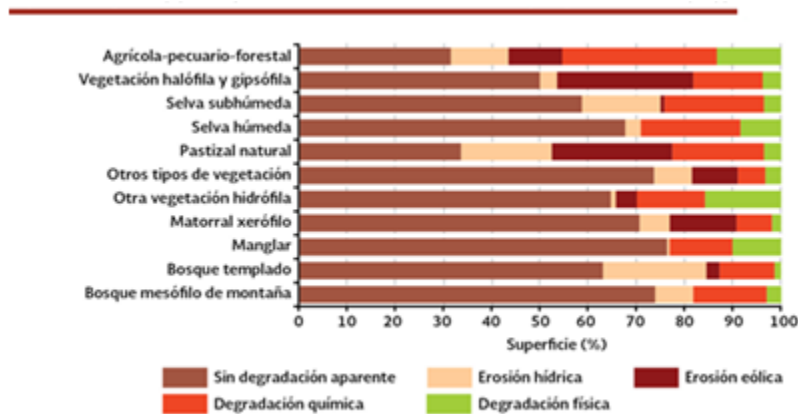
Según datos del SEMARNAT (2008), en el país existen 26 de los 32 grupos de suelo reconocidos por el Sistema Internacional Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. El 52.4% del territorio nacional cuenta con suelos someros y poco desarrollados, lo que hace difícil su aprovechamiento agrícola e incrementa su vulnerabilidad a la erosión. En tanto los suelos con mayor fertilidad abarcan el 29.3% del país. El resto del territorio, aproximadamente 35 millones de hectáreas, consta de un considerable número de relieves, microclimas y tipos de vegetación.

En las últimas décadas, la intensidad del desarrollo agropecuario en México estableció que los suelos con mayor fertilidad, profundidad, alto contenido de nutrimentos y materia orgánica fueran mayormente demandados. Entre 1970 y 2010, el porcentaje de suelos destinados a las actividades agropecuarias pasó de 35.8% (24.1% dedicado a la agricultura y 11.7% a pastizales para ganadería) a 44.4% (29.6% en agricultura y 14.8% a pastizales) (SEMARNAT, 2012).

Este mismo estudio señala que el 89% del país se encontraría en riesgo de ser afectado por la erosión eólica, viéndose perjudicados al 100% estados como Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Durango y Zacatecas. Esto concuerda con el tipo de vegetación y clima en las zonas áridas y semiáridas del país. En tanto, Chiapas y el Distrito Federal con 29.3 y 21.8 por ciento respectivamente, corren riesgo por erosión eólica.

Por su parte, el estudio *Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre*, de la SEMARNAT y CP (2003), menciona el grave problema, no sólo de la degradación hídrica y eólica, también destaca la degradación física y química; la primera se da básicamente por compactación, encostramiento, anegamiento, escasa disponibilidad de agua y pérdida de la función productiva; mientras que la química se da básicamente por el agotamiento de los nutrientes al territorio. Véase Ilustración 11.

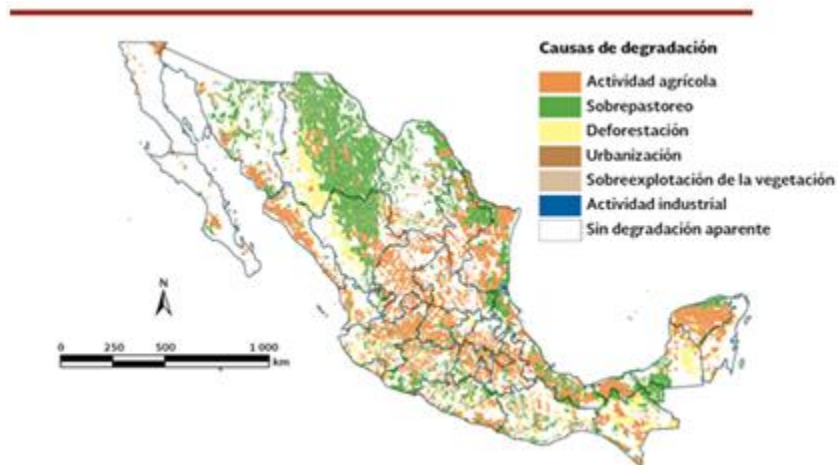
Ilustración 11. Tipo de degradación del suelo en diferentes usos del suelo y vegetación en México



Fuente: SEMARNAT, 2012

En este marco, las causas de la degradación de los suelos en el territorio nacional comprenden actividades de diversa naturaleza: actividades agrícolas y pecuarias 17.5% para cada una, y 7.4% pérdida de la cubierta vegetal. Así como por la urbanización, sobreexplotación de la vegetación y actividades industriales, como se puede apreciar en el siguiente mapa.

Ilustración 12. Principales causas de degradación del suelo en México



Fuente: SEMARNAT, 2012

En resumen, en las últimas dos décadas el incremento de las actividades agropecuarias, así como industriales, han requerido un aumento de los insumos destinados a su producción (recursos naturales, tierra, energía, agua agroquímicos), acompañados de un incremento en la contaminación y mayor presión sobre los ecosistemas y biodiversidad. (SEMARNAT, 2012). Entre las causas relevantes de la degradación de los recursos naturales en el territorio nacional destacan: deforestación por cambio de uso del suelo forestal a agrícola y urbano, deterioro de la salud del bosque originado por un manejo inadecuado que favorece la propagación de plagas y enfermedades, incendios, tala ilegal, contaminación ambiental y pastoreo excesivo.

La presencia de regulaciones y políticas ambientales ha propiciado un fuerte impulso a la demanda y oferta de los servicios ambientales y equipos en México, el hecho de tener un marco normativo brinda certeza en materia de protección y sustentabilidad ambiental. En 2006, el valor de mercado del sector de bienes y servicios ambientales (BSA) se estimó en 5.1 mil millones de dólares (0.6% del PIB), en contraste con el 0.4% en 1995. La presencia de fabricantes extranjeros en el país contribuyó al crecimiento del mercado, pues generalmente tenían normas más estrictas. Las empresas mexicanas sólo representaron el 45% del mercado de BSA en 2006. Aunque posterior a ese año el déficit en este rubro ha crecido. “El sector del agua fue la principal fuente de empleo en el sector de BSA en el año 2009, con 132 484 puestos de trabajo, seguido de la gestión de residuos (38 805 puestos de trabajo), reciclado de materiales (37 752) y la consultoría ambiental y de servicios (7 469)” (SEMARNAT, 2011). (Véase tabla 2).

Tabla 2. Mercado ambiental e industrias en México

	Mercado mexicano (% del total)		Industria Mexicana (% del mercado)	Número de compañías mexicanas	Importaciones (% del mercado)	
	1995	2006	2006	2006	2001	2006
Equipo						
Equipo de agua y químicos	7	10	22	200	80	78
Control de la contaminación del aire	6	4	29	100	75	75
Instrumentos y sistemas de información	1	2	11	30	90	90

Aparatos para la gestión de residuos	4	5	71	300	40	40
Tecnología de proceso y prevención	0	1	80	30	20	20
Servicios						
Gestión de residuos sólidos	16	15	73	1,200	20	20
Gestión de residuos peligrosos	1	2	56	350	40	40
Ingeniería y consultoría	4	4	50	900	50	50
Rehabilitación/servicios industriales	8	7	43	120	60	60
Servicios analíticos	0	1	67	70	40	40
Obras de tratamiento de agua	17	19	34	2,340	33	66
Fuentes						
Servicios de agua	25	20	57	1,360	33	44
Organismos operadores de agua	6	6	21	1,200	70	80
Sistemas de energía limpia y energía	5	5	17	100	80	86
Total	100	100	45	8,300	46	56
Total (% PIB)	0.4	0.6	0.3			

Fuente: SEMARNAT, 2011

2.3. Posicionamiento del estado en el área de especialización

En el estado de Coahuila el 49% del territorio cuenta con un clima seco y semi seco, el 46% es muy seco y el 5% es un clima templado subhúmedo, por ser región montañosa. La entidad se ubica en la zona conocida como Desierto Chihuahuense, por encontrarse tanto en la Sierra Madre Oriental como en la Provincia Tamaulipeca.

La hidrografía más importante del estado son los ríos Bravo (colinda con el estado de Texas, Estados Unidos) y el río Sabinas, que son los más extensos del estado. Aunado con la vegetación que le rodea se forma un importante corredor biológico en la zona. Asimismo, el río Nazas proveniente de Durango desemboca en la Laguna de Mayrán, Coahuila, lugar que detona la actividad económica de la región (CONAGUA, 2012).

Por su parte, los manantiales que existen en la región son muy importantes para la zona desde el punto de vista económico y ambiental, por ello requieren del apoyo estatal para su mantenimiento y conservación (SEMA, 2012).

En la actualidad el estado cuenta con diez Áreas Naturales Protegidas, siete de orden federal; también se le ha otorgado a la entidad dos decretos de ANP que protegen la Sierra de Zapalinamé, además el municipio de Torreón posee la reserva ecológica Cañón y Sierra de Jimulco, es así que las ANP abarcan el 17% de la superficie de Coahuila.

De acuerdo con las características de la entidad, existen los elementos para establecer nuevas ANP y otros modelos de conservación que colaboren con el aumento de los servicios ambientales y actividades económicas de escaso impacto ambiental, pero de considerable rentabilidad. (SEMA, 2012).

En contraste, regiones como la Carbonífera de actividad minera, impactan importantes extensiones de la zona, generando pasivos ambientales.

Por su parte, en la región de La Laguna coexisten el desarrollo metropolitano y la actividad agrícola tecnificada, acciones que han modificado el medio ambiente por el uso de tierra, químicos y agua que necesitan para realizar estas actividades. Las consecuencias se reflejan en la pérdida en cantidad y calidad de agua disponible, así como en la erosión, desertificación y contaminación del suelo.

De acuerdo con los estudios realizados en la zona por el gobierno estatal, existe el interés por aprovechar la diversidad biológica del estado para desarrollar la actividad de la caza.

