

# **1. CONSERVACIÓN DE ESPECIES Y ECOSISTEMAS, MANEJO SUSTENTABLE Y ORDENAMIENTO**

## **1.1. Conocimiento y conservación de especies y de ecosistemas.**

**Diagnósticos y/o monitoreo del estado de conservación de ANPs y regiones prioritarias, ecosistemas relevantes y hábitats críticos; y diagnóstico y/o monitoreo del estado de conservación de poblaciones de especies mexicanas en riesgo y prioritarias, y recursos no maderables.**

### **Antecedentes**

El deterioro y la fragmentación de los ecosistemas, con la consecuente pérdida de biodiversidad, son unos de los más graves problemas que enfrenta nuestro país. La situación actual y el estado de conservación de las especies, así como la información histórica registrada, en la mayoría de los casos es insuficiente para conocer con detalle la evolución de esa situación y por lo tanto establecer políticas más acertadas para frenar o detener dichos problemas. En México, a pesar de que se han llevado a cabo diversos estudios de hábitats y ecosistemas, prácticamente no se han implementado programas de seguimiento sostenidos y sistemáticos. Por este motivo, es imprescindible ampliar el conocimiento sobre la biodiversidad y estado de conservación de hábitats críticos o de aquellos que tengan asociadas poblaciones de especies en riesgo, prioritarias, clave o sujetas a manejo y aprovechamiento, así como de ANPs, regiones prioritarias y ecosistemas relevantes, con el fin de proponer y desarrollar estrategias de conservación, manejo, recuperación, rehabilitación y restauración en ellos.

La lista de las ANPs y un mapa de su ubicación pueden consultarse en: <http://www.ine.gob.mx/ucanp/index5.html>.

Para los propósitos de esta convocatoria se consideran hábitats críticos los que se mencionan en el Artículo 63, Capítulo II de la Ley General de Vida Silvestre ([http://www.ine.gob.mx/dgvs/ley\\_vs.html#t2](http://www.ine.gob.mx/dgvs/ley_vs.html#t2)) y ecosistemas relevantes aquellos que lo son por los servicios ambientales de gran impacto que prestan. Se consideran regiones prioritarias aquellas que fueron identificadas como resultado del trabajo conjunto de expertos de la comunidad científica nacional coordinados por la CONABIO, así como las áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS). Las listas de las regiones prioritarias terrestres, marinas e hidrológicas, y la de las AICAS, así como sus mapas correspondientes, pueden consultarse respectivamente en:

[http://www.conabio.gob.mx/rtp/regiones\\_terrestres\\_prioritarias.html](http://www.conabio.gob.mx/rtp/regiones_terrestres_prioritarias.html),

<http://www.conabio.gob.mx/rmp/rmp.html>,

<http://www.conabio.gob.mx/rhp/rhp.html>,

[http://conabio\\_web.conabio.gob.mx/aicas/aica.html](http://conabio_web.conabio.gob.mx/aicas/aica.html).

Para los propósitos de esta convocatoria, se consideran especies en riesgo aquellas que están en la, Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2002 las especies mexicanas que están en los listados de CITES ([www.cites.org](http://www.cites.org)), así como las parientes silvestres de

transgénicos que estén en la NOM-059-2002 o que, sin estarlo, sean endémicas o de importancia económica para el país.

Se consideran especies prioritarias aquellas seleccionadas para los Proyectos de Recuperación de Especies Prioritarias (PREPs); éstas pueden consultarse en: [http://www.ine.gob.mx/upsec/programas/prog\\_cvs/est1.htm](http://www.ine.gob.mx/upsec/programas/prog_cvs/est1.htm) o en la lista anexa 1.3.A También podrán incluirse estudios de recursos no maderables, migratorias o que desempeñan un papel clave en la dinámica de los ecosistemas en que habitan.

En relación con las especies prioritarias, los Subcomités Técnicos Consultivos para la Protección, Conservación y Recuperación de Especies Prioritarias, así como ONGs y grupos de investigación de instituciones académicas, identificaron líneas de investigación para cada una de ellas. Se dará prioridad a los proyectos que se enfoquen a aquellas que sean pertinentes para los diagnósticos o monitoreos.

## **Objetivos**

1. Obtener información actualizada sobre las especies en riesgo, prioritarias, clave y no maderables, y de sus hábitats y poblaciones, así como sobre las ANPs, regiones prioritarias, hábitats críticos y ecosistemas relevantes.
2. Evaluar las técnicas y métodos de censo de poblaciones con el propósito de mejorar su precisión y aplicabilidad.
3. Elaborar escenarios y modelos sobre la viabilidad de las poblaciones de estas especies.
4. Proponer metodologías que permitan comparar los cambios temporales y espaciales en la riqueza y abundancia de especies en riesgo o prioritarias, así como especies conspicuas o de importancia funcional para los ecosistemas.
5. Iniciar el monitoreo de dichas especies en ecosistemas relevantes.
6. Realizar el seguimiento de poblaciones migratorias.
7. Realizar estudios de caso sobre la diversidad biológica en ANPs, regiones prioritarias, hábitats críticos y ecosistemas relevantes, que permitan conocer la distribución, abundancia y estado de conservación de especies de flora y fauna, principalmente de las endémicas, en riesgo o clave; la estructura y dinámica de las comunidades; así como la capacidad de carga y estado de conservación del hábitat.
8. Desarrollar proyectos que permitan evaluar el impacto de las actividades humanas sobre el hábitat y proponer estrategias de conservación que involucren a los habitantes locales.
9. Identificar y evaluar hábitats críticos y fragmentados, así como áreas y poblaciones que requieren trabajos de rehabilitación, recuperación o restauración.
10. Proponer metodologías que permitan comparar los cambios temporales y espaciales de los atributos básicos en ANPs, regiones prioritarias, hábitats críticos y ecosistemas relevantes.
11. Implementar sistemas de seguimiento o monitoreo en dichas zonas.
12. Poner a disposición de las dependencias gubernamentales, organizaciones de diversos sectores, comunidad académica y público en general, la información acerca de estas especies o poblaciones y zonas, así como los diagnósticos de su estado de

conservación y situación actual, que contribuya al avance en su conocimiento y conservación.

### **Productos esperados**

1. Para las diagnosis, una base de datos (en Access, o con alguna estructura relacional) u hojas de cálculo (en Excel) con información taxonómica y ecológica de las especies o de las poblaciones de especies, o de las áreas, regiones o hábitats estudiados.
2. Documentos, en formato digital, con análisis de la información sobre las especies o sus poblaciones, diagnósticos y evaluaciones sobre su situación y estado de conservación, así como recomendaciones para su monitoreo y conservación. Documentos, en formato digital, con análisis de la información sobre las áreas regiones o hábitats, diagnósticos y evaluaciones sobre su situación y estado de conservación, recomendaciones para su aprovechamiento y conservación, y planes de manejo de ANPs o recomendaciones para modificar los existentes.
3. Para los monitoreos, una base de datos con la información generada durante el desarrollo del proyecto o recopilada de otros ya realizados, y con la cual se haya iniciado el monitoreo. En su caso, incluir los resultados de la primera etapa de aplicación del sistema de monitoreo, si esta aplicación forma parte del proyecto.
4. Documentos, en formato digital, con la descripción detallada del diseño y establecimiento de sistemas de monitoreo de las especies y zonas mencionadas, y de los métodos a seguir a mediano y largo plazo para continuarlos, así como el análisis de la información obtenida o recopilada y que sirvió como punto de partida para iniciarlo.
5. Cartografía con la distribución de las especies o poblaciones de ellas, actual e histórica, en formato digital, y cartografía del área, región o hábitat estudiado, a escala 1:50,000 ó 1:20,000.

## **1.2. Restauración de hábitat y ecosistemas en áreas naturales protegidas y regiones terrestres o marinas prioritarias para la conservación, con énfasis en erradicación de especies exóticas, reintroducción y/o rehabilitación.**

### **Antecedentes**

Debido a la acelerada pérdida de los sistemas naturales que se ha presentado en México durante las últimas décadas, se ha puesto en riesgo la integridad de los recursos naturales, por lo que se requieren con urgencia acciones inmediatas y eficaces que fortalezcan los esfuerzos de conservación de especies en riesgo o prioritarias para la conservación, así como de hábitats degradados regiones prioritarias o en áreas naturales protegidas (ANPs), en especial Cañón de Santa Elena, Islas del Golfo de California, Isla Guadalupe, Cuatrociénegas, el Corredor Biológico del Chichinautzin, Maderas del Carmen, Alto Golfo de California, El Pinacate, Mapimí, La Michilía, Sierra Gorda, Los Tuxtlas, Mariposa Monarca, Sierra de Huautla, Sierra de Manantlán, Barranca de Metztitlan, Sierra Gorda, Pantanos de Centla, Yum Balam, Sian Ka'an, Lagunas de Montebello, Palenque, El Triunfo y La Sepultura.

La introducción de especies exóticas de manera intencional (vgr con fines comerciales) o accidental, así como el establecimiento y expansión de las especies invasoras, ponen en riesgo la integridad de los ecosistemas, hábitats y especies nativas silvestres que se distribuyen en ellos. Asimismo, algunas modificaciones en los ecosistemas ocasionan que algunas especies nativas o exóticas se tornen invasoras, provocando la extinción de especies silvestres y la degradación de los ecosistemas al afectar su estructura y características funcionales.

Por ello, es indispensable llevar a cabo proyectos de erradicación de especies introducidas, reintroducción de especies nativas y/o rehabilitación de ecosistemas como acciones necesarias para lograr la restauración y conservación de hábitat y ecosistemas.

Para propósitos de esta convocatoria se consideran regiones prioritarias aquellas que fueron identificadas como resultado del trabajo conjunto de expertos de la comunidad científica nacional coordinados por la CONABIO, así como las áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS). Las listas de las regiones prioritarias terrestres, marinas e hidrológicas, y la de las AICAS, así como sus mapas correspondientes, pueden consultarse respectivamente en:

[http://www.conabio.gob.mx/rtp/regiones\\_terrestres\\_prioritarias.html](http://www.conabio.gob.mx/rtp/regiones_terrestres_prioritarias.html),

<http://www.conabio.gob.mx/rmp/rmp.html>,

<http://www.conabio.gob.mx/rhp/rhp.html>,

[http://conabio\\_web.conabio.gob.mx/aicas/aica.html](http://conabio_web.conabio.gob.mx/aicas/aica.html).

La información sobre las áreas naturales protegidas y los mapas correspondientes se pueden consultar en las páginas <http://www.ine.gob.mx/ucanp/index5.html> y <http://conanp.gob.mx>

## **Objetivos**

1. Incrementar el conocimiento sobre la distribución y abundancia de las especies exóticas e invasoras, los factores que propician su introducción a los ecosistemas, y el estado de conservación de los hábitats en que se distribuyen y de las especies nativas asociadas.
2. Incrementar el conocimiento sobre métodos y técnicas de recuperación y reintroducción de especies en riesgo, prioritarias o clave, y sobre rehabilitación o restauración de hábitats en ANPs y regiones prioritarias.
3. Desarrollar estrategias y metodologías adecuadas de erradicación o prevención de introducción de especies exóticas e invasoras, de reintroducción de especies nativas y de restauración.
4. Desarrollar estudios de caso para evaluar la presencia de las especies exóticas o invasoras, el efecto que causan sobre los hábitats y las especies nativas silvestres, la puesta en marcha de acciones para su control poblacional o erradicación y la posterior evaluación de la recuperación del ambiente y de las poblaciones de especies nativas.
5. Desarrollar estudios de caso y las metodologías y técnicas apropiadas para la recuperación y reintroducción de especies en riesgo, prioritarias o clave; y sobre rehabilitación o restauración de hábitats en ANPs o regiones prioritarias, que contribuyan a su conservación.
6. Elaborar diagnósticos regionales y propuestas de planes de acción para la identificación y control de florecimientos algales nocivos en las regiones marinas
7. Poner a disposición de las dependencias gubernamentales, organizaciones de diversos sectores, comunidad académica y público en general, la información generada en los estudios de caso.

## **Productos esperados**

1. Informe técnico, en formato digital, que describa el marco metodológico y conceptual para evaluar la distribución y abundancia de las especies exóticas o invasoras, el probable efecto que producirán, el estado de conservación del hábitat en que se distribuyen y de las especies nativas silvestres asociadas, las propuestas de acciones para llevar a cabo su control poblacional o erradicación, los enfoques y propuestas para extrapolación de resultados y acciones de prevención, así como el pronóstico a largo plazo en caso de no tomar medidas para el control o erradicación.
2. Informe técnico, en formato digital, que describa el marco metodológico y conceptual para evaluar la recuperación del ambiente y de las poblaciones de especies nativas silvestres después del control o erradicación de las especies exóticas o invasoras.
3. Informe técnico, en formato digital, que describa el marco metodológico y conceptual para la puesta en marcha de proyectos específicos de recuperación o reintroducción de especies, o de rehabilitación y restauración de hábitats, con los resultados obtenidos y la evaluación de los mismos, así como con los enfoques deseables para extrapolación de resultados.
4. Bases de datos (en Access, Biótica o con alguna estructura relacional) u hojas de cálculo (en Excel) con la información de los resultados obtenidos.

### **1.3. Investigación para el manejo sustentable de especies CITES**

#### **Antecedentes**

En México existen muchas especies listadas en los Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES). Sin embargo, la mayoría no cuenta con los estudios poblacionales y ecológicos necesarios para lograr su manejo sustentable.

Debido a que el aprovechamiento de las especies debe darse en un marco de sustentabilidad, es de primordial importancia desarrollar estudios sobre la biología, estado y tendencias poblacionales, requerimientos ecológicos, rutas migratorias (en su caso), y capacidad de carga del área donde se distribuyen dichas especies, con el fin de establecer esquemas, cuotas de aprovechamiento y uso adecuados.

Así mismo, es importante verificar la permanencia de las especies mexicanas incluidas en los Apéndices a fin de constatar el aporte que la CITES puede hacer para evitar que el comercio internacional sea causa de extinción de dichas especies, o en su caso proveer los elementos necesarios para proponer su eliminación de los mismos.