Los recursos forestales están considerados como no maderables, por ende, la participación de las autoridades es esencial para regular la explotación y para desarrollar estrategias que permitan añadir valor a las cadenas productivas. El tema de los incendios forestales es parte de las condiciones climáticas del estado, situación que afecta seriamente el ecosistema del lugar. El trabajo de reforestación juega un papel importante en la economía de la región, por ello, deben contar con semillas almacenadas y especies nativas en óptimas condiciones. Al respecto, el estado cuenta con un Banco de

Germoplasma, del cual disponen para cubrir esas necesidades. El estado ocupa el segundo lugar en diversidad de cactáceas (CONAGUA, 2012).

Coahuila es un estado meramente industrial, afectando seriamente el ambiente, se registran niveles considerables de contaminación en el agua, el suelo y el aire, lo que hace evidente que el marco legal de protección al medio ambiente, pese a los esfuerzos realizados, no ha sido capaz de controlar esta situación, lo que indica que se debe cambiar de estrategia en el manejo de desechos. En este contexto, el estado genera alrededor de 2560 toneladas diarias de residuos sólidos urbanos (RSU) y residuos de manejo especial (RME) con el 2.53% del total producido en el territorio nacional. Se posiciona en el lugar décimo quinto en la generación de RSU y en el sexto en relación con los estados fronterizos. El destino del 85% de los residuos son los rellenos sanitarios, 5% en sitios controlados y 10% en tiraderos a cielo abierto. La carencia de un Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, imposibilita su reúso y las ventajas económicas y sociales que implica (SEMA, 2012).

La contaminación del aire proviene principalmente de los vehículos y las empresas. La emisión de contaminantes se concentra en las cabeceras municipales de Saltillo, Torreón, Monclova, Piedras Negras, entre otras, lo que hace necesario implementar medidas de prevención y reducción de emisiones contaminantes.

Las actividades industrial y energética aunada a la combustión de carbón mineral, coloca a Coahuila como el segundo lugar a nivel nacional de emisiones totales de gases de efecto invernadero, generando 13 toneladas per cápita. Este entorno representa problemas serios de salud pública, producción de alimentos, disponibilidad y calidad de recursos naturales, etc. Por ello, el estado deberá impulsar medidas de protección al ambiente para reducir sus efectos.

En cuanto al tema de los asentamiento irregulares, el estado debe crear un Programa de Ordenamiento Ecológico para garantizar el desarrollo económico, el crecimiento y distribución de los asentamientos humanos, así como la regulación de uso de suelo para salvaguardar los recursos naturales y la integridad de la población.

En materia de agua, el 88% de la población su ubica en zona de acuíferos sobreexplotados y contaminados por sales, que son fuente de abastecimiento. El acuífero de la Laguna registra niveles de arsénico mayores a lo permitido y es sobreexplotado un 70%, el motivo de la sobreexplotación es por el uso para riego en el sector agrícola.¹⁴

El déficit de agua obliga al estado a crear programas de conservación, manejo y recuperación de los cuerpos de agua en la entidad. La población del estado, junto con las autoridades, empresarios, productores, al igual que la academia, deben colaboran de forma conjunta para diseñar una política de protección, no sólo al agua, sino también al medio ambiente en general, para aprovechar de forma racional los recursos, mediante programas que incluyen paquetes tecnológicos que les permitan consumir los recursos de forma racional y rentable¹⁵.

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

Durante los últimos dos siglos el hombre ha alcanzado distintos avances en términos de mejoras materiales, pero a costa de la degradación constante de su entorno natural. Alrededor del 50% de los bosques del planeta han desaparecido, los recursos hídricos se están agotando por la sobreexplotación y contaminación de la que son objeto, diversas especies de plantas y animales se han perdido, y el creciente consumo de combustibles fósiles ha provocado el calentamiento global, entre otros malestares. Por tanto, a nivel mundial se han buscado distintas formas de producir garantizando la sustentabilidad del

¹⁴ <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/coah/territorio/agua.aspx?tema=me&e=05>

¹⁵ El Consejo Consultivo para el Desarrollo Sustentable del Núcleo Coahuila, generación 2011-2014 propuso como prioridades: revisar la estabilidad de recursos hídricos; reducir su sobre explotación; cierre de pozos ilegales; y realizar un estudio sobre el sistema actual de concesión del agua que promueve el uso excesivo y promover el ahorro de la misma (Vanguardia, 26 de febrero de 2012).

medio ambiente. La respuesta a esta búsqueda es el uso de tecnologías ambientales, ecológicas o limpias.

Estas tecnologías están en concordancia con el crecimiento económico, el progreso social y la gestión medio ambiental. Para que surja un desarrollo sustentable que beneficie a la población se debe reducir la utilización de energías renovables, los materiales de desechos, los contaminantes, eliminar o disminuir la degradación del suelo y la pérdida de biodiversidad.

Asimismo, la agricultura moderna considerada como la base de la seguridad alimentaria mundial, representa en la actualidad el 14% de las emisiones de gases de efecto invernadero, el uso de suelo y la gestión del agua, no son sustentables en diversos lugares del planeta. Se estima que la deforestación representa el 17% de las emisiones mundiales, siendo el origen de la pérdida de hábitat, especies y biodiversidad. Pese a la tecnología moderna, existen 1000 millones de personas desnutridas que lidian con la inseguridad alimentaria. Por lo tanto, se requiere que la producción de alimentos se incremente entre un 70 o 100% para el 2050, para mantener un nivel de producción agrícola sostenible (ONU, 2011).

Para hacer posible estos cambios se necesita de *tecnologías ambientales* que permitan generar *energías renovables* (eólica, solar, biocombustibles, etc.), *tecnologías para captura del carbono y el uso eficiente de energía, técnicas para reemplazar recursos no biodegradables y sustentables*. Las tecnologías medioambientales pueden encontrarse en casi todos los sectores económicos, como en el control de la contaminación, la gestión hídrica y de residuos, y la generación de energía. Estas tecnologías suelen producir menos emisiones y residuos, su impacto sobre la salud y la biodiversidad es mínimo, contribuyen a reducir costos y mejoran la competitividad y productividad de los sectores.

La Unión Europea destina importantes recursos públicos en investigación para el desarrollo de proyectos, como celdas de hidrogeno y combustible, procesos de producción limpios, fuentes de energía alternativa, almacenamiento de carbono,

biocombustibles, eficiencia energética, la gestión de residuos y tecnologías hídricas (UE, 2009).

En la actualidad existen tecnologías ambientales que pueden ayudar a las industrias a incrementar su nivel de cuidado ambiental, disminuyendo la contaminación, desechos y el consumo de energía y materias primas.

Las tecnologías ambientales son herramientas que colaboran en la reducción de los problemas ambientales a través de:

- Procesos simples de operación de mantenimiento (reparación de pérdidas, separación de corrientes de desechos para su recuperación).
- Rediseñando o reformulando productos (sustituyendo los CFC por otros productos en aerosol, reemplazando el mercurio, el cadmio y el plomo por otras sustancias menos tóxicas).
- Modificando procesos (sustituyendo las prácticas de un solo enjuagado por procesos de contracorriente, suplantando procesos lineales por procesos de circuito cerrado).
- Cambiando el equipo de las plantas procesadoras (aplicando tecnologías nuevas como el intercambio iónico, la ultrafiltración y la ósmosis inversa para separar componentes en las corrientes de desechos y permitir su recuperación).
- Sustituyendo materias primas por otras menos nocivas (utilizando oxígeno en vez de cloro para el blanqueado en la industria papelera, utilizando solventes halogenados en vez de compuestos no halogenados en el sector de la electrónica).

El uso de estas tecnologías está derivando en beneficios ambientales, económicos y sociales.

Las tecnologías del medio ambiente se pueden agrupar en tres categorías principales:

- Los procesos y materiales que reducen los efectos nocivos para el medio ambiente de actividades concretas, sin por ello modificar de modo radical el proceso original.

Ejem: la desulfuración de los gases de la combustión, convertidores catalíticos de los automóviles y el tratamiento y eliminación de toxicidad del agua.

- Las modificaciones a procesos de actividades existentes para eliminar o reducir a un mínimo su repercusión en el medio ambiente. Ejem: conservación de combustibles, recuperación de calor sobrante y tecnologías de cogeneración en el sector de la energía, y medición avanzada; control y tecnologías computarizadas en otros sectores (por ejemplo el de productos químicos), para reducir los subproductos no deseados y lograr procesos menos contaminantes que aprovechen mejor la energía.
- Las tecnologías intrínsecamente racionales, desde el punto de vista ambiental, como la energía solar y varias tecnologías para procesos (por ejemplo la separación por membranas) de aplicación en la industria química y en biotecnología.

Las dos primeras tecnologías se han desarrollado más rápidamente que la tercera, por motivos meramente económicos. En el caso de la primera categoría los cambios son sólo marginales o adiciones a equipos existentes; mientras que la evolución de las tecnologías de la tercera categoría exige grandes inversiones.

Por su parte, el Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible (Regency, 2014), clasifica las tecnologías medioambientales en cuatro categorías:

- Tecnologías paliativas: abordan los problemas ambientales una vez que sucedieron; entre ellas se encuentran los métodos de limpieza de los suelos, los tratamientos para las aguas de superficie y freáticas y una variedad de tecnologías para sanear terrenos dañados o degradados.
- Tecnologías de reducción o de etapa final: capturan o tratan los agentes contaminantes antes de que éstos se disipen al medio ambiente, emplean principios físicos, químicos y/o biológicos para reducir las emisiones. Las tecnologías utilizadas son: sistemas de tratamiento de aguas residuales, convertidores catalíticos de los automóviles; tratamiento de metales pesados para

la industria de revestimientos metálicos; los precipitadores electrostáticos y la desulfuración de los gases de la combustión para centrales térmicas que funcionan con carbón.¹⁶ *Cabe destacar que la inversión en tecnologías ambientales se concentra en este tipo de tecnologías de reducción de la contaminación.*

- Las tecnologías de prevención de la contaminación se dividen en dos tipos:
- Procesos industriales y agrícolas mejorados o alternativos que no producen contaminantes.¹⁷
- Procesos alternativos, los cuales evitan o previenen la generación de agentes contaminantes.¹⁸
- Tecnologías sostenibles: aprovechan los recursos de manera eficiente, obtienen como resultado ventajas económicas y sociales y su repercusión al medio ambiente es mínima (Regency, 2014). Véase Ilustración 13.

¹⁶ Estas tecnologías no previenen ni eliminan los agentes contaminantes. Requieren de mucho capital, consumen mucha energía y recursos, y agregan sus propios problemas de eliminación de desechos. A pesar de todo son eficaces.

¹⁷ Como los procesos de fabricación de papel que no utilizan cloro para el blanqueado, las técnicas de limpieza que suprimen los solventes tóxicos, los procesos de fabricación reformulados que no utilizan metales pesados ni productos químicos tóxicos, y las prácticas agrícolas que suprimen el uso de plaguicidas y abonos químicos.

¹⁸ Como los detergentes biodegradables, sin fosfatos, la gasolina sin plomo, las baterías sin mercurio, las pinturas y adhesivos al agua y los productos de limpieza no tóxicos.

Ilustración 13. Características tecnológicas sostenibles



Bajo costo ambiental

- Generan muy pocas emisiones o emisiones inocuas al medio ambiente en su producción, uso y eliminación;
- No liberan productos tóxicos;
- Benefician al medio ambiente de manera indirecta por sus aplicaciones y su eficacia intrínseca.



Eficacia de los recursos

- Uso eficiente de los recursos materiales, aprovechando con frecuencia materiales reciclados
- Basadas en recursos y energía renovables (o en un uso mínimo de energía no renovable);
- Consumo eficiente de energía, tanto en producción como en uso;
- Durables, reutilizables y reciclables.



Ventajas económicas

- Más rentables que otros productos o servicios tradicionales;
- Incorporan los factores externos en el precio al consumidor;
- Pueden ser financiadas por el usuario con lo ahorrado en distintas partidas;
- Mejoran la productividad y la competitividad de la industria y el Comercio;



Ventajas sociales

- Elevan o mantienen el nivel de vida y la calidad de vida;
- Están al alcance de todos los grupos socioeconómicos y todas las culturas;
- Son consecuentes con los temas de descentralización, autodeterminación y democracia.

Fuente: Regency, 2014

Los principales impulsores de los avances tecnológicos a favor de la prevención del deterioro ambiental son la legislación (basada en criterios de rendimiento); los consumidores y la necesidad de modernizar la industria. La mejora de estas tecnologías y su sustitución por procesos ecoeficientes, reduce los costos, incrementa la producción, elimina o reduce los desechos y ahorra recursos económicos.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Ecología (INE), en el país se ha impulsado el desarrollo de algunas áreas que ofrecen un desarrollo integral y sustentable en materia de medio ambiente y sustentabilidad, como son:

- Desarrollo tecnológico en agua y medio ambiente
- Reproducción genética y sanidad de recursos pesqueros

- Nanotecnología
- Investigación petrolera
- Informática, computación biotecnológica
- Biotecnología

Según el Dr. Fernández (2008) del INE, la importancia de invertir en I+D en el tema de sustentabilidad medioambiental es para mantener la participación en el mercado; reducir costos de producción; reducir daños ambientales; desarrollar productos amigables al medio ambiente y reducir la utilización de insumos.¹⁹

En el caso del agua, las estrategias tecnológicas para enfrentar los retos son diversas; primeramente, un enfoque se centra en usar nuevas tecnologías para mejorar la eficiencia en el uso y la productividad del agua. La innovación en las industrias y la introducción de técnicas para manejar el *stress* hídrico en la agricultura pueden tener un gran impacto en el ahorro de agua²⁰.

Entonces, el enfoque de la innovación para la gestión del agua debe enfocarse en:

- Reducción de la demanda de agua limpia mediante tecnologías de reuso y reciclamiento
- Tratamiento de aguas contaminadas residuales de procesos productivos
- Manejo de nuevos procesos de producción más limpios y eficientes

El caso del tratamiento del agua ha dado lugar a múltiples innovaciones. En 2013, la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA por sus siglas en inglés) publicó un reporte sobre las tendencias tecnológicas para el tratamiento de aguas residuales que brinda una amplia panorámica sobre las opciones existentes y las tecnologías emergentes. Las principales corrientes son (EPA, 2013):

¹⁹ Fernández, Adrián (2008), Innovación, cambio tecnológico y competitividad basado en recursos naturales en América Latina, México, Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT.

²⁰ <http://www.foresight.org/challenges/water001.html>

Procesos químicos y físicos:

- Adsorción (alúmina activada, carbón activado, basada en hierro granular y polvo de carbón activado)
- Desinfección (ozono, cloro, halógenos y rayos ultravioleta)
- Floculación
- Remoción de nutrientes (desmontaje de aire, tratamiento primario mejorado, filtros denitrificadores, intercambio iónico, precipitación química, clarificación de sólidos para remoción de fósforo)
- Oxidación (química, catalítica, reactivo de Fenton, fotocátalisis y oxidación supercrítica)
- Tratamientos primarios (métodos avanzados de remoción de arenas, cribado, remoción de sólidos, filtración, lecho pulsado, sílica y uso de membranas)
- Recuperación de fósforo
- Nanofiltración y ósmosis inversa
- Desinfección por microondas
- Desinfectantes alternativos (ácido paracético)

Tratamientos biológicos:

- Procesos anaeróbicos (sistemas de crecimiento anaeróbico asociado, reactores de flujo ascendente, reactores de cama expandida, reactores de flujo descendente)
- Remoción de DBO y nitrificación (lagunas de aereación, lodos activados, estabilización de contacto, oxígeno de alta pureza, sistemas de aereación extendida de ciclo intermitente, zanjas de oxidación, reactor de lotes secuenciales)
- Procesos de biopelículas (filtros biológicos aereados, birreactor de lecho fluidizado, contactor biológico rotatorio, filtros de goteo)
- Remoción de nitrógeno
- Remoción de nitrógeno y fósforo
- Procesos con membranas
- Bioincremento (siembra, células inmovilizadas)

- Minimización de sólidos
- Adaptabilidad de sólidos
- Sistemas rotatorios de membrana al vacío
- Procesos activados biológicamente de etapas múltiples

Tecnologías para monitoreo de procesos:

- Actividad microbiana (hibridación in situ por fluorescencia, pruebas NADH, respirometría en línea, BioMEMS, analizadores avanzados de ácidos nucleicos)
- Sólidos (analizador de densidad por microondas)
- Calidad del agua (analizadores de nutrientes, pruebas y electrodos, analizador fotoeléctrico de DQO)

Medidas de conservación de energía:

- Aereación (mecánica, optimización inteligente de bioprocesos, difusores de poro fino, turbosopladores de alta velocidad, difusores de burbujas)
- Mezcladores hiperbólicos
- Bombeo con motores de alta eficiencia
- Recuperación de calor en procesos de incineración
- Lámparas UV de alto desempeño para desinfección
- Secado solar de lodos

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

El ecosistema de innovación del área medio ambiente y sustentabilidad en México está integrado por el gobierno, mediante sus distintas dependencias, programas e instrumentos de política (convenios con organismos internacionales); las empresas de los diversos subsectores; las Instituciones de Educación Superior (IES) y Centros de Investigación.

3.1. Mapa de los agentes del ecosistema de innovación

Los actores relevantes en el área Medio Ambiente y Sustentabilidad en el estado de Coahuila son los productores, líderes empresariales, directivos de empresas, académicos, funcionarios de gobierno y políticos, relacionados con las actividades ambientales desde la proveeduría hasta la comercialización y fomento del sector mediante programas y políticas públicas. Véase Ilustración 14.

Ilustración 14. Ecosistema de Innovación del Sector Medio Ambiente y Sustentabilidad



Además de los CI, IES, dependencias gubernamentales y empresas, existen otros agentes participantes del ecosistema de innovación como: cámaras empresariales, asociaciones, organizaciones, despachos. etc. Asimismo, existen convenios internacionales entre IES y CI y organismos internacionales.

En el Apéndice A se muestra de manera detallada un esquema del ecosistema de innovación del área descrita en México.

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

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

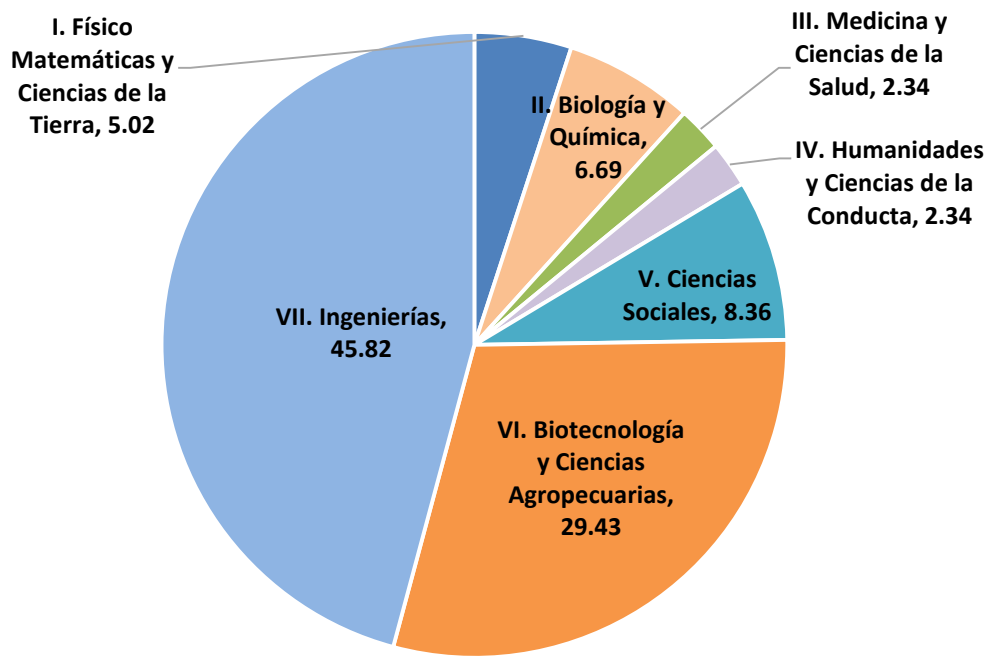
De acuerdo con el Anuario Estadístico de la ANUIES, la población a nivel técnico superior en Coahuila durante el ciclo escolar 2012-2013, registró 7,096 matriculados, 2,132 egresados y 1,559 titulados. De éstos, las áreas de Ingeniería y Tecnología, y Ciencias Sociales concentraron la mayor parte de la matrícula.