Las especies listadas en los Apéndices de la CITES pueden consultarse en:

[http://www.conabio.gob.mx/institucion/cooperacion\\_internacional/doctos/cites.html](http://www.conabio.gob.mx/institucion/cooperacion_internacional/doctos/cites.html)

ó en:

[http://www.cites.org/esp/append/latest\\_appendices.shtml](http://www.cites.org/esp/append/latest_appendices.shtml)

#### **Objetivos**

1. Obtener información actualizada sobre distribución, abundancia y estado de conservación de especies mexicanas incluidas en la CITES, que sirvan como base para la elaboración de propuestas de conservación y manejo sustentable.
2. Desarrollar estudios de caso sobre la biología, ecología, estado y tendencias poblacionales, distribución, comercio y abundancia de especies CITES, que ayuden a validar su permanencia en los Apéndices..
3. Desarrollar estudios de caso y metodologías y técnicas apropiadas para la determinación de la capacidad de carga del hábitat en las áreas donde se distribuyen especies CITES.
4. Desarrollar estudios de caso y las metodologías y técnicas apropiadas para la determinación de la capacidad de carga de uso de especies CITES, es decir, la capacidad de carga para y el posible establecimiento de cuotas de aprovechamiento en áreas determinadas con la participación de las comunidades locales.
5. Desarrollar estudios de caso y las metodologías y técnicas apropiadas para evaluar la sustentabilidad del uso de la(s) especie(s) CITES en áreas determinadas.
6. Desarrollar proyectos que permitan evaluar el impacto de las actividades humanas sobre las especies y proponer estrategias de conservación y aprovechamiento sustentable, que involucren a los habitantes locales.
7. Implementar sistemas de seguimiento o monitoreo de especies CITES.

8. Poner a disposición de las dependencias gubernamentales, organizaciones de diversos sectores, comunidad académica y público en general, la información sobre las especies, así como los diagnósticos de su estado de conservación y situación actual, que contribuya al avance en su conocimiento, conservación, manejo y aprovechamiento sustentable.

Tendrán preferencia los proyectos de aquellas especies CITES que además estén incluidas en la NOM-ECOL-059059-SEMARNAT-2001, así como las incluidas en listado de especies prioritarias CITES elaborado por el INE-CONABIO-DGVS

### **Productos esperados**

1. Documentos, en formato digital, con el análisis de la información sobre la distribución y abundancia de la(s) especie(s), así como con las recomendaciones para su manejo, aprovechamiento y conservación.
2. Documentos en formato digital con información relativa a la biología, ecología, estado y tendencias poblacionales, distribución, comercio y abundancia de especies CITES, de acuerdo con la Resolución Conf. 9.24 de la CITES a fin de proveer los elementos necesarios para enmendar los Apéndices de la CITES. (véase [http://www.cites.org/esp/resols/9/9\\_24.shtml](http://www.cites.org/esp/resols/9/9_24.shtml))
3. Documentos, en formato digital, sobre el desarrollo de metodologías y modelos para la evaluación de la sustentabilidad del uso de las especies. Dicho documento deberá contener el marco conceptual y metodológico, los estudios de caso, el análisis comparativo con otros métodos, haciendo hincapié en los alcances y en las limitaciones de los métodos analizados.
4. Para los monitoreos, bases de datos con la información generada durante el desarrollo del proyecto o recopilada de otros ya realizados, y con la cual se haya iniciado el monitoreo. En su caso, incluir los resultados de la primera etapa de aplicación del sistema monitoreo, si esta aplicación forma parte del proyecto.
5. Documentos, en formato digital, con la descripción detallada del diseño y establecimiento de sistemas de monitoreo de la(s) especie(s), y de los métodos a seguir a mediano y largo plazo para continuarlos, así como el análisis de la información obtenida o recopilada y que sirvió como punto de partida para iniciarlo.
6. Bases de datos (en Access, Biótica o con alguna estructura relacional) u hojas de cálculo (en Excel) con la información resultante del proyecto.

## **1.4. Servicios ambientales en cuencas hídricas y áreas naturales protegidas (ANPs)**

### **Antecedentes**

La presión antrópica ejercida sobre los ecosistemas naturales y los terrenos dedicados a actividades productivas ocasiona el detrimento de la capacidad de los ecosistemas de realizar funciones ecológicas. Un primer reconocimiento oficial a la importancia de uno de estos servicios ambientales fue realizado por la CONAFOR (Reglas de operación para el otorgamiento de pagos del programa de servicios ambientales hidrológicos, Diario Oficial 3 de Octubre del 2003). Sin embargo, tanto en esta propuesta oficial como en aquellas elaboradas por organismos internacionales (FAO, Banco Mundial) no se ha definido claramente la metodología para evaluar la oferta ambiental de los ecosistemas en cuanto a servicios ambientales hidrológicos, de captura de carbono y de biodiversidad específicamente.

Actualmente existe información teórico-metodológica sobre las diversas maneras de abordar el estudio de los Servicios Ambientales que puede encontrarse en páginas de instituciones como UNESCO (<http://www.unesco.org/water>) y WRI (<http://www.wri.org>). Así mismo, existen distintos insumos cartográficos que pueden apoyar el diseño y desarrollo de investigaciones sobre los Servicios Ambientales. Tales insumos se encuentran disponibles para todo el país a escala 1:250,000 en la página del INE (<http://mapas.ine.gob.mx/index.html>) e incluyen: delimitación de cuencas hidrográficas, red de drenaje, ángulo de inclinación de las pendientes, disección vertical del relieve y vegetación y uso del suelo, entre otros.

Los servicios ambientales evaluados comprenderán al agua, superficial y subterránea, captura de carbono, en suelos y vegetación y, biodiversidad para lo cual pueden utilizarse herramientas como percepción remota y sistemas de información geográfica, entre otras.

### **Objetivos**

1. Promover el diseño metodológico de estudios aplicados para la evaluación de servicios ambientales, específicamente agua, captura de carbono y biodiversidad, en cuencas hidrográficas .
2. Proveer estudios de caso sobre los servicios ambientales (protección de los recursos hídricos; captura de carbono en suelos y vegetación y, biodiversidad)
3. Aportar elementos de análisis para el diseño de políticas públicas que favorezcan la protección del conjunto de los servicios ambientales generados por los ecosistemas.

Para propósito de esta convocatoria se consideran cuencas prioritarias aquellas que fueron identificadas por la SEMARNAT y que comprenden: cuenca de Burgos, Región del Golfo de California, Región Izta-Popo, Corredor Biológico Mesoamericano, Cuenca del río Bravo y la Cuenca de México (Metas Prioritarias Programa Anual de Trabajo, SEMARNAT 2004).

Entre las ANPs que requieren estudios de este tipo se incluyen Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl, las reservas de la biosfera Mariposa Monarca, Sierra de



Manantlán, Los Tuxtlas, Sierra Gorda, El Chico, las áreas de protección de flora y fauna Corredor Biológico Chichinautzin, Maderas del Carmen, Cañón de Santa Elena, Cuatrociénegas, y las áreas protegidas Sierra de Ajos-Bavispe y Chimalapas.

La lista de las ANPs y un mapa de su ubicación pueden consultarse en <http://www.ine.gob.mx/index5.html>.

### **Productos esperados**

1. Investigaciones novedosas sobre metodología para evaluar al agua superficial y subterránea como servicio ambiental.
2. Inventario y caracterización de bienes y servicios ambientales (agua, captura de carbono en suelos y vegetación y, biodiversidad) en cuencas hídricas y ANPs
3. Ejemplos cartográficos de la representación de los bienes y servicios ambientales disponibles en cuencas hídricas y ANPs, así como su valoración económica y ecológica.
4. Propuestas de aplicación de pago por servicios ambientales en cuencas hídricas y ANPs.

## **1.5. Efecto de políticas públicas sobre el medio ambiente**

### **Antecedentes**

Toda actividad productiva realizada en el medio ambiente modifica la estructura y funcionamiento original de los ecosistemas, provocando algún tipo de impacto. Como parte de las políticas de Estado, los diferentes sectores de la administración pública federal han estado a cargo de la aplicación de políticas públicas que tienen por objetivo mejorar situaciones particulares relacionadas con su campo de acción.

Todas estas políticas son diseñadas para conseguir objetivos sectoriales, como son aumentar la inversión, aumentar la producción agrícola, aumentar las exportaciones, reducir la pobreza, fomentar el crecimiento del país, entre otros. Sin embargo, independientemente de que se consigan dichos objetivos estas políticas tienen un impacto poco conocido sobre el medio ambiente.

Las políticas públicas que se analizarán están relacionadas con actividades productivas de tipo industrial, agropecuaria, de desarrollo social y turismo, considerando cada una por separado. Como escala espacial pueden considerarse las regiones, que incluyan una o más cuencas, o bien a nivel local, los municipios.

### **Objetivos:**

1. Analizar los incentivos y las conductas que las políticas públicas de los últimos 15 años han generado en la población que se beneficia de ellas
2. Análisis de políticas públicas que se aplican en una zona de estudio en particular, de los incentivos que generan en los individuos y de las presiones sobre el medio ambiente que resultan de ello.
3. Evaluar los impactos que las políticas públicas sectoriales generan sobre el medio ambiente y cuantificar ese impacto como un costo asociado a las políticas públicas sectoriales bajo estudio y ofrecer recomendaciones para un cambio en política pública.

### **Productos esperados:**

1. Revisión exhaustiva de las políticas públicas aplicadas en la zona de estudio
2. Determinación de incentivos que las políticas generan en los beneficiados por las políticas
3. Determinación de las presiones ambientales resultado de las políticas públicas
4. Determinación de los costos ambientales que dichas políticas han generado
5. Propuesta de modificación de las políticas públicas para conseguir los objetivos sectoriales con menores impactos ambientales

## **1.6. Paisajes y herencia cultural**

### **Antecedentes**

Los paisajes culturales representan un componente fundamental del capital natural y cultural de México.

Los paisajes culturales son áreas geográficas en las cuales las interrelaciones entre la actividad humana y el medio ambiente han creado patrones ecológicos, socioeconómicos y culturales. Se construyen históricamente, dependiendo de las condiciones naturales y de los procesos culturales a través del tiempo.

Por estas razones, los paisajes culturales proveen a la ecología y a la economía de un poderoso instrumento de integración ínter y transdisciplinaria.

### **Objetivos**

La línea de investigación que se plantea apoyar a través del Fideicomiso, se basa en la necesidad de impulsar esfuerzos que permitan integrar los tres principales componentes de los paisajes culturales:

1. La complejidad natural, que es ampliamente representada por los cambios en la cobertura vegetal y en los usos del suelo.
2. La complejidad cultural, que está estrechamente ligada a los diversos usos humanos de los recursos naturales y a un amplio espectro de valores culturales (mitos, creencias, etc.) acerca de los usos del suelo.
3. La complejidad económica, ligada al uso diversificado, directo e indirecto, de los bienes y servicios de los ecosistemas.

### **Área del Proyecto.**

Se seleccionarán regiones ecológicas y culturales que sean representativas de la biodiversidad de México: desérticas y semidesérticas, templadas, húmedas, cálido-húmedas y tropicales.

### **Productos Esperados**

Evaluación del paisaje cultural en regiones ecológicas y culturales que sean representativas de la diversidad de México tales como cafetales de sombra, chinampas, terrazas nopaleras, terrazas salineras y sistemas de conservación de agua tradicionales (por ejemplo chultún-aguada maya).

## **1.7. Vulnerabilidad del recurso agua subterránea en el marco del ordenamiento ecológico y el manejo de cuencas hídricas**

### **Antecedentes**

Por sus características ambientales y sus implicaciones sociales y económicas, la vulnerabilidad de los acuíferos es un tema relevante para la planeación territorial. El ordenamiento ecológico del territorio y el manejo de cuencas requieren definir áreas de importancia para la planeación sectorial, y la evaluación de los acuíferos en este contexto, requiere de un análisis integral que vincule tres aspectos:

**Sistema natural:** ya que la visión del manejo del agua integra plenamente los recursos hidráulicos con la conservación y restauración de otros recursos naturales de la nación. Debido a que en amplias zonas del país la deforestación ha provocado fuerte erosión de los suelos, lo que ocasiona un menor control natural del *escurrimiento superficial* y una *menor recarga* de los acuíferos esta temática es prioritaria para la gestión de las cuencas hidrológicas y la conservación de los recursos hidráulicos tanto en cantidad como en calidad.

**Sistema socio-cultural:** Es de interés nacional que la planeación territorial considere la conservación y manejo sustentable de los elementos del medio natural cuyas condiciones modifican la cantidad de agua, como los bosques y *zonas de recarga*; así como la ubicación de áreas antrópicas cuya actividad signifique un problema potencial para la calidad del recurso, (por ejemplo los confinamientos de residuos sólidos); y que incluya restricciones de uso para las zonas federales aledañas a cauces.

**Sistema económico:** En este contexto es importante vincular el análisis de los usos del territorio con fines de aprovechamiento de los bienes y servicios ambientales.

### **Área del Proyecto**

Es necesario contar con una definición teórico-práctica de la relación entre agua subterránea y superficial en cuencas, en particular en zonas del centro y centro-norte del país, afectadas por procesos de sobre-explotación de acuíferos (usos agropecuarios e industriales, principalmente). Es preciso ubicar los acuíferos y sus áreas de recarga, y en ellas evaluar la vulnerabilidad por presiones antrópicas.

### **Productos Esperados**

1. Evaluación de la vulnerabilidad de los acuíferos y sus áreas de recarga en zonas críticas del centro y norte el país.
2. Marco conceptual y estudios de caso donde se vincule la relación entre agua subterránea y manejo de cuencas
3. Marco conceptual y estudios de caso donde se analice el papel de la vulnerabilidad del recurso agua subterránea en el ordenamiento ecológico.

## **1.8. Degradación y Restauración de suelos**

### **Antecedentes**

Durante las últimas décadas, los estudios de degradación de suelos en México se han centrado en la evaluación de la erosión hídrica. Sin embargo, el conocimiento del estado actual de este fenómeno es aún incipiente. La literatura sobre el tema sigue siendo escasa, dispersa, de difícil acceso y, en ocasiones, confusa y contradictoria. El conocimiento de los otros procesos de degradación (contaminación, salinización, acidificación, compactación etc.) es aún escaso y centrado en zonas puntuales en el país.

Estudios recientes utilizando la metodología GLASOD a escala 1:250,000 (SEMARNAT-Colegio de Posgraduados, 2002) indican que el 45% del territorio Mexicano presenta algún proceso de degradación de suelos inducidos por el hombre. Los procesos más importantes están dados por la degradación química y por la pérdida de fertilidad del suelo.

La evaluación de la degradación de suelos, por métodos cualitativos a semi-cuantitativos, podrá utilizar tecnologías como percepción remota, fotografías aéreas y sistemas de información geográfica, que complementen el trabajo de campo. Los estudios serán de escala local (1:10,000) a regional (1:100,000), dando lugar a una investigación interdisciplinaria (disciplinas naturales y sociales) que permitan la comprensión integral del problema y la posible formulación de políticas públicas adecuadas.