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

Por otro lado, para enero de 2014, en México se registraron 21,359 investigadores, de los cuales sólo el 1.4% corresponde a Coahuila. Las áreas donde se concentra el mayor

número de investigadores son Ingeniería, Biotecnología y Agropecuaria. Véase ilustración 15. (ProMéxico, 2014).

Ilustración 15. Investigadores SNI por área académica (% , enero - 2014).



Fuente: CamBioTec, 2014, con datos de ProMéxico, 2014 y FCCyT, 2014

3.2.1. Instituciones de Educación Superior

Entre las instituciones educativas y centros de investigación que trabajan en áreas afines con el sector Medio Ambiente y Sustentabilidad en Coahuila se encuentran:

Tabla 3. Instituciones educativas y áreas afines al sector ambiental y sustentabilidad

Instituciones en Coahuila		Líneas de investigación / Oferta Académica
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)		Es una Institución científica y tecnológica con liderazgo y reconocimiento nacional e internacional por su capacidad de respuesta a las demandas de conocimiento e innovaciones tecnológicas en beneficio del sector agropecuario y forestal. Además participa en la formación de recursos humanos.
		El instituto cuenta con diversos proyectos de investigación, como son:

	Conservación y mejoramiento de ecosistemas forestales, Fisiología y mejoramiento animal, Microbiología animal, Parasitología veterinaria, Relación agua, suelo, planta y atmósfera, entre otros.
Centro de Investigación en Química Aplicada	La investigación que se realiza en el CIQA, se enfoca al desarrollo de nuevos materiales poliméricos para aplicaciones novedosas, orientando los esfuerzos en las siguientes líneas de investigación: ▪ Plásticos en la Agricultura ▪ Industria de alimentos y ambiental
Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN	Es uno de los centros de investigación más relevantes del sector. Las líneas de investigación que maneja son: Biología Celular, Biomedicina Molecular, Bioquímica, Biotecnología y Bioingeniería, entre otras más. Tiene un programa de maestría y doctorado en el área agroalimentaria; Ciencias marinas, tecnología en beneficio social, etc.
Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S.A. de C.V.	Realiza investigación, estudios y proyectos tecnológicos que permitan fortalecer al sector industrial y de la ingeniería para la infraestructura, mediante la generación, asimilación y transferencia de conocimiento útil al gobierno, instituciones y empresas, contribuyendo al desarrollo económico y sustentable del país. Líneas de investigación: Condiciones climáticas, medio ambiente y recursos naturales.
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro	Brinda 21 programas docentes; 13 en su sede (Saltillo), siete en la Unidad Laguna (Torreón), de éstos tres son los mismos en ambos campus: Ingeniero Agrónomo Parasitólogo, en Horticultura y en Irrigación. Además cuenta con un campus en Cintalapa, (Chiapas). Cabe mencionar que estos campus son evaluados continuamente por organismos externos afiliados a COPAES, para el aseguramiento de la calidad. Las carreras que ofrece en relación al sector son: Ingeniero Agrónomo en Horticultura, Ingeniero Agrónomo en Producción, Ingeniero Agrónomo Parasitólogo, Ingeniero en Agrobiología, Ingeniero Agrónomo Zootecnista, Ingeniero en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Ingeniero Agrícola y Ambiental, Ingeniero Agrónomo en Irrigación, Ingeniero Mecánico Agrícola, Ingeniero Agrónomo Administrador, Ingeniero Agrónomo en Desarrollo Rural, Licenciado en Economía Agrícola y Agronegocios, Ingeniero Agrónomo, Ingeniero Agrónomo en Horticultura, Ingeniero Agrónomo Parasitólogo, Ingeniero en Agroecología, Ingeniero Agrónomo en Irrigación, Ingeniero en Procesos Ambientales, Médico Veterinario Zootecnista, Ingeniero en Ciencias Agrarias. Los Programas de Postgrado son: Maestría en Ciencias en Fitomejoramiento, Maestría en Ciencias en Horticultura, Maestría en Tecnologías de Granos y Semillas, Maestría en Ciencias Agrarias, Doctorado en Ciencias Agrarias, Maestría en Ciencias en Zootecnia, Doctorado en Ciencias en Zootecnia, Maestría en Ciencias en Parasitología Agrícola, Doctorado en Ciencias en Parasitología Agrícola, Maestría en Ciencias en Ingeniería de Sistemas de Producción, Doctorado en Ciencias en Ingeniería de Sistemas de Producción,

	Maestría en Ciencias Producción Agropecuaria, Doctorado en Ciencias en Producción Agropecuaria, Maestría Profesional en Estadística Aplicada, Especialidad en Manejo Sustentable de Recursos Naturales de Zonas Áridas y Semiáridas, Doctorado en Ciencias en Agricultura Protegida. La universidad tiene diversas líneas de investigación vinculadas a su oferta académica.
Universidad Autónoma de Coahuila	La UAdeC se destaca por su programa de maestría y doctorado en Ciencia y Tecnología de Alimentos en el departamento de Investigación de Alimentos, el cual está dirigido a especialistas en Química, Nutrición, Biología molecular, Evaluación sensorial, Análisis, Tóxica, Reología e Ingeniería de alimentos. Las líneas de investigación son: • Ingeniería y análisis de alimentos • Bioprocesos y biología molecular • Desarrollo de productos y de metodologías analíticas y de procesos para el estudio de alimentos

Fuente: FCCyT, 2012

“Las IES y los CI contribuyen a la creación de una masa crítica con la capacidad de utilizar el conocimiento en diferentes campos, y con la capacidad de crear nuevo conocimiento susceptible de coadyuvar al desarrollo socioeconómico del estado”. (Villavicencio et al., 2012: 242).

Información referente a las IES y CI a nivel nacional, y a las entidades gubernamentales federales y estatales que dan apoyo al área de especialización; se pueden localizar en los apéndices B y C.

3.3. Detalle de empresas RENIECYT del área de especialización

En Coahuila, las empresas que cuentan con RENIECYT y que pertenecen al área Medio Ambiente y Sustentabilidad, se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla 4. Empresas con registro RENIECYT en el área Medio Ambiente y Sustentabilidad en Coahuila

Empresas	Actividad	Tamaño
DESARROLLO ECOAMBIENTAL DE MEXICO SA DE CV	Manejo de desechos no peligrosos y servicios de remediación a zonas dañadas por desechos no peligrosos	Micro
MEXICANA STEAM SMART S.A. DE C.V	Captación tratamiento y suministro de agua realizados por el sector privado	Micro
BGCM TECHNOLOGY S.A. DE C.V.	Servicios de consultoría en medio ambiente	Pequeña
MADERO EQUIPOS DE ORDEÑO SA DE CV	Manejo de desechos no peligrosos y servicios de remediación a zonas dañadas por desechos no peligrosos	Grande
PCB'S OIL LOGISTICS SA DE CV	Manejo de desechos peligrosos y servicios de remediación a zonas dañadas por desechos peligrosos	Micro
AGUAS DE SALTILLO S.A DE C.V.	Captación tratamiento y suministro de agua realizados por el sector publico	Grande
GOCRU REPRESENTACIONES S.A. DE C.V.	Manejo de desechos peligrosos y servicios de remediación a zonas dañadas por desechos peligrosos	Pequeña
GRUPO RECICLAJE DE LA LAGUNA S.A. DE C.V.	Manejo de desechos no peligrosos y servicios de remediación a zonas dañadas por desechos no peligrosos	Pequeña
PROCESOS Y MANUFACTURAS LA SABINA, S.A. DE C.V.	Manejo de desechos peligrosos y servicios de remediación a zonas dañadas por desechos peligrosos	Pequeña
BIOSELECCION DE PRODUCTOS AMBIENTALES, S.C. DE R.L. DE C.V.	Manejo de desechos no peligrosos y servicios de remediación a zonas dañadas por desechos no peligrosos	Micro

Fuente: RENIECYT, 2014

Además de las empresas registradas en el RENIECYT, existe otro grupo de empresas que son relevantes para el área de Medio Ambiente y Sustentabilidad, las cuales se mencionan a continuación.

Tabla 5. Empresas relevantes en el área Medio Ambiente y Sustentabilidad en Coahuila

Empresa	Actividad
CAS Ambiental de México	Análisis de agua residual y potable, medio ambiente laboral, estudios de ruido, emisiones
Microanálisis Zona Norte, Monclova	Empresa prestadora de servicios ambientales y de seguridad e hygiene
Servicios de Consultoria Ambiental	Manejo de residuos, plantas tratadoras de agua, sistemas de ahorro de energia
CEDIS Internacional	Auditoría en los rubros de agua, proteccion civil y medio ambiente
Domos Tierra	Diseño, construcción y operación de plantas de tratamiento de aguas residuales, desalación y

	potabilización • Rehabilitación y ampliación de plantas de agua. • Desarrollo de proyectos para optimizar el uso, manejo y reúso del agua • Consultoría ambiental • Dragado de lagunas, bahías, presas y otros cuerpos de agua • Tratamiento y disposición de lodos. • Rellenos sanitarios
Ecosoluciones Residuos Tecnológicos S.A. de C.V	Manejo de residuos electrónicos
Servicios Industriales Nagosa	Disposición de residuos y desechos industriales
Enserch Reciclajes Ecológicos	Recolección y transporte de residuos peligrosos en toda la república; disposición final de residuos; reciclaje de residuos peligrosos; tratamiento de Aguas y lodos; centro de acopio y transferencia; consultoría y gestión en suministro ambiental
Recicladora Rodríguez	Reciclaje de desperdicios industriales
Sistemas y Servicios para Tratar Agua	Operación y mantenimiento en plantas tratadoras de aguas. Osmosis Inversa, microfiltración, ultrafiltración, filtros de arena, carbón, zeolita, multimedia, bombas, tuberías, etc.
Tratamiento Integral de Agua	Equipos, productos y servicio de tratamiento de agua; torres de enfriamiento, osmosis inversa
Realtec	Plantas de tratamiento modulares a base de precipitación electrostática y uso de ozono

Fuente: CamBioTec, 2014

3.4. Evolución de apoyos en el área de especialización

En alineación con la política de la actual administración, el tema de la Agenda Medio Ambiente y Sustentabilidad se encuentra inmersa en:

- El Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018
- El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018, cuyos objetivos son:
 1. Promover y facilitar el crecimiento sostenido y sustentable de bajo carbono con equidad y socialmente incluyente.
 2. Incrementar la resiliencia a efectos del cambio climático y disminuir las emisiones de compuestos y gases de efecto invernadero.

3. Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua, garantizando su acceso a la población y a los ecosistemas.
4. Recuperar la funcionalidad de cuencas y paisajes a través de la conservación, restauración y aprovechamiento sustentablemente del patrimonio natural.
5. Detener y revertir la pérdida de capital natural y la contaminación del agua, aire y suelo.
6. Desarrollar, promover y aplicar instrumentos de política, información, investigación, educación, capacitación, participación y derechos humanos para fortalecer la gobernanza ambiental.

La Secretaría del Medio Ambiente y Procuraduría de Protección al Ambiente de Coahuila promueven el uso sustentable de los recursos naturales a través de la regulación de actividades que impacten al medio ambiente, y el fomento de un crecimiento ordenado, integral y armónico del medio urbano con el entorno natural, mediante la aplicación de políticas públicas que mejoren la calidad de vida de los coahuilenses.

La Secretaría del Medio Ambiente maneja los siguientes programas:

- Cambio Climático
- Calidad del Aire
- Impacto Ambiental
- Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial
- Conservación
- Cultura Ambiental
- Desarrollo Forestal
- Incendios Forestales
- Vida Silvestre
- Red de Viveros
- Ordenamiento Ecológico

La Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza, es el ordenamiento jurídico específico más importante. En su artículo primero establece:

I.- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar;

II.- Definir los principios y los criterios de la política ambiental en la entidad, así como normar los instrumentos y procedimientos para su aplicación;

III.- Regular las acciones de conservación ecológica y protección al ambiente que se realicen en ecosistemas, zonas o bienes de competencia estatal;

IV.- Establecer, administrar, desarrollar y proteger las áreas naturales de competencia del estado;

V.- Propiciar el aprovechamiento racional de los elementos naturales de competencia del estado, a fin de hacer compatible la generación de beneficios económicos con la conservación ecológica de los ecosistemas;

VI.- Regular y propiciar la prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo de competencia estatal;

VII.- Promover la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente;

VIII.- Coordinar el Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas;

IX.- Establecer los mecanismos de coordinación, inducción y concertación de acciones entre autoridades, en el marco de los principios de fidelidad municipal y federal;

X.- Establecer las atribuciones que, en el ámbito de sus respectivas competencias, correspondan al Gobierno del Estado y a los gobiernos municipales en materia ambiental, así como las que les competan bajo el principio de fidelidad municipal,

conforme lo previsto por el artículo 172 de la Constitución Política del Estado de Coahuila de Zaragoza y demás disposiciones aplicables.

4. ANÁLISIS FODA DEL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN

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

4.1. Fortalezas

- Existencia de un marco legal para el medio ambiente y los recursos naturales
- Tratamiento prioritario por parte del gobierno estatal
- Vinculación entre los actores que participan en esta área de especialización.
- Programas de formación de capital humano en el tema de sustentabilidad ambiental
- Desarrollo de investigación en la materia en distintos centros e institutos de investigación
- México tiene convenios con diversos organismos internacionales en materia de medio ambiente y sustentabilidad
- Existencia de política, programas e instrumentos de fomento al sector
- Operación en el estado de diversas empresas ligadas a tratamiento de aguas y manejo de desechos

4.2. Oportunidades

- Mayor cultura de protección al medio ambiente
- Compromiso de colaboración entre las empresas, gobierno, CI e IES
- Personal altamente especializado en el tema en diversas ciudades del país y el estado
- Desarrollo de conocimiento y tecnología en materia de sustentabilidad ambiental
- Apoyo estatal al seleccionar a Medio Ambiente y Sustentabilidad como un área de especialización
- Fortalecer la cadena productiva para aumentar la productividad y ser más competitivos en los mercados de forma sustentable
- Apoyo financiero de los tres órdenes de gobierno para el desarrollo del área de especialización
- Desarrollo de diversas líneas de investigación sobre sustentabilidad ambiental en distintas instituciones del país

4.3. Debilidades

- Escasa actividad de investigación y desarrollo en las empresas
- Alta concentración de las capacidades en unas cuantas ciudades
- No hay suficiente educación sobre el tema de medio ambiente
- Escasos recursos para el desarrollo tecnológico en esta área
- Falta mayor vinculación entre los actores que integran el área
- Desconocimiento de opciones de innovación por algunos actores del sector
- Leyes de protección al ambiente no se aplican correctamente
- Escasa transferencia de tecnología por la desvinculación entre los centros de investigación / IES y las empresas

- Se requiere de mayor apoyo, programas e instrumentos orientados al área de especialización
- Falta de conciencia sobre los problemas e impactos ambientales por parte de las empresas

4.4. Amenazas

- Condiciones ambientales desfavorables
- Dependencia tecnológica de los países desarrollados
- El daño ambiental puede limitar la capacidad de respuesta o ser irreversible
- La capacidad de respuesta para atender las necesidades del área es lenta
- Faltan condiciones para responder a los compromisos adquiridos en el orden internacional.

5. MARCO ESTRATÉGICO Y OBJETIVOS DEL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN

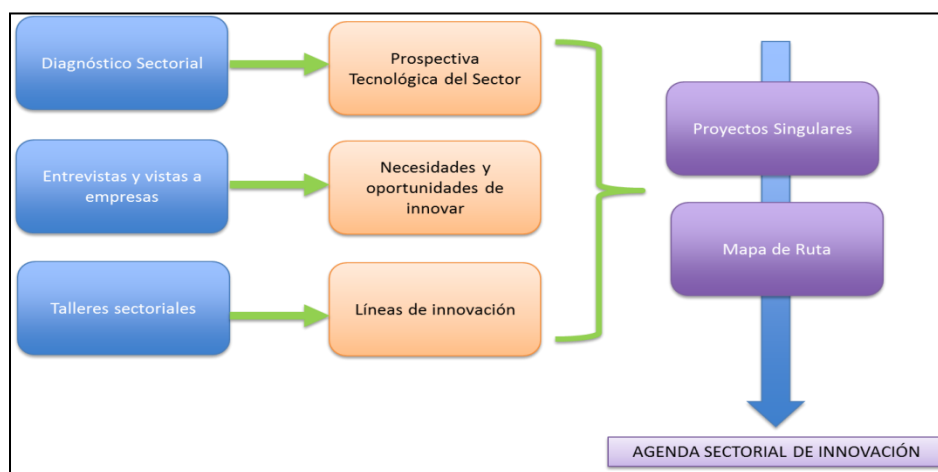
La elaboración de la Agenda Estatal de Innovación del Área Medio Ambiente y Sustentabilidad en Coahuila se sustenta en la metodología de Estrategias de Investigación e Innovación para la Especialización Inteligente RIS3 (por sus siglas en inglés). Esta metodología plantea utilizar los recursos locales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

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

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

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

Ilustración 16. Esquema de la metodología de trabajo para integrar la Agenda Sectorial.



Fuente: CamBioTec, 2014

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

Tabla 6. Identificación de los problemas y propuestas de innovación en el área de Medio Ambiente y Sustentabilidad

Manejo Integral del Agua			
Problema del sector	Causa del problema	Impacto del problema	Propuestas de innovaciones para solucionar los problemas
Contaminación del agua por actividades de exploración del shale gas	Los aditivos y arena que se mezclan con el agua, contaminan las aguas subterráneas.	Contaminación del agua, que no sirve para las actividades de riego y pastoreo.	Desarrollo de tecnologías que reduzca los efectos contaminantes del shale gas.
Baja disponibilidad y calidad de los recursos naturales	Uso ineficiente del agua de riego. Mala calidad del agua de riego, concentración de sales y metales. Agua “rodada” o de presa bajo el esquema del algodonerero.	Baja productividad de otros cultivos al explotarse con el calendario actual de la presa. Agua no potable y/o contaminada con metales pesados y sales.	Desarrollo de tecnologías integrales para el uso eficiente de los recursos agua y suelo en los sistemas de producción agrícola. Adaptación sistemas tecnificados sistemas de riego. Adecuación y/o adaptación del calendario de la presa a otros cultivos.

Baja eficiencia de uso de agua a nivel Distrito de Riego y parcelario	Falta de transferencia de conocimiento y habilidades a los operadores de riego, en el uso de riego tecnificado, tanto de gravedad como presurizado.	Menor eficiencia de agua en términos de productividad de los por metro cubico de agua. Menor rentabilidad.	Módulo portátil de capacitación en tecnificación del riego a nivel parcelario.
Incertidumbre en la disponibilidad de agua para usos urbano, industrial y agropecuario	Deforestación y deterioro del pastizal en la parte alta de las cuencas.	Menor disponibilidad de agua para usos agropecuarios. Abatimiento del acuífero. Menor calidad de agua.	Cuantificación de los procesos de lluvia, escurrimiento y erosión. Implementación de prácticas de conservación para una mayor captación de agua.