Las prácticas de restauración, dadas con un enfoque ecosistémico y planeadas con un enfoque participativo, no sólo estarán enfocadas a técnicas mecánicas de conservación de suelos, sino que abarcarán técnicas de revegetación y reconversión productiva, entre otras.

### **Objetivos**

1. Promover el diseño metodológico de estudios sobre degradación y restauración de suelos a escala regional y local.
2. Proveer estudios de caso de degradación y de restauración de suelos con énfasis en estudios interdisciplinarios.
3. Aportar elementos de análisis para el diseño de políticas públicas que favorezcan la protección y restauración de los suelos.

### **Productos esperados**

1. Investigaciones novedosas sobre metodología para evaluar de manera cualitativa y/o semi-cuantitativa la degradación de suelos y su restauración a nivel local y regional.
2. Estudios que presenten técnicas de restauración, en un marco ecosistémico y de planeación participativa

## **1.9.Planeación del uso del suelo**

### **Antecedentes**

Con base en los artículos de la LGEEPA, Art. 20, 20 Bis y Art. 22, 23 y 25 de su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico, es mandato para el sector medioambiental, la ordenación del territorio a nivel nacional. El objetivo es orientar a los sectores del gobierno federal en la elaboración de sus programas y proyectos, proporcionando una definición de áreas de atención prioritaria para el país, las cuales pueden inscribirse en cuencas hídricas.

La escala de análisis deberá 1:250,000.

### **Objetivos**

El Ordenamiento Ecológico General del Territorio debe ser apoyado con métodos y aplicaciones que se dirijan a la identificación de áreas de gran relevancia para la federación, entre los temas que se han considerado más importantes por la carencia de información y que facilitarán el análisis integrado del territorio, se incluyen: identificación de áreas críticas; análisis de cambio de uso del suelo; desarrollo de indicadores de integridad y deterioro de los ecosistemas; así como uso potencial y actual del territorio y los conflictos derivados de éstos.

En el marco del ordenamiento ecológico, es necesario el análisis institucional organizacional y la propuesta de cambios necesarios para la promoción de políticas sustentables de uso del suelo

### **Productos esperados**

1. Metodologías novedosas para evaluar el grado de conflicto entre uso actual y potencial, presentación de casos de estudio que contemple en especial áreas agrícolas y con pastizal inducido y cultivado, así como actividades de ecoturismo.
2. Análisis institucional y organizacional relacionado con la planeación del uso del suelo
3. Estudios de planeación de uso del suelo en cuencas hídricas, utilización de modelos de simulación dinámica como herramienta para el manejo integrado de cuencas

## **1.10. Florecimientos algales nocivos: causas, composición, prevención y mitigación**

### **Antecedentes**

Los florecimientos algales nocivos (FAN) representan un severo problema de salud pública, económico y ambiental. En fechas recientes se han presentado en las costas mexicanas con una mayor frecuencia, duración y toxicidad. Además del aumento en el riesgo a la salud, estos eventos han tenido graves costos económicos para los sectores turístico y pesquero.

Si bien en el área médica se han realizado estudios sobre las toxinas involucradas en los FAN, sobre todo en aquellas cuyos efectos son más graves a la salud humana, en el terreno ambiental se requiere generar e integrar conocimientos que permitan mejorar la capacidad predictiva de la ocurrencia, distribución toxicidad e impacto ambiental de estos eventos, así como mitigar sus efectos y minimizar los daños socio-económicos.

En el terreno ambiental se requiere la integración

Entre los aspectos ambientales que requieren de estudios locales y regionales en los ecosistemas marinos y costeros de México están:

1. la determinación de los factores que controlan la dinámica poblacional de las especies productoras de FAN,
2. la investigación sobre la cinética de intoxicación –detoxificación de las especies y ecosistemas impactados, así como las condiciones y mecanismos para su acumulación y transferencia en la cadena trófica,
3. el análisis de la asociación de eventos de macroescala con la distribución espacial y temporal de florecimientos algales nocivos,
4. la identificación de las actividades humanas que están favoreciendo el aumento de FAN (como la introducción de especies exóticas) y los cambios de composición poblacional que ocasionan,
5. el desarrollo de sistemas actualizados de monitoreo e identificación que permitan una alerta temprana y fundamentada a nivel local, regional y nacional.

### **Objetivos**

1. Obtener la información actualizada sobre los florecimientos algales nocivos, nuevas técnicas de detección y su aplicación a ecosistemas mexicanos.
2. Proponer metodologías que permitan prever los FAN, su dinámica y alcances.
3. Identificar y enlistar las especies dominantes más frecuentes en los florecimientos algales en los litorales de México, y los efectos específicos que tiene sobre los ecosistemas marinos y costeros y sobre la salud humana.
4. Identificar las especies de peces y moluscos relacionadas con pesquerías o cultivos locales más susceptibles a los FAN, así como las técnicas actuales de detección de biotoxinas en ellos, ya sea como afectados directos o como vectores de transferencia de toxinas a seres humanos o a otros niveles tróficos.

5. Proponer los elementos que debe tener un plan de manejo que incluya la prevención, el seguimiento y la mitigación de los FAN, considerando aspectos organizacionales y de interacción entre los sectores académico, social y gubernamental.

### **Productos esperados**

1. reporte con la información actualizada
2. nuevas metodologías que permitan prever los FAN
3. listados de especies dominantes y frecuentes en los mares mexicanos
4. determinación de efectos específicos sobre ecosistemas marinos y costeros
5. determinación de los efectos nocivos específicos sobre la salud
6. listados de especies de peces y moluscos relacionados con pesquerías o cultivos locales más susceptibles a los FAN, así como las técnicas actuales de detección de biotoxinas en ellos, ya sea como afectados directos o como vectores de transferencia de toxinas a seres humanos o a otros niveles tróficos.
7. métodos de prevención, seguimiento y mitigación de los FAN
8. propuestas de elementos básicos que deberán tener los planes de manejo para las zonas afectadas por FAN.



## **1.11. Inventarios nacionales o regionales, monografías y/o estudios taxonómicos sobre grupos hiperdiversos poco conocidos, como microorganismos, hongos, ácaros, etc.**

### **Antecedentes**

El conocimiento de la biodiversidad de nuestro país, al igual que la del resto del mundo, no solamente abarca una porción muy pequeña de la existente, sino que además se concentra principalmente en grupos de plantas y vertebrados. Hay otros grupos, la mayoría mucho más diversos que los anteriores, que han sido muy poco estudiados y son prácticamente desconocidos. Entre éstos se encuentran los microorganismos, los hongos, los nemátodos, y algunos artrópodos –incluyendo a los insectos transmisores de enfermedades- , que tienen una gran importancia para los ecosistemas y para el hombre.

### **Objetivos**

1. Enriquecer el conocimiento taxonómico y biogeográfico del país al elaborar inventarios de dichos grupos, asociados a la integración de la información en una base de datos, que sean representativos de la riqueza de sus especies a nivel nacional o regional.
2. Poner a disposición de las dependencias gubernamentales, organizaciones de diversos sectores, comunidad académica y público en general, dichos inventarios, los cuales aportan información básica e indispensable para muchos otros estudios y para tomar decisiones de diversa índole dentro del sector ambiental.
3. Desarrollar estudios de caso sobre la taxonomía, biogeografía, historia de vida y estado de conservación de especies de grupos taxonómicos hiperdiversos poco estudiados, en especial de hongos, ácaros e insectos transmisores de enfermedades.
4. Incorporar la información generada con los proyectos al Sistema Nacional de Información para la Biodiversidad (SNIB) que está a cargo de la CONABIO y es utilizado por diversos sectores de la sociedad, entre otros el académico, así como por los tres niveles del gobierno para tomar decisiones relacionadas con el tema. Los datos del SNIB son de libre acceso para el público en general excepto aquellos que requieran restricción para evitar mayores riesgos a las especies o poblaciones, o los que temporalmente se acuerde restringir por formar parte de investigaciones en vías de publicarse.

### **Productos esperados**

1. Una base de datos elaborada de acuerdo con los [lineamientos de la CONABIO](#), a partir de la información obtenida de trabajo de campo realizado de acuerdo con métodos y técnicas formales rigurosos comparables dentro del grupo taxonómico.
2. Un nomenclátor con las coordenadas y altitud o profundidad de todos los sitios inspeccionados.
3. Catálogos sinonímicos y/o distribucionales, revisiones y monografías de grupos taxonómicos, también asociados a una base de datos.
4. Cartografía con la distribución de las especies incluidas en el inventario, en formato digital. Para que la cartografía pueda incorporarse al SNIB, se recomienda

entregarla siguiendo, en lo aplicable, los lineamientos señalados en: <http://www.conabio.gob.mx/sig/lineamientos.html>.

5. Un documento, en formato digital, con el análisis de la información generada con el inventario que incluya curvas de acumulación de especies por unidad de tiempo o área (esfuerzo de recolecta).
6. Un documento, en formato digital, que describa el marco metodológico y conceptual para los estudios de caso sobre la taxonomía, biogeografía, historia de vida y estado de conservación de especies o grupos hiperdiversos, con el análisis de la información generada.
7. Determinación taxonómica, preferiblemente a nivel de especie, de los ejemplares recolectados u observados para integrar los inventarios, que esté realizada o validada por taxónomos especialistas en el grupo por determinar. Los ejemplares recolectados deberán estar georreferenciados y tendrán que depositarse en colecciones reconocidas de instituciones científicas.

La recolecta de organismos debe cumplir con los requisitos legales (permisos de colecta de las autoridades correspondientes de la SEMARNAT, estatales, municipales, de las áreas protegidas, etc.) Además, se deberá obtener el permiso de la(s) autoridad(es) de la(s) comunidad(es) local(es) en donde se llevará a cabo el trabajo de campo. Se recomienda involucrar a pobladores de dichas comunidades en algunas de las actividades del proyecto.

La CONABIO, por encargo del CONACYT y la SEMARNAT, dará seguimiento al desarrollo de los proyectos de esta demanda (1.12), y verificará que los resultados entregados cubran los requisitos indispensables para integrarse al SNIB.

## **1.12. Análisis comparativo de técnicas para la detección e identificación de transgenes.**

### **Antecedentes**

El uso y manejo de organismos genéticamente modificados conlleva la necesidad de poder detectar e identificar el material transgénico de manera rápida y confiable, a fin de evitar y disminuir posibles efectos negativos al medio ambiente así como descubrir liberaciones al ambiente no intencionales y estar en posibilidades de vigilar y monitorear las regiones en donde ocurren liberaciones autorizadas. Para México esto es sumamente importante debido a que es centro de origen y diversificación de muchas especies de uso agrícola que hoy representan fuentes importantes de alimento y recursos económicos que están siendo genéticamente transformadas por medio de técnicas de ADN recombinante.

A partir de que se denunció la posibilidad de que hubiera una liberación accidental y no controlada al ambiente de maíz transgénico en el campo mexicano, particularmente en la Sierra de Juárez en Oaxaca, se hizo patente la urgencia de poder contar con técnicas validadas para identificar organismos genéticamente modificados tanto *in situ* como *ex situ* con técnicas de laboratorio.

En la actualidad existen una serie de pruebas para la detección e identificación de organismos genéticamente modificados, que difieren en los niveles de especificidad que muestran y en su confiabilidad, así como en el principio bajo el que funcionan. Existen pruebas que detectan la expresión de las proteínas transgénicas, a nivel sistémico, como es el caso de los bioensayos, y a nivel molecular como son las pruebas que funcionan con anticuerpos. Además hay pruebas que detectan la presencia de secuencias particulares de ADN producto de la modificación genética, estas últimas tienen niveles variables de especificidad que pueden ir desde la detección de secuencias reguladoras hasta la identificación del evento de transformación particular. Es sumamente importante que los datos que se obtengan de la presencia de organismos transgénicos, a partir del monitoreo y la toma de muestras en el campo, sean robustos y confiables. Además es patente la necesidad de contar con métodos que puedan ser usados en el campo y aplicados con relativamente poco entrenamiento para que sean los mismos interesados quienes puedan apoyar un muestreo más extenso.

### **Objetivos**

1. Realizar un estudio comparativo que permita validar las diferentes técnicas de detección e identificación de transgenes, analizando los diferentes aspectos metodológicos de cada una de ellas.

### **Resultados esperados**

1. Elaborar una comparación de resultados obtenidos del análisis de las diferentes técnicas utilizadas. Se requiere comparar las técnicas de detección en campo como son las tiras reactivas y los Das Elisa, así como las técnicas de laboratorio que incluyen PCR, RTPCR y análisis de Southern Blot.

2. Proporcionar una medida del nivel de confiabilidad de dichas técnicas así como sus niveles de detección y su especificidad. Se debe evaluar además la confiabilidad de pruebas de bio-ensayos (que pretenden detectar la presencia de organismos transgénicos a partir de la expresión de las características producto de la modificación) y sus niveles de alcance en el campo mexicano.
3. Proponer un diseño metodológico adecuado para enfrentar la problemática nacional, a partir de los análisis comparativos de las técnicas existentes. Opcionalmente desarrollar una técnica o metodología *sui generis* que cumpla con las características de confiabilidad y accesibilidad y que pueda adaptarse a las necesidades de nuestro país.

### **1.13. Líneas base para la evaluación de riesgo ambiental por la liberación de organismos genéticamente modificados.**

#### **Antecedentes**

El uso de organismos genéticamente modificados producto de las técnicas de ADN recombinante tienen el potencial de contribuir a un desarrollo sustentable. Sin embargo para que esta posibilidad sea una realidad, entre otros factores, se deben de considerar, evaluar y minimizar los posibles riesgos al ambiente y a la biodiversidad por el uso de estos organismos. La herramienta para llevar a cabo esta valoración de los posibles riesgos es conocida como la Evaluación del Riesgo Ambiental y se aplica bajo los principios del *caso por caso y paso por paso*. Para ello es necesario considerar el trinomio siguiente: organismo receptor, características de la modificación genética y ambiente de liberación, finalmente, si el comportamiento de los organismos transgénicos evaluado ha sido adecuado, procedería una liberación con fines comerciales.

Entre los peligros identificados del uso de organismos genéticamente modificados, en particular aquellos cuya modificación implica la inserción de una toxina de la bacteria *Bacillus thuringiensis* que confiere la resistencia a algunas plagas, están los efectos negativos a organismos no blanco. Para poder realizar estimaciones confiables de estos efectos un primer paso consiste en identificar las posibles interacciones directas e indirectas del cultivo genéticamente modificado con polinizadores, ya sean insectos o aves y otros organismos benéficos que pueden ser habitantes de la vecindad de los cultivos o del suelo. Una vez identificadas estas interacciones se examinan las que son clave en el agroecosistema con el propósito de estimar en qué medida en función de los niveles de exposición y de toxicidad de la toxina, estas interacciones se pueden ver afectadas y así establecer los efectos del uso de este tipo de organismos en distintos ambientes. En un país megadiverso como México, además de contar con mayor diversidad de plagas contamos también con una mayor cantidad de interacciones que pudieran verse afectadas ya sea de manera positiva o negativa en términos de la adecuación de los organismos.

#### **Objetivos**

Realizar un estudio comparativo de las interacciones entre organismos no blanco asociados a cultivos genéticamente modificados y cultivos convencionales en distintos escenarios de producción agrícola.

#### **Resultados Esperados**

1. Análisis comparativo de interacciones biológicas entre organismos asociados a cultivos bajo distintas formas de manejo. Líneas base de riqueza de especies asociadas a distintas formas de cultivo que podrían verse afectadas por la introducción de organismos transgénicos resistentes a plagas.
2. En lo posible medidas que se puedan extrapolar a condiciones naturales de los niveles de exposición y toxicidad de la toxina *Bt* en poblaciones de organismos benéficos clave para el agroecosistema.

## **2. CONTAMINACIÓN DEL AIRE**

### **2.1. Perfil de hidrocarburos por tipo de combustible y tipo de vehículo.**

#### **Justificación:**

Es común referirse a la masa total emitida de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) en el inventario de emisiones, sin embargo, existe variabilidad en la reactividad de las diferentes especies de COV en cuanto a su contribución en la formación de ozono, lo cual se debe considerar para el modelado fotoquímico.

El total de los COV reflejado en los inventarios de emisiones se desagrega utilizando mediciones de fuentes de emisión con base en la especiación de los perfiles de hidrocarburos, y, en muchos casos, los perfiles de los COV se toman de aquellos de Estados Unidos. Es necesario tener una mejor conocimiento de la especiación de los COV, además del mejoramiento de las estimaciones del total emisiones.

En México existe muy poca información sobre los perfiles de hidrocarburos, toda vez que se han realizado muy pocos estudios al respecto. Como antecedentes se tienen los estudios de medición de los perfiles de emisión en vehículos automotores dentro de un túnel en la Ciudad de México (Mugica et al. 1998) y recientemente la campaña de medición realizada en abril del 2003 por parte del grupo de trabajo del Dr. Mario Molina.

#### **Objetivo:**

Obtener perfiles de hidrocarburos en vehículos en circulación en función del combustible que utilizan, así como del tipo y uso del vehículo.

#### **Actividades**

1. Recopilación de las mediciones realizadas en la Zona Metropolitana del Valle de México
2. Análisis de la información
3. Determinación de los perfiles de hidrocarburos

#### **Productos esperados**

Elaboración de un reporte único, con la información sistematizada, que incluya los perfiles de hidrocarburos emitidos por vehículos en circulación, con base en el tipo de combustible que utilizan, así como del tipo y uso del vehículo.

## **2.2. Revisión de la normatividad de vehículos en circulación**

### **Justificación:**

De acuerdo al inventario de emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México 2000, el sector transporte emite importantes cantidades de contaminantes, ya que genera el 99% del CO, el 51 % de PM<sub>10</sub>, 76 % de PM<sub>2.5</sub>, el 81.2 de NO<sub>x</sub> y el 45.3 de COV del total de emisiones emitidas en esta zona metropolitana.

Dentro de los principales instrumentos que se tienen en la actualidad, para regular las emisiones de los vehículos automotores en circulación, se tienen las normas oficiales mexicanas, basadas tanto en las características tecnológicas de los vehículos, como en el tipo de combustibles que utilizan. Sin embargo, dichas normas presentan los siguientes inconvenientes:

1. La norma que establece los límites máximos permisibles para vehículos que utilizan gas natural o gas licuado de petróleo se publicó en 1993, por lo que dicha norma debería actualizarse.
2. No se cuenta con límites máximos permisibles de óxidos de nitrógeno en vehículos en circulación.
3. Actualmente se encuentran en proceso de revisión las normas que aplican para vehículos a diesel, con el propósito de ajustar el procedimiento de prueba (verificaciones vehiculares) y adecuar los límites máximos permisibles de opacidad. Aún y cuando en las normas vigentes reflejan aspectos de la normatividad internacional, de la Comunidad Económica Europea y de Estados Unidos, se han detectado los siguientes problemas durante las pruebas de verificación:
  - Variabilidad de los resultados sujeta al técnico
  - Variabilidad de los resultados en función de variaciones en la velocidad del motor (revoluciones), tiempo de aceleración, velocidad del flujo de gas, etc.
  - Poca repetibilidad en las lecturas.
  - Dificultad para realizar las pruebas en vehículos modernos.

### **Objetivo:**

Evaluar opciones y alternativas que permitan realizar la revisión de la normatividad actual, de tal forma que se cuente con mejores instrumentos regulatorios para los vehículos en circulación.

### **Actividades:**

1. Recopilación de la normativa aplicada a vehículos en circulación.

2. Análisis de los procedimientos empleados tanto en vehículos a gasolina, gas natural, gas licuado de petróleo y diesel.
3. Análisis de las características tecnológicas de los equipos empleados a nivel federal y estatal.
4. Análisis de los límites máximos permisibles, aplicados a nivel federal y estatal.
5. Identificación de puntos críticos en la aplicación de las normas.
6. Elaboración de propuestas.

**Productos esperados:**

Un reporte final con el análisis de la normatividad aplicada a vehículos en circulación, considerando aspectos técnicos sobre los procedimientos empleados, equipos y límites aplicados tanto a nivel federal como estatal. Se solicita que el reporte incluya un capítulo de recomendaciones, en el que se deberán documentar y justificar las diferentes propuestas que se hagan en estos tres grandes temas, cubriendo aspectos técnicos y económicos.



## **2.3. Emisiones de vehículos en circulación y pruebas referidas a nivel internacional**

### **Justificación:**

Una de las principales herramientas que se tiene en la actualidad para el desarrollo de todo programa de gestión de la calidad del aire son los inventarios de emisiones. Estos deben ser utilizados entre los diferentes gestores de la calidad del aire y deben contribuir a la definición de las necesidades de los agentes responsables de las emisiones a nivel local, regional y global. El cálculo de los inventarios para fuentes móviles involucra el uso de factores de emisión, que se obtienen ya sea mediante modelos matemáticos, o utilizando pruebas con ciclos conocidos como IM240 o FTP75.

La precisión del inventario de emisiones y los datos que de él se obtienen depende principalmente del nivel de sofisticación de los modelos y de las herramientas de análisis y pruebas que se utilicen; sin embargo, esto resulta difícil en la práctica dado que se requiere de información de la actividad urbana, industrial y de transportación, así como del consumo de energéticos.

Los ciclos de prueba utilizados para la determinación de los factores de emisión, no son representativos de la Zona Metropolitana del Valle de México, ni del resto del país, por la diferencia que hay en hábitos de conducción u operación de los vehículos automotores. Por ello, recientemente se realizaron mediciones de emisiones en vehículos en circulación, con un laboratorio móvil, de tal forma que se dispone de información que puede ser evaluada y comparada con las emisiones obtenidas bajo condiciones de laboratorio o bien bajo los modelos empleados para el cálculo de emisiones vehiculares.

### **Objetivo:**

Analizar y comparar las emisiones vehiculares tomadas en vehículos en circulación en la Zona Metropolitana del Valle de México con respecto a mediciones realizadas bajo condiciones controladas, así como a datos obtenidos a través de modelos matemáticos.

### **Actividades:**

1. Sistematización de información obtenida de las mediciones realizadas en vehículos circulando en la ZMVM
2. Recopilación de datos de emisiones obtenidos mediante pruebas físicas, así como en modelos matemáticos
3. Análisis estadístico para la evaluación de los tres tipos de información: mediciones directas en vehículos, estimación de emisiones con pruebas físicas (ciclo FTP-75 o IM-240) y estimación de emisiones mediante modelos matemáticos.

### **Productos esperados**

Un reporte único con la descripción de la información utilizada para el análisis, descripción de los métodos estadísticos utilizados, resultado del análisis estadístico y discusión de los resultados obtenidos.

## **2.4. Caracterización meteorológica de la ZMVM**

### **Justificación:**

La información meteorológica es importante para entender el transporte y la dispersión de los contaminantes dentro de una cuenca atmosférica y a través de sus fronteras. También ayuda a explicar las condiciones que favorecen la ocurrencia de concentraciones pico de los contaminantes y puede ser usada para pronosticar las condiciones de la calidad del aire en una región determinada.

Las mediciones meteorológicas continuas que se hacen en la ZMVM, incluyen mediciones en superficie (estaciones meteorológicas de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico, RAMA) y dos sondeos atmosféricos diarios. Adicionalmente a estas mediciones continuas, se ha profundizado en el conocimiento de la meteorología asociada a la contaminación del aire en la ZMVM a través de mediciones hechas en diferentes campañas intensivas de campo. Las campañas más significativas en el pasado fueron las realizadas dentro de los proyectos MARI (The Mexico City Air Quality Research Initiative) realizado entre 1990 y 1993 e IMADA-AVER realizado en 1997. También se realizó una campaña intensiva de monitoreo realizada entre abril y mayo de 2003, en el marco de la segunda fase del proyecto “Mexico City Air Quality Program”, en la que se colectó información meteorológica.

Tanto las mediciones rutinarias como las hechas en estudios intensivos son necesarias para propósitos de modelación. Las mediciones de campo hechas en los primeros dos proyectos antes citados se han realizado en periodos de invierno, cuando la contaminación es frecuentemente más severa y han proporcionado información muy valiosa. Sin embargo, no se tiene certeza sobre la representatividad que estos periodos tienen o pueden tener en términos de la climatología de la ZMVM. Por ello, es necesario analizar la información de la tercera campaña.

### **Objetivos:**

1. Caracterizar mediante el uso de modelos los patrones meteorológicos (en superficie y en la vertical) ocurridos durante la tercer campaña y determinar su representatividad respecto a la climatología de la ZMVM.
2. Comparar los resultados de estas mediciones con las realizadas en campañas previas para establecer diferencias y similitudes, así como para ponderar su importancia en términos de los procesos de dispersión y transporte de los contaminantes que se presentan en la ZMVM.

### **Actividades:**

1. Caracterizar los patrones meteorológicos específicos durante la campaña, por ejemplo. velocidad de viento, dirección del viento, evolución de la altura de la capa de mezcla, etc.
2. Determinar la representatividad de las condiciones meteorológicas de éste periodo respecto a las condiciones promedio anuales y/o estacionales.

3. Evaluar el desempeño del modelo meteorológico empleado para reproducir los valores medidos de las diferentes variables, a través del uso de los métodos estadísticos apropiados.
4. Establecer el posible impacto de los patrones meteorológicos identificados sobre los procesos de formación y transporte, al interior y hacia fuera de la ZMVM, de ozono y partículas.

**Productos esperados:**

Se deberá entregar un reporte final en el que se detalle la descripción de los patrones meteorológicos identificados en la campaña, así como de la representatividad de los mismos para otras épocas del año y con respecto a la climatología de la ZMVM.

Este reporte también deberá integrar el análisis detallado del desempeño del modelo meteorológico empleado y del impacto de los patrones meteorológicos identificados sobre los procesos de formación y transporte de los contaminantes, particularmente ozono y partículas.

Finalmente, se deberán incluir las recomendaciones que se consideren oportunas respecto al trabajo que se debe hacer en el futuro.

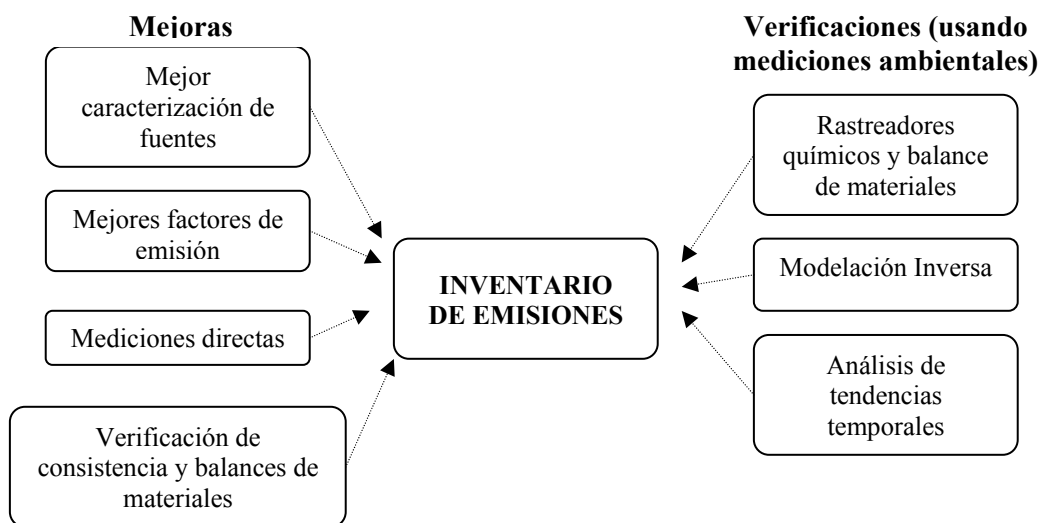
## 2.5. Validación de inventario de emisiones: utilización de modelación inversa.

### Justificación

La modelación es un paso necesario para entender los efectos de los cambios en emisiones en las concentraciones de contaminantes en la atmósfera. Más allá de reproducir concentraciones atmosféricas, los modelos pueden utilizarse para resolver preguntas importantes sobre estrategias ambientales, como la eficacia de medidas de control de emisiones, la validación de inventarios de emisiones a través de modelación inversa y la evaluación de la sensibilidad de los resultados a diferentes parámetros que conllevan cierta incertidumbre para los modelos.

La modelación directa es de utilidad cuando se cuenta con ciertos parámetros de entrada (por ejemplo, emisiones de contaminantes) y se requieren obtener los parámetros de salida (en este caso, concentraciones ambientales de contaminantes). De esta manera pueden determinarse datos desconocidos a partir de información que es más o menos fácil de conseguir. Por ejemplo, existen varios estudios en los que se ha utilizado la modelación de la dispersión y transporte de contaminantes en la Zona Metropolitana del Valle de México. Estos estudios tuvieron como principal finalidad reproducir la meteorología y la química atmosférica de la región.