Fuente: CamBioTec, 2014, con base en los talleres sectoriales de Medio Ambiente y Sustentabilidad en Coahuila, 2014

De acuerdo con el trabajo de campo y de gabinete, se define el objetivo sectorial para el Medio Ambiente y Sustentabilidad:

- *Crear las condiciones y capacidades para impulsar la innovación en el área de medio ambiente y sustentabilidad, considerando los recursos locales para implementar las estrategias que permitirán desarrollar los proyectos planteados.*

Con el apoyo de la triple hélice se identificaron dos problemas principales en materia de innovación en esta área de especialización:

- Escasez de agua y manejo inadecuado del recurso en los procesos de producción.
- Sobreexplotación de los recursos hídricos.

6. NICHOS DE ESPECIALIZACIÓN

De acuerdo a las capacidades técnicas, profesionales y económicas de la entidad y considerando los resultados de los talleres sectoriales del Medio Ambiente y Sustentabilidad, se definió un *Nicho de Especialización* para esta área en el estado de Coahuila.

Tabla 7. Justificación y objetivos tecnológicos de los Nichos de especialización en Medio Ambiente y Sustentabilidad de Coahuila.

Nicho de especialización	Justificación (oportunidad que aborda o problema que soluciona)	Objetivos tecnológicos
Manejo Integral del Agua	La Agenda Sectorial de Coahuila aborda como Nicho de Especialización el manejo integral del agua, para crear un programa integral de investigación en el que se desarrollen tecnologías que permitan prevenir, o en su caso, reducir el impacto ambiental provocado por las actividades de la producción de shale gas, principalmente en el recurso agua.	• Generar tecnologías que contribuyan a prevenir los efectos en el medio ambiente por la explotación de shale gas/oil. • Incorporar un paquete tecnológico que permita mejorar el manejo y uso racional del agua para realizar las actividades económicas del estado.

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

A continuación se describen los *Nichos de Especialización* en el Área de Medio Ambiente y Sustentabilidad de Coahuila.

6.1. Manejo Integral del Agua

El agua representa el insumo de mayor importancia para el desarrollo económico y social de Coahuila, no obstante, este recurso resulta ser escaso afectando las actividades productivas y cotidianas de la población en la entidad.

Las actividades económicas y cotidianas de la entidad se ven limitadas por la escasez de agua en la región, misma que se debe principalmente por la falta de precipitación

pluvial, lo que trae consigo una serie de problemas aparejados como son: sobreexplotación de mantos acuíferos, contaminación del agua, falta de infraestructura para el adecuado abastecimiento y acceso al agua, falta saneamiento de las aguas residuales, carencia de una cultura sobre el cuidado del agua, etc.

En Coahuila, el mayor uso que se le da al agua es para el sector agrícola con el 43.67% (35.16% proviene de aguas superficiales y 62.61 de aguas subterráneas); el uso para la generación de energía eléctrica con 42.73% (61.91% procede de aguas superficiales); el uso público urbano con 5.44 (0.74% de aguas superficiales y 15.92% de aguas subterráneas) y el industrial con 4.19% (2.06% de aguas superficiales y 8.93% de aguas subterráneas).

Para proporcionar el abastecimiento adecuado del recurso agua, no basta sólo con crear y mantener la infraestructura, se necesita de un programa para el manejo integral del agua, el cual permita adaptar el marco institucional y normativo, y modernizar las dependencias estatales y municipales, cuyas funciones son la explotación y manejo de las aguas superficiales y subterráneas en el estado y alcanzar el uso racional y sustentable del agua. Estos cambios favorecerán el suministro de agua de forma racional, eficiente y sustentable, para realizar las actividades productivas y cotidianas en la entidad.

En este contexto, la selección de este Nicho de Especialización, permitirá fortalecer la introducción de conocimiento, tecnologías integrales y técnicas necesarias, para lograr el aprovechamiento del agua, gracias a un programa de manejo integral.

7. CARACTERIZACIÓN DE PROYECTOS ESTRATÉGICOS Y PLAN 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 y beneficiar a los agentes participantes del área de especialización.

A continuación se presenta la descripción de los proyectos que se priorizaron durante la realización de las mesas sectoriales y la ilustración general del mapa de ruta respectivo, por cada Nicho en el Área de Especialización en Medio Ambiente y Sustentabilidad de Coahuila.

7.1. Descripción de Proyectos

7.1.1. Proyecto: Programa para el desarrollo de tecnologías para la reducción del impacto ambiental de la industria de hidrocarburos no convencionales.

Objetivo del proyecto: Impulsar un programa para el desarrollo de tecnologías que contribuya a prevenir o reducir el impacto ambiental por las actividades de explotación de hidrocarburos no convencionales (shale gas/oil).

Justificación del proyecto: Una de las preocupaciones más fuertes entre los actores del ecosistema del medio ambiente, es el impacto ambiental que dejará la producción de shale gas en el estado, principalmente en el recurso agua. De acuerdo con la CONAGUA (2013), el estado se caracteriza por un escaso nivel de precipitación pluvial, debido a ello,

existe una sobreexplotación de sus mantos acuíferos, contaminación del agua, y escasa disponibilidad del recurso. En este contexto, el uso de agua para la explotación de los hidrocarburos no convencionales es un tema de discusión, pues ante la escasez del recurso, se abordan dos temas de relevancia:

- Abastecimiento de agua para la extracción del shale gas/oil
- Contaminación de aguas subterráneas por aditivos y tóxicos utilizados en la extracción del hidrocarburo

Descripción del proyecto: Se trata de crear un programa integral de investigación en el que se desarrollen tecnologías que permitan prevenir, o en su caso, reducir el impacto ambiental provocado por las actividades de la explotación de shale gas, principalmente en el recurso agua.

El proyecto consistirá en desarrollar investigación, conocimiento y tecnologías sobre los riesgos de contaminación hídrica. Se contará con la intervención de especialistas en el área de medio ambiente e hidrocarburos para diseñar las estrategias a implementar en vinculación con las innovaciones tecnológicas sobre saneamiento hídrico.

Para tratar estos puntos se requiere puntualizar las innovaciones tecnológicas desarrolladas para el tratamiento del agua. Por medio del *uso de tecnologías de reducción y prevención*, se estima que el nivel de contaminantes en el recurso agua será menor, se utilizarán *sistemas de tratamiento de aguas residuales y tecnologías preventivas* que minimizarán el grado de contaminación.

Para llevar a cabo este proyecto se contará con personal altamente calificado proveniente de diversas universidades y Centros de Investigación como el CIQA, Instituto Mexicano del Petróleo, la UAdeC, y el CINVESTAV.

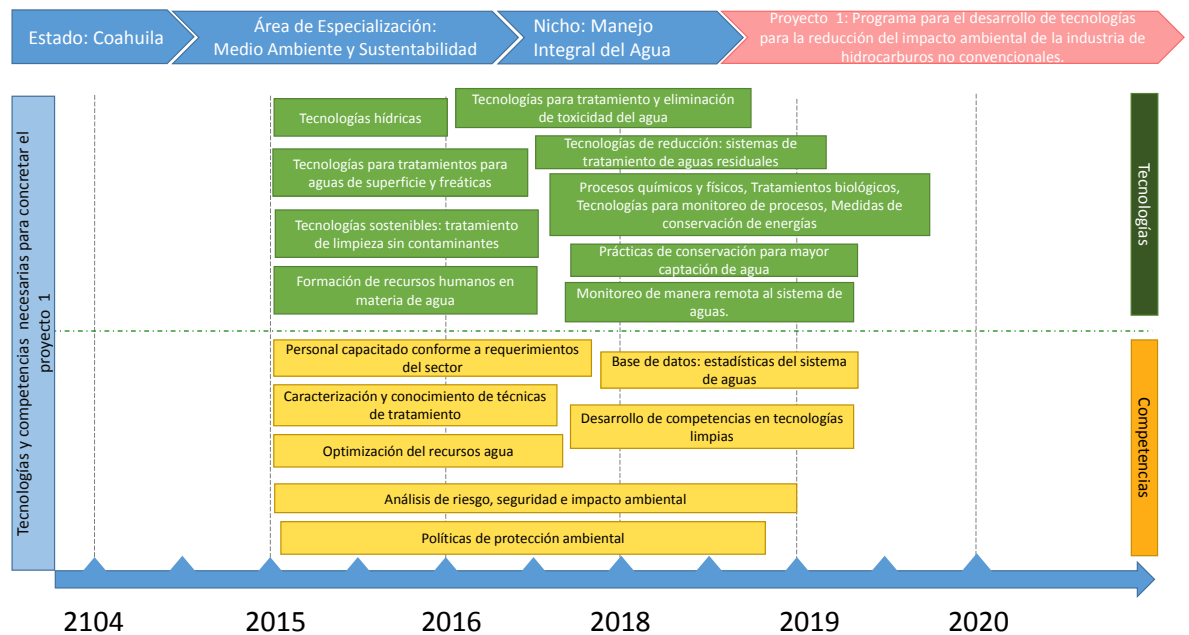
Este proyecto estará bajo la coordinación del clúster minero petrolero. Asimismo, podrán participar otros centros de educación de la región como la UTRCC, la Universidad Tecnológica de Saltillo; junto con institutos como COMIMSA y algunas dependencias como SEMARNAT, CONAGUA, Pemex, SEDEC, CONACYT y SENER, entre otras.

Es recomendable que las IES y centros de investigación impulsen, mediante esquemas colaborativos, los procesos de vinculación entre organizaciones académicas y el sector productivo, con énfasis en los procesos de generación y de explotación de conocimiento económicamente útil, e incorporen programas de vinculación que sean lo suficientemente atractivos para las empresas.