La modelación inversa, en cambio, consiste en determinar los cambios en los parámetros de entrada (emisiones), dado un subconjunto de datos de salida conocidos (en este caso, mediciones ambientales de concentraciones atmosféricas de contaminantes). Es decir, utilizando la modelación inversa es posible identificar las emisiones que más probablemente causan las concentraciones observadas y medidas en las redes de monitoreo. En este sentido, es de suma importancia utilizar esta herramienta en la ZMVM para identificar fuentes de emisión relevantes, validar el inventario de emisiones de la zona e identificar información faltante en los mismos.



## **Objetivo**

Utilizar modelación inversa para identificar fuentes significativas de emisión de contaminantes y validar el inventario de emisiones contaminantes de la ZMVM, a partir de concentraciones medidas de contaminantes secundarios.

## **Productos esperados**

Reporte escrito que contenga, como mínimo, los siguientes elementos:

1. Metodología utilizada para la modelación inversa
2. Datos e información necesaria para el uso del modelo
3. Resultados de la aplicación del modelo
4. Comparación con el inventario de emisiones
5. Fuentes relevantes identificadas.
6. Análisis de sensibilidad y estimación de incertidumbre

## **2.6. Caracterización de la fotoquímica involucrada en la formación de contaminantes secundarios en la ZMVM.**

### **Justificación:**

Mucha de la evidencia que establece que la formación de ozono en la ZMVM es sensible a la disponibilidad de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) deriva de mediciones ambientales de la relación Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's)/NO<sub>x</sub>. Sin embargo, estas mediciones son limitadas dado que los COV's no son medidos de manera rutinaria, sino en muy pocos sitios y cada seis meses. El uso de la relación COV/NO<sub>x</sub> es también una simplificación poco segura de la fotoquímica del ozono, y en la ZMVM, la modelación de la sensibilidad del ozono ha sido conducida en muy pocos sitios receptores y para pocos días. Además, dado que se ha observado que las concentraciones de COV's están decreciendo más rápidamente que las concentraciones de NO<sub>x</sub>, la relación COV/NO<sub>x</sub> también está decreciendo a través del tiempo y se puede esperar que la formación de ozono sea ahora menos sensible a la disponibilidad de NO<sub>x</sub> de lo que lo fue en el pasado. Así pues, aunque la evidencia de la sensibilidad del ozono a la disponibilidad de NO<sub>x</sub> en la ZMVM es suficientemente fuerte como para esperar que una reducción en las emisiones de NO<sub>x</sub> pueda reflejarse en una disminución de las concentraciones de ozono bajo las mayoría de las condiciones, la interrogante sobre la respuesta del ozono a los cambios en las emisiones de COV sigue sin ser atendida.

Por cuanto se refiere a las partículas finas, actualmente se sabe que una porción significativa de las PM<sub>2.5</sub> resultan de la producción secundaria a partir de las emisiones de COV, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y amoniaco y que estas relaciones son difíciles de establecer a partir de los datos proporcionados por un inventario de emisiones, por lo que los datos obtenidos a través de campañas de campo pueden dar una idea más clara de dichas relaciones.

Considerando lo descrito anteriormente y la información recopilada durante la campaña intensiva de monitoreo realizada entre abril y mayo de 2003, en el marco de la segunda fase del proyecto "Mexico City Air Quality Program" es que se propone el desarrollo del presente estudio con los siguientes objetivos y actividades

### **Objetivo:**

Caracterizar los procesos fotoquímicos que determinan la formación de contaminantes secundarios, específicamente ozono y partículas finas, a partir de la información recopilada en la campaña de monitoreo de abril y mayo del 2003.

### **Actividades:**

1. Determinar la relación COV/NO<sub>x</sub> y su evolución a través del tiempo en diferentes puntos de la ZMVM, durante la campaña.
2. Describir y analizar la composición de los COV's medidos durante la campaña y evaluar, su importancia en términos de su contribución a la formación del ozono y de partículas.

3. Analizar y describir las concentraciones de NO<sub>x</sub> a lo largo del día y en diferentes puntos de la ZMVM, así como su influencia en el comportamiento mostrado por las concentraciones de ozono y partículas.
4. Evaluar la solidez de la evidencia existente que establece la sensibilidad del ozono a los NO<sub>x</sub> dentro de la ZMVM, con base en los resultados obtenidos.

**Productos esperados:**

Se deberá entregar un reporte final que contemple la descripción detallada de los hidrocarburos encontrados durante la campaña, así como de la relación COVs/NO<sub>x</sub> encontradas durante la campaña y sus respectivas implicaciones en la formación del ozono. Así mismo, se deberá incluir una discusión detallada sobre reactividad de los hidrocarburos identificados y su importancia relativa respecto a la formación del ozono en la ZMVM.

Igualmente se deberán describir con detalle aquellos procesos fotoquímicos a través de los cuales las especies de COV's encontradas estén contribuyendo a la formación de ozono y partículas secundarias en la ZMVM, así como su evolución diurna.

También se deberá incluir una comparación entre los resultados que se deriven de esta campaña de monitoreo en términos de los procesos fotoquímicos referidos anteriormente y los reportados en campañas previas para finalmente derivar una serie de sugerencias respecto al trabajo que se debería realizar en el futuro para tener una caracterización completa de la fotoquímica que gobierna la formación de ozono y partículas secundarias en la ZMVM.

## **2.7. Corredores de transporte público de pasajeros**

### **Objetivo**

Con base en un modelo de transporte urbano de cuatro fases, evaluar escenarios de diseño de corredores de transporte público para estimar los impactos en variables clave de transporte como kilómetros recorridos por pasajero y por vehículo, velocidad promedio y de punto y consumo de combustible, con el fin de estimar el impacto ambiental tanto para emisiones locales como globales.

### **Actividades**

1. Recopilación y análisis de información existente sobre estudios de campo en materia de: aforos de tránsito direccionales y de punto, tiempos de recorridos y demoras en transporte público y privado, origen y destino y características de los viajes, y consumo de combustible en transporte público y privado.
2. Recopilación y evaluación de modelos de transporte disponibles así como de avances en su calibración para el caso de la Ciudad de México.
3. Procesamiento de información disponible para utilizarla en un modelo de transporte elegido para la evaluación de los escenarios de diseño de corredores de transporte público de la Ciudad de México.
4. Calibración del modelo de transporte seleccionado con los datos disponibles
5. Estimación de parámetros de transporte tales como kilómetros recorridos, velocidades promedio y de punto y consumo de combustible para cada tipo de vehículo de transporte público y privado.
6. Determinación de factores de emisión adecuados para los vehículos y velocidades identificadas.
7. Estimación de emisiones utilizando modelos existentes como el Mobile 6 México y la metodología del IPCC para el sector energía.

### **Productos esperados**

1. Diferentes diseños de corredores de transporte público de pasajeros y sus características así como sus ventajas y desventajas.
2. Lista jerárquica de diseños de corredores de acuerdo a criterios de transporte y ambientales.
3. Inventario de parámetros de transporte tanto recopilados en campo como modelados, que describan la actividad de cada corredor analizado, para cada tipo de vehículo.
4. Inventario de emisiones locales y globales tanto para la situación base como para el corredor en proyecto, para diferentes horizontes de tiempo.
5. Propuesta de corredores de transporte más deseables así como de su diseño idóneo desde el punto de vista de transporte y de menor impacto ambiental.



## **2.8. Caracterización y evaluación de la incertidumbre asociada a las estimaciones de los efectos en salud generadas por las emisiones de las termoeléctricas**

### **Justificación**

La evaluación e interpretación de los impactos en salud por las emisiones de termoeléctricas es un proceso complejo, por los varios tipos de incertidumbre involucrados en su análisis. Esta evaluación involucra cuatro fuentes de información que se mencionan a continuación: 1) tasas de incidencia de enfermedades y mortalidad de la población de que se trate; 2) concentraciones ambientales de contaminantes atmosféricos (por ejemplo, partículas primarias y secundarias); 3) funciones de concentración respuesta, y 4) características de la población estudiada.

Dentro de estas cuatro fuentes de información, las funciones de concentración respuesta son las que poseen mayor incertidumbre. Aunque existen muchos estudios epidemiológicos que relacionan la exposición a partículas con enfermedades respiratorias, cardiovasculares y mortalidad prematura, comúnmente los investigadores se enfrentan a la escasez de estos estudios en la población de interés. Es por esta razón que en muchas ocasiones se extrapolan resultados de otros sitios y países. Sin embargo, esta extrapolación no es sencilla, pues las respuestas de poblaciones diferentes a la exposición a contaminantes del aire pueden cambiar en función de las características de la población de que se trate, como pueden ser: la edad, la nutrición, los factores socioeconómicos, los estilos de vida, etc., y además las características ambientales, como las concentraciones ambientales y la composición de las partículas. Es por ello conveniente analizar la incertidumbre asociada con la aplicación de funciones concentración-respuesta en poblaciones diferentes a las usadas para generar estos parámetros.

Asimismo, la incertidumbre que introduce el uso de coeficientes concentración-respuesta, resultado de estudios realizados en ambientes con una composición de partículas diferente, se suma también al análisis, ya que la toxicidad de las partículas está relacionada directamente con su composición.

Los principales contaminantes emitidos por plantas termoeléctricas que queman combustóleo son: dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas, etc. De estos compuestos, se ha encontrado que las partículas suspendidas y el dióxido de azufre están vinculados con daños en la salud de la población expuesta a ellos. Por lo tanto, la composición de partículas es especialmente importante para el caso de las emisiones provenientes de las termoeléctricas, pues de ello depende la identificación de las especies que pueden resultar más dañinas a la salud. De la misma manera, esta identificación permite la selección de controles más efectivos para abatir las especies más perjudiciales y que aumentan el riesgo de la salud en las poblaciones estudiadas. En el caso del dióxido de azufre, se ha encontrado que también puede causar graves daños a la salud, sin embargo, hace falta más investigación con respecto a esta evidencia que aclare su toxicidad.

## **Objetivos**

1. Caracterizar la incertidumbre generada por la extrapolación de los coeficientes concentración-respuesta en morbilidad y mortalidad reportadas en la literatura internacional, y que se utilizan en el análisis de impactos en salud por emisiones de plantas termoeléctricas.
2. Identificar los compuestos que conforman las partículas suspendidas
3. Apoyar y mejorar la evaluación de los impactos en salud por las emisiones de SO<sub>2</sub>, usando la mejor información disponible.

## **Actividades a realizar**

1. Revisar el estado del arte, en materia de evaluación de impactos en salud
2. Identificar y definir los factores que determinan la diferencia entre los valores del coeficiente de concentración-respuesta reportados en diferentes lugares.
3. Documentar la toxicidad de los componentes que se encuentran en las partículas suspendidas y que muestren relación con las emisiones de las termoeléctricas
4. Realizar una revisión exhaustiva, nacional e internacional, sobre estudios relacionados la exposición a dióxido de azufre y sus impactos en salud

## **Productos**

Informe final con la revisión de la literatura que evalúe las fuentes de incertidumbre, dentro del análisis de impactos a la salud por emisiones de termoeléctricas, y que incluya una discusión de:

1. Los factores que determinan diferencias en coeficientes de concentración-respuesta de diferentes lugares
2. La toxicidad de diferentes componentes de partículas suspendidas, que se asocian con emisiones de termoeléctricas.
- 3 La revisión de la mejor información nacional e internacional disponible, sobre los impactos en la salud por exposición a SO<sub>2</sub>.

## **2.9. Base de datos relacional para consulta de la información de campo colectada en las últimas campañas de medición en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.**

### **Objetivo**

1. Desarrollar una base de datos que integre y sistematice la información generada en la campaña intensiva de mediciones CAM-MIT llevada a cabo del 1 de abril al 5 de mayo de 2003 en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, así como una interfaz para realizar consultas de ella.

### **Antecedentes**

2. Se han realizado varias campañas de medición en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) una intensiva campaña de mediciones por un equipo multinacional de expertos con el objetivo de contribuir, mediante la medición y la modelación de los contaminantes atmosféricos, a la comprensión de los problemas de calidad del aire que sufren las grandes ciudades y así a dar una base científica al diseño de estrategias de control de emisiones.

### **Justificación**

Poner a disposición de los investigadores de una manera fácil y rápida la información generada durante la campaña intensiva de 2003 que les sea necesaria de acuerdo al estudio que estén realizando o vayan a realizar.

### **Actividades**

1. Revisar la documentación de la información que se generó durante las campañas (variables, instrumentación, localización, etc.).
2. Construir el modelo Entidad-Relación de la base de datos que se va a desarrollar y normalizarlo (al menos las tres primeras formas normales).
3. Realizar el mapeo relacional (se puede usar la herramienta case).
4. Determinar la plataforma (se recomienda Oracle).
5. Crear Scripts y parámetros de almacenamiento.
6. Migrar las bases de datos.
7. Desarrollar la interfaz de consulta (se recomienda que sea en Internet con un navegador y con un login y un password de usuario).

### **Productos esperados**

3. Un diccionario de datos
4. Scripts de la creación de las estructuras
5. Manual de usuario
6. Manual técnico junto con código fuente
7. Interfaz de Internet para las consultas

## 2.10. Desarrollo de herramientas metodológicas para la evaluación integral de estrategias para el control de la contaminación del aire

### Justificación

En la Zona Metropolitana del Valle de México se han llevado a cabo diferentes esfuerzos para abatir la contaminación atmosférica prevalente. Por ejemplo, a finales de 1990, se acordó la instrumentación del *Programa Integral Contra la Contaminación Atmosférica en el Valle de México* (PICCA). Los esfuerzos del PICCA se dirigieron a la reducción de las emisiones de Pb, SO<sub>2</sub>, CO, HC y NO<sub>x</sub>. Para ello, las estrategias del PICCA se concentraron en: a) el mejoramiento de la calidad de los combustibles, b) la reducción de emisiones en vehículos automotores, c) la modernización tecnológica y el control de emisiones en industrias y servicios, y d) la restauración ecológica de las áreas boscosas que circundan al Valle de México. Con estas medidas se lograron mejoras sustanciales en la calidad del aire, principalmente respecto al plomo y al bióxido de azufre.

En 1996 se acordó la instrumentación del *Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995-2000*, conocido como PROAIRE, para reducir las concentraciones pico y promedio de ozono, por lo que las medidas implementadas se enfocaron en la reducción de las emisiones de HC y NO<sub>x</sub>, aunque con éxito limitado. El PROAIRE 2002-2010 prácticamente se basó en las recomendaciones derivadas del Proyecto para el Diseño de una Estrategia Integral de Gestión de la Calidad del Aire en el Valle de México 2001-2010, coordinado por el Dr. Mario Molina Pasquel del Massachusetts Institute of Technology. Las recomendaciones de este estudio, con un fuerte enfoque sobre los efectos en la salud causados por la contaminación por ozono y partículas, se refieren a que la definición de políticas de calidad del aire efectivas requiere de la evaluación integral de este problema y de las opciones que se planteen para solucionarlo.

Sin embargo, la relación entre la emisión de contaminantes, concentraciones ambientales e impactos, es un problema complejo, debido a las interrelaciones entre ellos. De este hecho se desprende que no pueden tratarse aisladamente y como una dependencia lineal, por lo que surge la necesidad de buscar mecanismos integrales que aborden la contaminación de aire desde varias perspectivas.

De acuerdo con la experiencia adquirida en las diferentes versiones del PROAIRE, se observa que las medidas que han funcionado son las que representan grandes reducciones en las emisiones, como es el caso de las emisiones de automóviles y el transporte público. En contraste, se han soslayado las emisiones provenientes de fuentes de área, como es el caso del comercio formal e informal, la industria y las emisiones caseras que continúan incrementándose, bajo el actual esquema económico.

Por tan motivo, se vuelve necesario enfocarse a la reducción de las emisiones identificadas plenamente como “clave” en el inventario de emisiones, como es el caso de las emisiones de SO<sub>2</sub> provenientes de la industria mediana y grande, los hidrocarburos no metánicos que provienen del uso de solventes, las PM<sub>10</sub> de las fuentes biogénicas, los NO<sub>x</sub> de vehículos privados, etc.

Para realizar un análisis integral que permita estas reducciones se requiere tomar en cuenta el crecimiento de la población, el crecimiento económico, la expansión de la mancha

urbana y los patrones de uso del suelo, el crecimiento de la flota vehicular, los índices de motorización, las políticas ambientales, el consumo de energía y la calidad de los combustibles, entre otros.

Asimismo, se requiere analizar la generación de contaminantes en los diferentes sectores de actividad de la ZMVM, así como sus tendencias. También se deben tomar en cuenta **los efectos a la salud** asociados con los niveles de contaminación del aire prevalecientes y sus proyecciones.

La creación de escenarios futuros es una etapa fundamental para la planeación de estrategias coherentes con la realidad actual y la futura, de la cual se deriva una serie de visiones al largo plazo que se definen usando combinaciones hipotéticas de los elementos más importantes. Este ejercicio permite reconocer las fuentes críticas de contaminación a mediano y largo plazo. Por ejemplo, la tendencia de crecimiento de la población (**demografía**) y el tamaño de la familia, podría definir la tendencia de la demanda de transporte público y el transporte de mercancías. Otro componente importante es el ingreso familiar que influye potencialmente en la elección del modo de transporte, la elección del lugar de residencia y el cambio de uso de suelo en el futuro. Finalmente, la economía regional puede ser un indicador de las dimensiones y estructura del comercio formal e informal y de la industria.

Para poder completar este análisis es necesario desarrollar metodologías que permitan integrar los elementos mencionados y combinarlos con diferentes inferencias derivadas de los escenarios futuros, y la factibilidad técnica y económica y política de la instrumentación de múltiples medidas de control a largo plazo. Este análisis será de suma utilidad para identificar y establecer las dependencias de estos elementos y sus posibles implicaciones futuras en la modificación de alguno de ellos, y para crear una herramienta útil para la toma de decisiones y el diálogo entre las diferentes partes involucradas.

## **Objetivos**

1. Desarrollar herramientas metodológicas para la evaluación integral de estrategias para el control de la contaminación del aire
2. Implementar metodologías que permitan diseñar planes estratégicos, que integren múltiples medidas que respondan a diferentes escenarios futuros y que permitan apoyar el dialogo entre las partes involucradas.
3. Evaluar la factibilidad técnica y económica de las opciones de control identificadas, así como los requerimientos para su instrumentación y las barreras que requieren ser superadas, entre otros aspectos.

## **Actividades a realizar**

1. Identificación de los sectores que contribuyen en mayor medida al volumen de contaminantes emitidos dentro de la ZMVM y que además sean continuas.
2. Selección de al menos tres escenarios futuros de la ZMVM, tomando en cuenta el crecimiento demográfico, el ingreso familiar y la economía regional, como

elementos que influyen en la toma de decisiones de las diferentes opciones para la selección de un bien o servicio.

3. Diseño de planes estratégicos integrales con múltiples medidas de control que se relacione con la identificación de los sectores emisores más preocupantes, bajo los escenarios seleccionados.

### **Productos esperados**

1. Informe final detallando la metodología empleada para la evaluación integral de las estrategias de control y el desarrollo de los escenarios futuros.
2. Conocimiento nuevo sobre la elaboración de planes estratégicos, desde una perspectiva integral, en materia de contaminación del aire para la toma de decisiones y una herramienta adicional para el dialogo de las partes involucradas.

## **2.11. Evaluación del daño de contaminantes atmosféricos transportados desde zonas industriales/urbanas sobre ecosistemas en áreas naturales**

### **Antecedentes y justificación**

Los contaminantes atmosféricos producen alteraciones en todos los niveles de organización de los ecosistemas, este mecanismo de desequilibrio puede verse acelerado si las barreras de defensa del individuo no son suficientes para compensar las agresiones sufridas. Así, los factores abióticos pueden contribuir a una mayor absorción del contaminante, es decir a que la dosis sea mayor, mientras que los factores bióticos tales como la presencia de plagas también pueden incidir en la respuesta del organismo frente a la contaminación. Como consecuencia de la distinta sensibilidad de los diferentes individuos y/o especies a los contaminantes atmosféricos, éstos pueden llegar a desaparecer del ecosistema. El problema se agrava si el contaminante implica la desaparición total de una población de individuos. En este caso, el ecosistema sufre una pérdida en su diversidad y las relaciones internas existentes son modificadas.

Por lo anterior, resulta de gran importancia determinar los niveles de contaminantes atmosféricos en áreas naturales con poblaciones diversas de vida silvestre tanto desde el punto de vista de aprovechamiento económico como aquellas de gran importancia por el papel que desempeñan en la dinámica de los sistemas que habitan y determinar la asociación que existen entre los niveles encontrados y los daños observados en dichos ecosistemas así como el transporte desde áreas industriales y/o urbanas.

Por otro lado, en un entorno limitado de recursos para la atención de los problemas ambientales, resulta necesaria una evaluación económica detallada de las políticas de reducción o mitigación de la contaminación. En nuestro país no existen a la fecha políticas ni normas de protección a los ecosistemas por el impacto de contaminantes atmosféricos transportados desde zonas industriales y urbanas debido a que la información con que se cuenta es insuficiente para establecer mecanismos eficientes de control. Para subsanar esto, es necesario poder identificar y cuantificar los impactos negativos causados por la contaminación; particularmente en zonas rurales cercanas a las grandes zonas metropolitanas y/o industriales.

### **Objetivo**

1. Obtener información actualizada sobre las áreas naturales con gran diversidad de vida silvestre que sean susceptibles por su ubicación geográfica y condiciones meteorológicas al transporte de contaminantes atmosféricos desde zonas altamente pobladas, con una actividad industrial extensiva y circulación intensa de vehículos automotores en nuestro país.
2. Proponer metodologías que permitan comparar los cambios temporales y espaciales en la riqueza y abundancia de especies en riesgo o prioritarias, así como especies conspicuas o de importancia funcional para los ecosistemas.
3. Iniciar el monitoreo de dichas especies en ecosistemas relevantes en diferentes épocas del año y determinar si existe transporte de contaminantes atmosféricos desde zonas industriales y/o densamente pobladas aledañas.

4. Determinar el grado de daño ambiental en el que se encuentran los ecosistemas bajo estudio.
5. Generar estimaciones económicas relativas a los daños ambientales en poblaciones diversas de vida silvestre tanto desde el punto de vista de aprovechamiento económico como aquellas de gran importancia por el papel que desempeñan en la dinámica de los sistemas que habitan, así como a los impactos negativos sobre las actividades productivas ocasionados por diversos contaminantes atmosféricos. Se espera que esta información ayude a establecer prioridades dentro de la agenda ambiental en materia de contaminación así como en la evaluación costo - beneficio de políticas ambientales para mitigar los efectos nocivos de las actividades productivas.

### **Productos esperados**

1. Base de datos u hojas de cálculo (en Excel) con información taxonómica y ecológica de las especies o de las poblaciones de especies susceptibles por su ubicación geográfica y condiciones meteorológicas al transporte de contaminantes atmosféricos.
2. Documentos, en formato digital, con análisis de la información sobre las especies o sus poblaciones, diagnósticos y evaluaciones sobre su situación y estado de conservación, así como recomendaciones para su manejo, aprovechamiento, monitoreo y conservación.
3. Para los monitoreos, una base de datos con la información generada durante el desarrollo del proyecto o recopilada de otros ya realizados con anterioridad tanto de los niveles de los contaminantes atmosféricos medidos como de los parámetros meteorológicos de las áreas seleccionadas bajo el periodo de estudio.
4. Documentos, en formato digital, con la descripción detallada del diseño y establecimiento de sistemas de monitoreo de las especies mencionadas, y de los métodos a seguir a mediano y largo plazo para continuarlo, así como el análisis de la información obtenida o recopilada y que sirvió como punto de partida para iniciarlo.
5. Estudios que contengan estimaciones monetarias del impacto de la contaminación sobre los niveles de actividad económica, beneficios y costos de sectores de la producción.
6. Bases de datos recopiladas y/o generadas que sirvan para la elaboración de estudios de valoración económica del daño ambiental sobre actividades productivas y los riesgos de morbilidad y mortalidad.

### **Prioridades**

Se consideran de importancia las áreas naturales (zonas maderables, productivas y con gran diversidad de especies silvestres) cercanas a las grandes zonas metropolitanas como la Zona Metropolitana del Valle de México, la Zona Metropolitana de Guadalajara, la Zona Metropolitana de Monterrey, así como Ciudades del Bajío.



## **2.12. Monitoreo microambiental de contaminantes y evaluación de la exposición personal**

### **Antecedentes**

El monitoreo y evaluación sobre la calidad del aire en las principales ciudades del País se ha enfocado principalmente a partículas suspendidas totales, partículas fracción respirable (PM 10), plomo, óxidos de azufre y nitrógeno, monóxido de carbono y ozono. Otros contaminantes de la atmósfera, muy poco evaluados en México, son los compuestos orgánicos volátiles (COVs), los cuales además, son muy reactivos en la atmósfera y son precursores de la formación de ozono troposférico, asimismo son de gran riesgo potencial en la salud humana por su elevada toxicidad. En lo que respecta a monitoreo y evaluación sobre contaminación en microambientes, existen relativamente pocos estudios en los que se han identificado algunos tipos de contaminantes. Así mismo, datos sobre exposición personal a ciertos contaminantes criterio y compuestos tóxicos son escasos.

Si bien existen algunos estudios en relación a contaminantes producidos por fuentes biogénicas tales como las emisiones de centros volcánicos (de los cuales se encuentran algunos en actividad), y emisiones producidas por especies vegetales es aún necesario conformar los inventarios sobre emisiones biogénicas y determinar su efecto en la contaminación atmosférica de ciertas regiones cercanas a zonas urbanas. El efecto de las emisiones de estos centros ha sido preocupación tanto de autoridades como de las propias poblaciones cercanas respecto a la afectación a su salud como a sus bienes económicos. Esta información es fundamental para el desarrollo de normatividad respecto a contaminantes atmosféricos.

### **Objetivo**

1. Generar información cualitativa y cuantitativa sobre contaminantes atmosféricos tanto a nivel de microambiente como niveles ambientales, así como estudios de exposición personal en diferentes ciudades o regiones del país.

### **Productos esperados**

Se espera que al término del financiamiento, se obtengan algunos de los siguientes productos:

1. Estudios sobre evaluación y monitoreo sistemático en aire ambiental de óxidos de azufre y nitrógeno, monóxido de carbono, ozono y COVs y de la composición química de las aeropartículas de la fracción respirable PM10 y PM2.5 tales como metales pesados e hidrocarburos aromáticos policíclicos.
2. Estudios sobre evaluación y caracterización de microambientes típicos, en donde la población realiza sus labores cotidianas, respecto a contaminantes tales como óxidos de azufre y nitrógeno, monóxido de carbono, ozono y COVs y de la composición química

de las aeropartículas de la fracción respirable PM10 y PM2.5 tales como metales pesados e hidrocarburos aromáticos policíclicos.

3. Estudios sobre evaluación de los niveles de exposición personal a contaminantes atmosféricos tales como ozono, monóxido de carbono, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en población abierta y en población específica a ciertos patrones de actividad de alto riesgo.
4. Estudios que proporcionen información para conformar inventarios de fuentes de emisión a la atmósfera de contaminantes, sustancias tóxicas de interés prioritario y de gases de efecto invernadero.
5. Estudios sobre evaluación de la contaminación atmosférica por contaminantes prioritarios en alturas superiores a 150 m y menores a 1000 m encima de centros urbanos.
6. Estudios sobre evaluaciones o determinación de factores de emisión de contaminantes prioritarios, sustancias tóxicas y de gases de efecto invernadero que suceden al incinerar a cielo abierto residuos domésticos, residuos agrícolas producidos en el país, por incendios forestales (pastizales, chaparrales, bosques tropicales y templados) y por las técnicas operadas de apagado, así como por la actividad biogénica de las principales vegetaciones en los alrededores de zonas urbanas. Las investigaciones deberán contener un sistema básico de información sobre inventarios de fuentes de emisión.
7. Estudios sobre evaluación de la contaminación atmosférica generada por erupciones volcánicas, factores de emisión de contaminantes prioritarios y caracterización morfológica (tamaños y formas geométricas) de las partículas suspendidas generadas.
8. Estudios sobre evaluación de calidad del aire en zonas urbanas en donde se han implementado programas de mejoramiento del aire, incluyendo análisis estadísticos de las tendencias históricas de los contaminantes prioritarios considerados en dichos programas, indicadores ambientales de la eficiencia de cada medida de abatimiento recomendada en los programas
9. Recomendaciones derivadas de los resultados obtenidos para la resolución de los problemas de calidad del aire

## **2.13. Desarrollo tecnológico para el control de la contaminación atmosférica**

### **Antecedentes**

En los últimos años se han desarrollado tecnologías apropiadas para asegurar la prevención y el control de la contaminación ambiental, en cualquiera de sus factores físicos y biológicos. Sin embargo, es en los países industrializados donde por lo general se desarrollan y aplican estas tecnologías, mientras que en México se han seguido las opciones tradicionales que frecuentemente no representan soluciones adecuadas especialmente desde el punto de vista ambiental. O bien, se importan las tecnologías de los países desarrollados, sin considerar las diferencias sociales, económicas y políticas, etc. y frecuentemente esas tecnologías no operan con la misma eficiencia en nuestro país.