Para el óptimo desarrollo de este proyecto se consideraron los siguientes factores críticos de éxito:

- Política de protección al medio ambiente que establezca requisitos específicos para la operación sustentable de esta industria en el estado
- Evaluación de tecnologías para el manejo adecuado y reciclamiento del agua
- Compromisos empresariales para reducir y remediar contaminación
- Creación de capacidades avanzadas de investigación
- Formación de personal altamente especializado en la prevención, manejo y control de riesgos
- Programas de cooperación técnica internacional
- Financiamiento público y privado a mediano y largo plazo
- Colaboración de la administración pública como facilitador
- Normas de seguridad

Ilustración 17. Mapa de ruta del proyecto: Programa para el desarrollo de tecnologías para la reducción del impacto ambiental de la industria de hidrocarburos no convencionales.



Fuente: Cambiotec, 2014

La selección de los proyectos prioritarios en el estado, coincide con los estudios realizados previamente por el Programa Especial Agua Potable, Drenaje y Saneamiento 2011-2017. En este sentido, se estima que las diversas necesidades registradas en la presente AEI, han sido consideradas previamente en otros proyectos, mismas que persisten pese a los esfuerzos realizados por la entidad.

7.2. Proyectos relevantes complementarios

7.2.1. Proyecto: Desarrollo de tecnologías integrales para el uso eficiente de los recursos agua y suelo en los sistemas de producción agrícola.

Objetivo del proyecto: Crear un programa mediante estrategias integrales y un paquete tecnológico que permita optimizar el uso de los recursos agua y suelo en los sistemas de producción agrícola.

Justificación del proyecto: La producción agropecuaria es el sector que consume mayor cantidad de agua y suelo, sin embargo, ambos recursos carecen de las condiciones óptimas para ser aprovechados. La escasez y contaminación del agua afecta la actividad de riego del sector primario, y la erosión del suelo impide el aprovechamiento de los nutrientes en el proceso de producción agrícola.

Descripción del proyecto: El programa analizará el uso, necesidades y calidad del agua y suelo. Desarrollará investigación, tecnología y formación de recursos humanos en el aprovechamiento de estos recursos naturales. Con ello se promoverá el uso integrado y sustentable de cuencas, acuíferos y suelos; además, mejorará la productividad del agua en los sectores agrícola y pecuario. Una parte importante del programa será promover la reconversión de cultivos en función de la disponibilidad de agua y suelo.

El estado presenta diversas deficiencias en cuanto a infraestructura e instalaciones necesarias para desarrollar de manera más amplia este tipo de proyectos; por ello, los participantes en los talleres recomendaron este programa integral con la colaboración de expertos en el manejo de recursos naturales, para desarrollar un conjunto de competencias para el sostenimiento y aprovechamiento adecuado de los recursos agua y suelo en beneficio del sector agrícola.

El programa creará y difundirá un conjunto de metodologías, tecnologías, asesorías y capacitación, para el mejor uso de los recursos agua y suelo entre la población del estado; asimismo desarrollará instrumentos que certifiquen su uso racional.

Aunque el recurso agua no es considerado como un área de especialización, si representa un factor transversal que se cruza con los demás sectores, siendo su uso indispensable para la realización de la actividad económica y social de la entidad.

Este proyecto podrá ser coordinado por el INIFAP con apoyo de la UAdeC, en colaboración con otras universidades y centros de investigación. Además, la participación de dependencias como SEMARNAT, SAGARPA, CONACYT, COECYT, SEDEC, entre otras, será indispensable para el buen funcionamiento del proyecto.

Los factores críticos de éxito considerados para este proyecto son:

- Tecnologías para la gestión, tratamiento, reciclaje y reúso del agua
- Participación de empresas fabricantes de equipo de riego, tratamiento de aguas y materiales
- Participación de los tres órdenes de gobierno como facilitadores
- Contar con un conjunto de proyectos en materia de modernización, tecnificación y ampliación de la infraestructura hídrica y suelo
- Programas y estrategias integrales para el manejo racional y óptimo del recurso agua

7.2.2. Proyecto: Red de investigación sobre tratamiento de aguas residuales y manejo de residuos sólidos peligrosos.

Objetivo del proyecto: Definir y ejecutar un programa cooperativo de investigación para desarrollar, evaluar y adaptar soluciones tecnológicas a problemas de contaminación de las diferentes regiones de Coahuila, principalmente los relacionados con el agua y desechos peligrosos.

Justificación del proyecto: El rápido crecimiento industrial ha estado acompañado de un despoblamiento del campo y de una concentración en los centros urbanos, donde el incremento intenso en la demanda de agua, aunado a la baja eficiencia en su conducción para riego y para uso doméstico e industrial, ha derivado en una fuerte sobreexplotación de los principales acuíferos de la región.

La planeación para el sector primario y manejo de recursos naturales es de corto plazo y generalmente para atender situaciones de emergencia. Desde hace algunos años, la política económica estatal ha sido enfocada al desarrollo industrial; el crecimiento se ha basado principalmente en la industria maquiladora. Se ha presentado un acelerado crecimiento urbano e industrial de las zonas metropolitanas de Saltillo, Torreón y Monclova. Las actividades mineras también generan múltiples contaminantes peligrosos de difícil manejo. La concentración de industrias en unas cuantas ciudades ha traído consigo la producción y concentración de desechos industriales que requieren un tratamiento adecuado.

Descripción del proyecto: Se trata de una red de investigación integrada por las principales instituciones del estado; puede ser coordinada por la Universidad Autónoma de Coahuila.

La red operaría mediante un portafolio de proyectos que recibirían apoyo del FOMIX Coahuila y otras fuentes, siempre y cuando cumplieran con una serie de criterios establecidos por la coordinación de la red y que involucraran la participación cooperativa de varias instituciones utilizando su infraestructura. Esto fomentaría la transferencia de

conocimiento y la formación de recursos humanos.

Los proyectos aceptados deberán incluir un enfoque de aplicación y vislumbrar la transferencia de resultados a empresas, preferentemente de Coahuila.

7.3. Matriz de proyectos

Tabla 8. Matriz de proyectos del Área de Especialización en Medio Ambiente y Sustentabilidad de Coahuila

Nicho de Especialización	Proyecto y tipo (Prioritario/ Complementario)		Descripción	Potenciales fuentes de financiamiento
Manejo Integral del Agua	Programa para el desarrollo de tecnologías para la reducción del impacto ambiental de la industria de hidrocarburos no convencionales.	P	Se trata de crear un programa integral de investigación en el que se desarrollen tecnologías que permitan prevenir, o en su caso, reducir el impacto ambiental provocado por las actividades de la explotación de shale gas, principalmente en el recurso agua.	FOMIX
Manejo Integral del Agua y Protección Ambiental	Desarrollo de tecnologías integrales para el uso eficiente de los recursos agua y suelo en los sistemas de producción agrícola	C	El programa analizará el uso, necesidades y calidad del agua y suelo. Desarrollará investigación, tecnología y formación de recursos humanos en el aprovechamiento de estos recursos naturales. Con ello se promoverá el uso integrado y sustentable de cuencas, acuíferos y suelos; además, mejorará la productividad del agua en los sectores agrícola y pecuario. Una parte importante del programa será promover la reconversión de cultivos en función de la disponibilidad de agua y suelo.	FOMIX
Manejo Integral del Agua y Protección Ambiental	Red de investigación sobre tratamiento de aguas residuales y manejo de residuos sólidos peligrosos.	C	Se trata de una red de investigación integrada por las principales instituciones del estado. La red operaría mediante un portafolio de proyectos que recibirían apoyo del FOMIX Coahuila y otras fuentes, siempre y cuando cumplieran con una serie de criterios establecidos por la coordinación de la red y que involucraran la participación cooperativa de varias instituciones utilizando su infraestructura. Esto fomentaría la transferencia de conocimiento y la	FOMIX

		formación de recursos humanos.	
--	--	--------------------------------	--

Fuente: CamBioTec, 2014

7.4. Propuestas para fortalecer el sistema estatal de innovación en el área Medio Ambiente y Sustentabilidad

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

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

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

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

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

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

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

Las empresas requieren del sistema estatal de innovación:

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

8. REFERENCIAS

CINU (2014). Medio ambiente y desarrollo sostenible. Centro de Información de las Naciones Unidas. Recuperado de <http://www.cinu.mx/temas/medio-ambiente/medio-ambiente-y-desarrollo-so/>

CEDRSSA (2007), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Primer Informe.

CONAGUA (2013). Atlas del agua en México, 2013. México: Comisión Nacional del Agua.

CONAGUA (2012). Atlas del agua en México, 2012. México: Comisión Nacional del Agua.

CONANP (2014). Áreas Protegidas Decretadas. México: SEMARNAT, Comisión Nacional de Áreas Nacionales Protegidas. Recuperado de http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/

CVIA (2013). Centro Virtual de Información del Agua. México. Recuperado de http://www.agua.org.mx/h2o/index.php?option=com_content&view=section&id=6&Itemid=300004

FAO (1996). Ecología y enseñanza rural: nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas. (Serie Estudio FAO: Montes no. 131). Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/006/w>

FCCyT (2012). Coahuila: Diagnóstico en Ciencia, Tecnología e Innovación 2004-2011. México. Recuperado de http://www.foroconsultivo.org.mx/libros_editados/diagnosticos3/coahuila.pdf

Fumec (2014). Agendas Estatales y Regionales de Innovación. México. Recuperado de http://www.fumec.org/agendasinnovacion/?page_id=2

- ILAC (2014), Indicadores de seguimiento México 2012. México: SEMARNAT, INEGI.
- INEGI (2011). Estadísticas a propósito del día internacional de la diversidad biológica. México
- Jardon, J. (1995). Energía y medio ambiente: una perspectiva económica y social. México: UNAM.
- OCDE (2013). Evaluaciones del desempeño ambiental: México 2013. Francia.
- ONU (2011). La gran transformación basada en tecnologías ecológicas. Estudio Económico y Social Mundial, 2011. Nueva York: Departamento de Asuntos Económicos y Sociales
- PND (2013). Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. México.
- PROMARNAT (2013). Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018. México.
- PROMÉXICO (2014). Medio ambiente y desarrollo sustentable son los objetivos principales de Green Solutions. Recuperado de <http://www.promexico.gob.mx/development-sustainable/medium-environment-and-development-sustainable-are-the-main-objectives-principles-of-green-solutions.html>
- Regency (2014). Beneficios tangibles y mensurables. México, RFN, EU. <http://regency.org/suspdp/sp/ch2.pdf>
- Romo, J. (2010). La sustentabilidad ambiental en México y sus desafíos en materia de información, Primer Seminario Nacional de Sustentabilidad del Medio, INEGI, México.