Se hace por lo tanto necesario que en México se incorporen las tecnologías viables para un control más eficiente de la contaminación ambiental, de manera que se favorezcan opciones acordes con los principios del desarrollo sustentable.

### **Justificación**

Ante la problemática ambiental de nuestro país el desarrollo tecnológico para la minimización, control o disposición de contaminantes en las diferentes matrices ambientales es una herramienta clave. El desarrollo tecnológico para minimización, control o disposición de contaminantes en las diferentes matrices ambientales tiene un rezago considerable respecto a otras áreas tecnológicas en nuestro país. Estos desarrollos tecnológicos deben considerar además de la solución al problema de la contaminación, la minimización del impacto ambiental que estos procesos generan a su vez, esto es, tecnologías ambientalmente amigables.

### **Objetivo**

Generar opciones para el desarrollo de tecnologías para la prevención y el control de la contaminación en México, que consideren las condiciones económicas y sociales del país.

### **Productos esperados**

1. Desarrollos tecnológicos, estudios técnico-económicos, estudios demostrativos, estudios que identifiquen alternativas sobre:
  - a. Tecnologías para la prevención y/o control de contaminación por compuestos orgánicos persistentes y metales tóxicos.
  - b. Tecnologías para la prevención y/o control de emisiones industriales de compuestos orgánicos volátiles, compuestos azufrados, óxidos de azufre, dióxido de azufre.
  - c. Tecnologías para la prevención y/o control de emisiones por automóviles de hidrocarburos, óxidos de nitrógeno, compuestos azufrados y monóxido de carbono.
  - d. Tecnologías para el control de la contaminación en interiores por contaminantes atmosféricos como partículas, compuestos orgánicos volátiles, ozono y carbonilos.
  - e. Tecnologías para la prevención y/o control de la contaminación térmica, odorífica, lumínica y/o sonora.

## **2.14. Contaminación sonora y térmica**

### **Antecedentes**

Tradicionalmente los programas ambientales se han enfocado a buscar soluciones a los contaminantes típicos o de mayor presencia, impacto o persistencia, dejando de lado a contaminantes que por su naturaleza temporal en el espacio y tiempo no dejan de ser menos importantes. En México existen pocos estudios relacionados con los impactos y los procesos de generación y tratamiento de las diversas formas de energía que al manifestarse pueden ocasionar efectos negativos en los ecosistemas receptores y en la salud humana.

Existen diversos estudios a nivel internacional que documentan los efectos que pueden ocasionar el ruido, los olores, las vibraciones, las energías térmica y lumínica. Sin embargo, en nuestro país los estudios realizados sobre este tema son escasos y dispersos lo que ha provocado que no se cuente con un diagnóstico formal de sus impactos y por lo tanto no se disponga de un marco regulatorio adecuado y suficiente.

Ante esta situación, se hacen necesarios estudios sobre las diversas formas de energía contaminantes que generen información que ayude a la definición de políticas y la elaboración de normas e instrumentos de prevención y control.

### **Objetivo**

Disponer de información sobre las diversas formas de energía contaminante que sustenten la definición de programas de prevención y control de las mismas.

### **Productos esperados**

2. Estudios científicos sobre los mecanismos de formación, propagación e impacto de la contaminación sonora, térmica, odorífica, lumínica y por vibraciones.
3. Estudios científicos sobre las formas de atenuación y control de estas manifestaciones de energía.
4. Estudios que generen información orientada a la elaboración de normas mexicanas, tanto en los rubros de medición y análisis como en la definición de valores máximos permisibles.

## **2.15. Evaluación del nivel de contaminación atmosférica por partículas suspendidas pm2.5 en zonas urbanas**

### **Introducción**

Existen evidencias científicas de que las partículas con diámetros aerodinámicos menores o iguales a  $2.5 \mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{2.5}$ ) tienen estrecha relación con efectos en la salud respiratoria de las personas expuestas a este contaminante, incluso se le ha asociado con incrementos en la mortalidad y con enfermedades cardiovasculares (Borja-Aburto et al. 1998, Klemm et al. 2000, Laden et al. 2000, Churg y Brauer 2000, Schwela 2000, Creason et al. 2001). El análisis de la composición de estas partículas reporta la presencia de compuestos y elementos tóxicos derivados de las emisiones producidas por la combustión incompleta de automotores, de actividades industriales y comerciales (Clayton et al 1993, Chow et al. 1994, Miranda 1996a, Spurny 1998, Monn y Becker 1999, Zmirou et al 2000). Asimismo estas partículas tienen gran participación en los procesos fotoquímicos y en la formación de partículas secundarias. (Chow et al. 1994, Meng et al. 1997, Edgerton et al. 1999).

En la actualidad se dispone de información sobre la concentración y composición de  $\text{PM}_{2.5}$  en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, derivada de algunos estudios epidemiológicos (Castillejos et al. 1995, Romieu et al. 1996, Borja-Aburto et al. 1998, Gold et al. 1999) y de proyectos de investigación enfocados a la caracterización elemental de estas (Aldape et al. 1991a; 1991b, Miranda 1994, 1996b). Los resultados encontrados son consistentes con los reportados en otros países. (Chow et al. 1994, Cahill et al. 1996, Miranda 1996a).

Sin embargo, las investigaciones citadas anteriormente sólo han atendido regiones específicas de la Ciudad de México y han sido muy útiles en la definición sobre la importancia de crear una red para el monitoreo continuo de este contaminante. En Estados Unidos de América desde 1997 su agencia ambiental de protección al ambiente (EPA, por sus siglas en inglés), emitió un estándar de protección de la salud humana para esta fracción de partícula, cuyo valor es de  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 24 horas y de  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  como promedio anual. En México, la Secretaría de Salud, en el año 2000, basada en los resultados de diversos estudios realizados en México, concluyó la revisión de la norma federal vigente que establece los límites permisibles para la protección de la salud con respecto a las partículas suspendidas, donde se incluye un indicador para  $\text{PM}_{2.5}$ . Cabe mencionar que una vez publicada esta norma, se deberá observar el cumplimiento de esta disposición mediante el monitoreo de este contaminante.

### **Justificación**

La fracción  $\text{PM}_{2.5}$  de las partículas suspendidas no se ha evaluado en áreas diferentes a la Ciudad de México y de algunas zonas de la frontera norte del país, solamente cuentan con redes de vigilancia, el Área Metropolitana de la Ciudad de México y el Área Metropolitana de Monterrey, monitoreo instalado a partir de 2003. Por las condiciones climáticas y tipos de suelo de regiones semiáridas de áreas urbanas como la Ciudad de Zacatecas y por su influencia minera característica, resulta de particular interés conocer con mayor detalle la

dinámica de formación y niveles de concentración de este contaminante a lo largo de un año. Así como el caracterizar la composición de las partículas con el fin de evaluar el aporte de minerales y metales resuspendidos.

## **Objetivos**

1. diseñar la estrategia de muestreo con respecto al impacto de pm<sub>2.5</sub> orientado a la población receptora, así como a las principales fuentes de emisión de este contaminante.
2. evaluar durante un año, la concentración de partículas pm<sub>2.5</sub> en diferentes regiones de la zona metropolitana de Zacatecas.
3. definir la representatividad espacial y temporal de los niveles de partículas pm<sub>2.5</sub> en áreas contiguas, en una malla de 2 x 2 km, durante la época de secas y lluvias.
4. Caracterizar en un subconjunto de muestras los metales pesados y iones nitrato y sulfato contenidos en la fracción fina respirable de las partículas suspendidas.

## **Actividades**

Para el cumplimiento de los objetivos mencionados, se requiere realizar las siguientes actividades:

### **1. Selección de sitios de muestreo**

La selección de sitios se llevará a cabo conforme al manual de control y aseguramiento de calidad para los sistemas de medición de contaminantes atmosféricos Vol I y II (USEPA, 1994), la guías para el diseño de redes y sitios de exposición para PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub> (USEPA, 1997) y los criterios de la organización mundial de la salud (WHO, 1997). Se identificarán las características del terreno (plano, ondulado o accidentado), la elevación media del área de estudio, así como las estructuras, edificaciones y usos del suelo.

Los criterios de ubicación se llevarán a cabo conforme al objetivo de que la unidad de muestreo sea representativa de un área de 2 X 2 km, debiendo esta ser apropiada, de fácil acceso, con disponibilidad de servicios, con energía eléctrica, seguridad contra el vandalismo.

El punto de muestreo deberá tener una altura mínima de 3.5 metros con respecto al suelo y no mayor a 12 metros y deberá estar alejado de obstáculos como árboles, edificaciones o estructuras al menos al doble de distancia con respecto a la diferencia de altura entre la toma de muestra y la altura del obstáculo en cuestión.

Asimismo se evitará la instalación de sitios de muestreo en donde exista la posible influencia directa de fuentes puntuales a menos de 100 metros en dirección horizontal, en espacios conocidos de aire muerto, bajo la sombra de alguna estructura o árbol, en zonas con superficies muy corrugadas que propicien la turbulencia, en corredores de viento, en lugares cercanos a cuerpos de agua o torres de enfriamiento industriales o transformadores o cables eléctricos, alejados por lo menos a 30 metros de distancia con respecto a avenidas de alto tráfico vehicular y de zonas de terracería por lo menos a 100 metros.

## **2. Muestreo**

De las metodologías disponibles para efectuar muestreos de contaminantes atmosféricos descritas por Gilbert R. (1987), Nesbitt (1996), Noll (1977), U.S.EPA (1997) y U.S.EPA (2000) se deberá utilizar el muestreo sistemático, definido como aquel en el que se utilizan cierta cantidad de muestreadores en un sistema de malla, en este caso en cada cuadrante de 2 X 2 km se colocará un muestreador, este método requiere de la utilización simultánea de muchos muestreadores y aunque puede tener resultados redundantes de información sobre las concentraciones de PM<sub>2.5</sub>, es necesario aplicarlo pues el objetivo del estudio es evaluar la uniformidad espacial de este contaminante.

Asimismo bajo este esquema será posible saturar un área con 10 muestreadores de manera simultánea, evaluando así 10 cuadrantes o unidades de muestreo.

## **3. Determinación gravimétrica**

El Análisis gravimétrico se deberá llevar a cabo en un cuarto sellado siempre limpio y libre de polvo, con el fin de evitar corrientes de aire que puedan ingresar al interior y alterar las condiciones internas de temperatura y humedad.

El acondicionamiento de filtros se efectuará al interior del cuarto de acondicionamiento a una temperatura que debe estar entre 22°C +/- 3°C con una humedad relativa de 40% +/- 5%. Estas condiciones deben prevalecer por lo menos 48 horas antes de efectuarse el pesaje de los filtros (Allen, et al. 1997).

## **4. Análisis químicos y de composición morfológica**

El 10 % de las muestras obtenidas serán analizadas en cuanto a los niveles de concentración de metales pesados por absorción atómica o plasma acoplado por inducción; los iones nitrato y sulfato por cromatografía de líquidos para aniones; la morfología y distribución del tamaño de las partículas se evaluará por microscopía electrónica de barrido; y el marcador carbón de combustión se determinará por reflectancia térmico-óptica o métodos equivalentes.

### **4.5 Análisis de la información**

Con la información obtenida en este estudio se efectuará estadística descriptiva, análisis exploratorio de datos, gráficas de isoconcentración, rosas de viento con relación a la concentración de PM<sub>2.5</sub>. También se efectuarán análisis de varianza y covarianza para la caracterización de homogeneidad espacial y temporal (USEPA 1994, USEPA 1997, USEPA 2000). Asimismo se llevarán a cabo análisis de correlación múltiple entre sitios de muestreo y entre regiones cercanas. Y se calculará el índice de representatividad espacial propuesto por Chang-Chuan y Jing-Shiang (1996), basado en la comparación de desviaciones estándar.

### **Productos esperados**

1. informe parcial: evaluación de los resultados de la mitad de la campaña de monitoreo que comprende a la época seca-fría.
2. informe final: nivel de contaminación atmosférica por partículas suspendidas pm2.5 en la ciudad de Zacatecas y su zona conurbada con Guadalupe, Zacatecas



### **3. CAMBIO CLIMÁTICO**

#### **3.1. Estimación de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero por la aplicación de ecotecnologías en el sector vivienda en México**

##### **Justificación**

Con base en datos del Consejo Nacional de Población, la población mexicana fue de 100.6 millones de habitantes, a mediados del año 2000. La tasa de crecimiento demográfico, de 1995 al 2000, fue de 1.4% anual. Las proyecciones indican que 2005 la población será de 106.4 millones, 111.6 millones en 2010, 127.2 millones en 2030 y de 129.6 millones en el año 2050.

En el mediano plazo (año 2010) se prevé que el país cuente con 30 millones de hogares, lo cual representa un incremento anual promedio, en el periodo 2004-2010, de 731 mil 584 familias, que requerirán una vivienda.

De acuerdo al Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, las emisiones de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) asociadas al consumo de energía del sector residencial en el año 1998 fueron de 22.5 millones de toneladas, lo cual representó un incremento del 20% de las emisiones registradas en 1990. (18.7 millones de toneladas)

El presente estudio contribuirá en:

1. Identificar oportunidades de reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en el sector residencial en México.
2. Concientizar a los desarrolladores de proyecto de vivienda nueva de los beneficios de las ecotecnologías.
3. Concientizar a la población de los beneficios de las ecotecnologías dentro de un marco de desarrollo sustentable.
4. Desarrollar metodologías para apoyo en estudios de caso en zonas geográficas específicas del territorio nacional.
5. Posibles oportunidades para el mercado de Certificados de Reducción de Emisiones para México.
6. Los beneficios adicionales de las ecotecnologías podrán ser evaluadas bajo un enfoque mitigación/ adaptación al cambio climático en estudios futuros.