http://www.foroconsultivo.org.mx/eventos_realizados/sustentabilidad/1_jesus_romo.pdf

SEMA (2012). Programa Estatal de Medio Ambiente 2011-2017, México, Gobierno del Estado de Coahuila.
<http://coahuila.gob.mx/archivos/pdf/Publicaciones/MEDIO%20AMBIENTE.pdf>

SEMARNAT (2012). Informe de la situación de medio ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales. Indicadores clave y de desempeño ambiental.
http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/03_suelos/cap3_2.html

SEMARNAT (2008), Informe de la situación del Medio Ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales, SNIARN.
http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_2008/index_informe_2008.html

Villavicencio, D., Carrillo, J., Plascencia, I., y De los Santos, S. (2012). Sonora: Ecosistema de innovación, Plan estratégico y transversal de ciencia y tecnología para el desarrollo de la Frontera Norte. México: El Colegio de la Frontera Norte, CONACYT, FRONCYTEC

UE (2009). Ecoinnovación: medio ambiente.
<http://ec.europa.eu/environment/pdfs/2010/pub-2010-027-es.pdf>

9. APÉNDICES

Apéndice A: Esquema de ecosistema de innovación del área Medio Ambiente y Sustentabilidad en México

Ilustración 18. Ecosistema de Innovación de Medio Ambiente y Sustentabilidad en México.



Fuente: CamBioTec, 2014

Apéndice B: IES y CI a nivel nacional relacionadas con el área Medio Ambiente y Sustentabilidad en México

Tabla 9. IES y CI relacionados con el área de Medio Ambiente y sustentabilidad en México.

Instituciones en México	Líneas de investigación / Descripción
Instituto de Biología, UNAM	Cuenta con diversas unidades de investigación sobre temas de: Departamento de Botánica y Zoología. Posee diversas colecciones zoológicas nacionales. Cuenta con un herbario nacional. Tienen varios laboratorios temáticos de: Biología Molecular de la Biodiversidad y la Salud. Microscopía Electrónica y fotografía de la biodiversidad. Cuenta con maestría y doctorado en ciencias biológicas.
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN	La oferta educativa a nivel licenciatura es: Ingeniero Bioquímico; Ingeniero en Sistemas Ambientales; Biología Químico Bacteriólogo; Parasitólogo Químico; Farmacéutico Industrial. La oferta de posgrado para maestría y doctorado es: Alimentos; Biociencias; Biomedicina y Biotecnología Molecular; Ciencias Quimicobiológicas e Inmunología.
Colegio de Posgraduados	La oferta educativa del posgrado se centra en maestría y doctorado en Ciencias. Las líneas de innovación son: Sustentable de Recursos Naturales; Agroecosistemas sustentables; Energía alterna y biomateriales; Agronegocios, agroecoturismo y arquitectura del paisaje Biotecnología microbiana, vegetal y animal; Conservación y mejoramiento de recursos genéticos; Inocuidad, calidad de alimentos y bioseguridad; Impacto y mitigación del cambio climático; Geomática aplicada al estudio y manejo de los recursos naturales y sistemas agropecuarios; Desarrollo rural sustentable; Sistemas de producción agrícola, pecuaria, forestal, acuícola y pesquera; Agregación de valor; Comunidades rurales agrarias, ejidos y conocimiento local. Educación, desarrollo humano y gestión del conocimiento; Estadística, modelado y tecnologías de información aplicadas a la agricultura y al medio rural; Innovación tecnológica
Universidad Autónoma Chapingo	La oferta académica referente al área de especialización es: Agroecología, Centros Regionales, División de Ciencias Forestales, Fitotecnia, Mecánica Agrícola, Ingeniería en Irrigación, Suelos, etc. Cuenta con centros de investigación: CADS, CEPRAE, CUESTAAM.
Universidad Metropolitana	La oferta académica es: Biología, Biología Ambiental, Biología Molecular, Geografía, Hidrobiología, Ingeniería Ambiental, Ingeniería Biológica, Ingeniería Biomédica, Ingeniería Hidrológica, Ingeniería de Recursos Hídricos, Planeación Territorial.

Instituto Nacional de Ecología (INE)	Líneas de investigación: Cambio Climático Calidad del Aire; Sustancias Químicas Riesgos Ecotoxicológicos Capacitación Ambiental Contaminación Atmosférica; Residuos-Sitios Contaminados Monitoreo Atmosférico; Ordenamiento Ecológico Conservación de Ecosistemas; Cuencas Hídricas Economía Ambiental; Bioseguridad Ecosistemas Acuáticos
Colegio de la Frontera Sur	Las líneas de investigación del Colegio son: Agricultura Acuática; Agricultura Sociedad y Ambiente, Ciencias de la Sustentabilidad; Conservación de la Biodiversidad. La oferta de la maestría es: Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural. La oferta de doctorado consiste en: Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable.
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste	Tiene un Centro en Ciencias Exactas y Naturales. Las líneas de investigación en el área del centro son: Programa de Planeación Ambiental y Conservación; Ecología y biología de especies relevantes desde el punto de vista de su uso y conservación; Determinación de hábitats prioritarios; Modelación espacial de especies y hábitats. Aproximaciones en ecología del paisaje y biología de la conservación Ecotoxicología ambiental; Manejo de zonas costeras; Impacto ambiental y biorremediación; Diversidad biológica y genética de la Península de BC La oferta de maestría y doctorado es: •Acuicultura •Agricultura Sustentable •Biología Marina •Biotecnología •Ecología de Zonas Áridas •Pesquerías
Universidad de Guadalajara (U de G)	Oferta académica: Ciencias Biológicas Agropecuarias; Ciencias exactas e ingenierías.

Fuente: CamBioTec, 2014

Apéndice C: Entidades gubernamentales federales y estatales de apoyo al área Medio Ambiente y Sustentabilidad

A continuación se reseñan sólo algunas de las instituciones más importantes vinculadas al área Medio Ambiente y Sustentabilidad.

Tabla 10. Relación de instituciones de gobierno a nivel federal relacionadas con el sector Medio Ambiente.

Institución	Líneas de investigación / Descripción
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)	Es la dependencia de gobierno encargada de fomentar la protección, restauración y conservación de los ecosistemas y recursos naturales, y bienes y servicios ambientales, con el objetivo de propiciar su aprovechamiento y desarrollo sustentable.
Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)	Dependencia del gobierno encargada de incrementar los niveles de observancia de la normatividad ambiental para contribuir al desarrollo sustentable. Sus facultades se concentran en vigilar el cumplimiento de las disposiciones legales; salvaguardar los intereses de la población en materia ambiental procurando el cumplimiento de la legislación ambiental, sancionar a las personas físicas y morales que violen dichos criterios legales, etc.
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)	Dependencia encargada de promover, coordinar, apoyar y realizar actividades encaminadas al conocimiento de la diversidad biológica, así como a su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad. Conabio es una organización de investigación aplicada, promotora de investigación básica, que compila y genera información sobre diversidad, desarrolla capacidades humanas en el área de informática de la biodiversidad y es fuente pública de información y conocimiento para la sociedad.
Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)	Dependencia desconcentrada de la SEMARNAT, se encarga de administrar, regular, controlar y proteger las aguas nacionales de México. En su estructura cuenta con el Servicio Meteorológico Nacional. Entre sus múltiples funciones destacan: la elaboración de una política hídrica nacional; desarrollar programas interregionales e intercuenas sobre aguas nacionales, etc.
Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)	Es un organismo público descentralizado, cuyo objetivo es desarrollar, favorecer e impulsar las actividades productivas, de conservación y restauración en materia forestal, y participar en la elaboración y aplicación de la política de desarrollo forestal.
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)	Es el organismo encargado de conservar los ecosistemas más representativos de México y su biodiversidad, mediante las Áreas Naturales Protegidas y otras modalidades de conservación, fomentando una cultura de la conservación y el desarrollo sustentable de las comunidades asentadas en su entorno, con criterios de inclusión y equidad.

Fuente: Cambiotec, 2014

Tabla 11. Relación de instituciones de gobierno a nivel estatal relacionadas con el sector Medio Ambiente.

Institución	Líneas de investigación / Descripción
Secretaría del Medio Ambiente de Coahuila (SEMA)	Tiene la tarea de fomentar la protección, conservación y restauración de los ecosistemas. Coahuila tiene sectores productivos, entre ellos, el primario, que requiere para desarrollarse de un ambiente sano en el que la población de las distintas regiones de la entidad, encuentren las condiciones adecuadas para vivir en comunión con el medio, para ello, se deben gestionar las políticas públicas mediante las herramientas legales políticas y sociales que permitan tal convivencia.
Secretaría de Gestión Urbana, Agua y Ordenamiento Territorial (SEGU)	La dependencia se encarga de impulsar el crecimiento ordenado de las diferentes regiones de la entidad, con el fin de garantizar un desarrollo equilibrado y sustentable para beneficiar a la población del estado.
Secretaría de Desarrollo Económico y Competitividad (SEDEC)	La SEDEC informa sobre las acciones de fomento económico que desarrolla para promover la inversión para generar y mantener fuentes de empleo, ayudar al desarrollo industrial y comercial.
Secretaría de Desarrollo Rural (SEDER)	Es la dependencia encargada de desarrollar y difundir programas, convocatorias y reglas de operación, así como beneficiarios de los mismos. Asimismo, comunica las acciones que implementa la SEDER en beneficio de los productores coahuilenses agrícolas y ganaderos.
Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COECYT)	El Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología presenta información correspondiente a convocatorias, mecanismos de vinculación con los sectores sociales y productivos e información de actividades relacionadas con ciencia, tecnología e innovación en el estado.

Fuente: Cambiotec, 2014