##### **Objetivo**

1. Estimar la reducción potencial de emisiones de GEI por la implantación de ecotecnologías en proyectos de vivienda nueva en México. Determinar la línea base de emisiones de GEI del sector residencial de acuerdo a las proyecciones de crecimiento de la vivienda en los próximos 5, 10, 15 y 20 años en México.

## **Actividades**

1. Recopilar información de ecotecnologías aplicadas en el sector vivienda en el mundo: casos exitosos y proyección de tecnologías en los próximos 5, 10, 15 y 20 años
2. Caracterizar las zonas de mayor crecimiento de vivienda en México para el mismo periodo, que permitan la implantación de ecotecnologías bajo un enfoque de costo/efectividad.
3. Estimar la línea base de emisiones de GEI del sector vivienda con diferentes escenarios de crecimiento para el mismo periodo.
4. Estimar la reducción potencial de emisiones de GEI por la aplicación de ecotecnologías.
5. Recopilar los beneficios adicionales: (*p. ej, reducción en el consumo de agua*) que pueden obtenerse con la implantación de ecotecnologías en el sector residencial en México.

## **Productos esperados**

Un informe técnico que permitirá identificar el potencial de reducción de emisiones de GEI en áreas de alto crecimiento de vivienda nueva en México.

Los productos adicionales se enumeran en la justificación del documento.

### **3.2. Vulnerabilidad actual, futura y posible medidas de adaptación al cambio climático en diversos sectores del país**

#### **Justificación**

En México, los procesos relacionados con el sector agropecuario, hídrico, forestal, así como los de desarrollo urbano tienen una estrecha relación con los cambios en el clima. La transformación del paisaje y la contaminación, en las ciudades principalmente, han llegado a modificar de manera preocupante al ciclo hidrológico, provocando entre otras cosas, impactos negativos como severas inundaciones, sequías prolongadas, falta de disponibilidad de agua potable y deforestación.

Desafortunadamente, el futuro no es alentador. Dada la tendencia al incremento de la temperatura promedio global, los impactos en diversas áreas podrían generar conflictos por la disponibilidad de los recursos. Para evitar lo anterior, es necesario que se generen nuevas y mejores medidas de mitigación y adaptación a corto, mediano y largo plazo ante condiciones adversas en todos los sectores, como las que se prevén con el cambio climático.

#### **Sector Hídrico**

En las últimas décadas, el crecimiento poblacional, el aumento de los servicios públicos y, en consecuencia, la sobreexplotación de los mantos acuíferos ha crecido de manera alarmante. Datos de la Comisión Nacional del Agua, mencionan que anualmente el país utiliza 72 mil millones de metros cúbicos, de los cuales el 78% está destinado a las actividades agrícolas, 12% a la industria y 8% a las actividades domésticas. Sin embargo, el desabasto o insuficiencia del agua resulta preocupante en el tercer rubro.

Por otro lado, el Panel Intergubernamental ante el Cambio Climático (PICC) menciona que en los próximos años, la variabilidad climática experimentará cambios cada vez más extremos, manifestándose como lluvias y olas de calor intensas. Actualmente, estos fenómenos han puesto de manifiesto nuestra vulnerabilidad.

Al menos para el centro del país, se sabe que existe un aumento en la cantidad de lluvia acumulada anualmente. Sin embargo, la captación del agua con fines de recarga de los mantos acuíferos resulta casi nula al no contar con la infraestructura y planeación necesarios, resultando en una verdadera amenaza para la población a corto, mediano y largo plazo.

#### **Sector Forestal**

Estudios recientes muestran que la deforestación afecta en gran medida al ciclo hidrológico al modificar el proceso de evaporación, la humedad en el suelo y los efectos que la vegetación ejerce sobre los vientos. Lo anterior tiene una estrecha relación con las sequías que se desarrollan como parte natural de las variaciones propias del clima. Sin embargo, al cambiar el uso de suelo y modificar la vegetación, los efectos negativos de las variaciones

climáticas podrán amplificarse, resultando en impactos directos en la producción forestal y agrícola del país.

Entre 1993 y 2000, la pérdida de la superficie boscosa en nuestro país creció a razón de alrededor de un millón de hectáreas por año. Esta situación podría empeorar aun más con el cambio climático. Esta información constituye una herramienta básica para una mejor planificación de la política ambiental en materia forestal al relacionar los impactos del clima futuro.

### **Sector Agrícola**

Cada año, la producción agrícola en alguna parte del país se ve amenazada por fenómenos meteorológicos extremos. Esto obedece a que el 85% de la superficie corresponde a zonas áridas y semiáridas que se caracterizan por la baja y variable precipitación. Además, a estas condiciones de climas secos se le agrega la limitante topográfica, lo cual hace que la zona con capacidad agrícola se de apenas un 16% del territorio nacional. Como agravante de lo anterior, están las variaciones climáticas que provocan grandes pérdidas económicas a nuestro país.

La ocurrencia de sequías, en conjunto con la falta de planeación, apoyos y programas eficientes para el campo, sitúa actualmente a la agricultura de temporales una posición altamente vulnerable ante la variabilidad climática. Por ello, se tiene la necesidad de plantear estrategias de planeación adecuadas para enfrentar futuros cambios en el clima. La factibilidad de cambios en los ciclos de siembra, los tipos de cultivo, la creación de sistemas eficientes de riego y el manejo adecuado del suelo deberán ser los temas a abordar en los siguientes años para construir mejores políticas y medidas de adaptación ante posibles eventualidades.

### **Otros sectores**

El sector industrial no es ajeno a los cambios del clima. Una variación de tan sólo dos grados en la temperatura, como lo estima el PICC, podría significar un importante aumento en la quema de combustibles para la generación y abasto de energía y con ello, una mayor cantidad de emisiones de gases a la atmósfera, política contraria a la establecida en el Protocolo de Kyoto. Por ello, será conveniente que este sector comience a explorar nuevas alternativas en el desarrollo tecnológico que ayuden a aminorar la problemática ambiental, así como una nueva formulación de planes en sus actividades cotidianas que consideren los cambios del clima.

### **Objetivos**

1. Conocer el potencial de vulnerabilidad actual y para los próximos años en diversos sectores del país.
2. Estudiar y analizar la variabilidad climática y sus relaciones con diversos sectores.
3. Estimar la infraestructura disponible y necesaria para poder mitigar y adaptarse a mediano plazo con fines de reducir nuestra vulnerabilidad ante el Cambio Climático.

4. Establecer medidas de mitigación viables para un mejor uso y distribución equitativa de los recursos, así como proponer alternativas de adaptación al cambio climático.

### **Actividades**

1. Mediante el estudio de peligros naturales y la estimación del riesgo a su exposición, es posible analizar y diagnosticar escenarios que darán una estimación de la vulnerabilidad actual.
2. Reconociendo la vulnerabilidad actual, las estrategias de planeación y mitigación a corto y mediano plazo deben de ser estructuradas de tal forma que puedan fomentar la capacidad adaptativa del país a largo plazo.
3. Plantear nuevas tecnologías y técnicas de adaptación para hacer mas eficiente el uso de los recursos y con ello, generar una cultura de desarrollo sustentable.

### **Productos esperados**

1. Descripción de las condiciones presentes y futuras de los principales sectores del país, así como las necesidades que presentan y que puedan dar respuestas a la problemática.
2. Planes estratégicos para la mitigación a corto plazo y mediano plazo, y futura adaptación considerando el problema del Cambio Climático.
3. Planes y estudios base para su proyección y aplicación a mediano plazo a nivel país con fines de generar una cultura de desarrollo sustentable.

### **3.3. Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero: Estudio para obtener factores de emisión para México, por tipo de actividad en fuentes clave detectadas en el Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.**

#### **Justificación**

En una constante búsqueda para mejorar la el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero es necesario concentrar los esfuerzos para mejorar la calidad de la información de las fuentes claves identificadas en el mismo.

La aplicación de la metodología del IPCC de evaluación de Nivel 1 permitió identificar las fuentes clave que emiten hasta el 95% de las emisiones de gases de efecto invernadero sobre los datos del Segundo Inventario Nacional de Emisiones Gases de Efecto Invernadero (INEGEI). En este análisis se determinaron 14 fuentes principales que cumplen con esta condición. Por otro lado, fue posible determinar las categorías de fuentes clave de acuerdo con una evaluación de tendencia de Nivel 1 por criterios cualitativos. Esto permitió evaluar la contribución de cada categoría de fuente en la tendencia del inventario nacional de emisiones. En este análisis se determinaron 13 fuentes principales que cumplen con la condición de representar el 95% del inventario.

Debido a lo anterior, y como primer paso, es necesario contar con factores de emisión propios del país para mejorar la certidumbre de las emisiones estimadas para los gases de efecto invernadero y reportadas a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

#### **Objetivo**

Determinar los factores de emisión nacionales de las fuentes claves identificadas en el inventario para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero del país.

#### **Actividades**

1. Búsqueda de información existente.
2. Estimación de los factores de emisión por actividad y combustible.
3. Determinar la incertidumbre de los factores de emisión estimados.
4. Comparación y discusión de los factores de emisión propuestos como defecto por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático.

#### **Productos esperados**

Un reporte final que incluya:

- Informe de actividades.
- Metodología utilizada.
- Resultados
- Discusión de los resultados

- Conclusiones y recomendaciones
- Anexar
  - Cuadros de los factores de emisión por actividad y combustible.
  - Notas sobre incertidumbres
  - Notas sobre Aseguramiento de Calidad y Control de Calidad
  - Información recopilada como soporte para la estimación de los factores de emisión.

## **4. SUSTANCIAS TÓXICAS Y RESIDUOS PELIGROSOS**

### **4.1. Restauración biológica de suelos contaminados con hidrocarburos**

#### **Antecedentes y justificación**

La contaminación de suelos con hidrocarburos derivados del petróleo es un problema severo en los lugares donde se lleva a cabo su explotación, transporte, refinación y almacenamiento. En el sureste de la República se reportan afectaciones en los suelos cercanos a mil pozos y a más de 12 mil km de ductos<sup>1</sup>. Durante 2002, el volumen de hidrocarburos derramados fue de 19 995 toneladas, de las cuales, el 99% se derramó en instalaciones en tierra<sup>2</sup>. Al problema se suman los ductos que son perforados, cada vez con más frecuencia, clandestinamente.

En general los suelos contaminados con este tipo de hidrocarburos son tratados con el uso de tecnologías biológicas, térmicas y fisicoquímicas. En particular, la biorremediación es la alternativa tecnológica más económica y eficiente en campo. Sin embargo, los tiempos de proceso son prolongados. Por lo tanto, las propuestas de investigación aplicada para este campo deben enfocarse a la búsqueda, puesta en marcha y validación de estrategias que aceleren los procesos de biorremediación, sin perder su efectividad.

#### **Objetivo**

Desarrollar proyectos de investigación que sienten las bases para realizar la caracterización de un suelo o sitio contaminado con hidrocarburos del petróleo, que identifiquen los mecanismos de evaluación y den propuestas de mejores alternativas tecnológicas para la biorremediación y recuperación de los suelos contaminados.

#### **Productos esperados**

1. Lineamientos, guías y procedimientos para caracterizar suelos contaminados con hidrocarburos del petróleo, con ejemplos de trabajo en campo.
2. Diagnóstico de los posibles impactos al ambiente por los suelos contaminados con hidrocarburos y el catálogo de los criterios empleados.
3. Métodos para la evaluación dinámica y distribución de hidrocarburos del petróleo en el suelo
4. Recomendaciones para manejar, revertir y evitar la contaminación de suelos contaminados con hidrocarburos del petróleo, con base en los resultados obtenidos a partir de los estudios de biorremediación.

Validación de las recomendaciones anteriores, a nivel de laboratorio o planta piloto.

---

<sup>1</sup> PEMEX. 1999. Informe Anual de Actividades. Seguridad, Salud y Medio Ambiente. Dirección Corporativa de Seguridad Industrial y Protección Ambiental. México

<sup>2</sup> PEMEX. 2002. Seguridad, salud y medio ambiente, Informe 2002. Dirección Corporativa de Seguridad Industrial y Protección Ambiental. <http://www.pemex.com.mx/>



## **4.2. Evaluación de tecnologías para la remediación de suelos contaminados con residuos que contengan metales**

### **Antecedentes y justificación**

Debido al desarrollo y modernización en los procesos de extracción y procesamiento de los recursos minerales, así como a la generación de grandes cantidades de residuos provenientes de sus procesos, la industria minera en México ha generado por décadas una gran cantidad de desechos y sitios contaminados a lo largo de todo el país. El beneficio de minerales, como parte de las actividades de la minería metálica, genera residuos como sulfatos y residuos que contienen diversos metales. Los metales tóxicos (mercurio, plomo, cromo, cadmio) son especialmente preocupantes por su toxicidad y ubicuidad. Actualmente, el conocimiento acerca de las tecnologías de remediación que puedan aplicarse en los suelos y condiciones climáticas de nuestro país es limitado, de manera que es necesario ampliarlo a través de la investigación en este campo.

Asimismo, la generación de conocimiento en este campo es de suma importancia para la toma de decisiones durante la elaboración de instrumentos de gestión y normativos en materia ambiental.

### **Objetivo**

Desarrollar proyectos de investigación científica y tecnológica que sienten las bases para proponer las alternativas tecnológicas más adecuadas, de acuerdo a las condiciones del país, para la remediación de suelos contaminados con metales tóxicos.

### **Productos esperados**

1. Estudios que generen información acerca de las tecnologías de remediación más adecuadas para su aplicación de acuerdo con las condiciones climáticas y socio-económicas de México.
2. Localización de sitios potencialmente contaminados y contaminados con los metales mencionados
3. Lineamientos, guías y procedimientos para caracterizar suelos contaminados
4. Inventario de tecnologías y métodos para la remediación de suelos contaminados con metales existentes y/o aplicables en México
5. Diagnóstico de los posibles impactos al ambiente por los suelos contaminados
6. Recomendaciones para manejar, revertir y prevenir la contaminación de suelos, con base en los resultados obtenidos
7. Evaluación de propuestas y alternativas tecnológicas para el tratamiento de suelos contaminados con metales.

### **4.3. Inventario nacional de suelos contaminados**

#### **Antecedentes y justificación**

La inadecuada disposición de todo tipo de residuos, así como el manejo irracional de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas, son dos de las principales causas que provocan la contaminación del suelo. De acuerdo con el INEGI y la SEMARNAT<sup>3</sup>, en 1999 existían alrededor de 26,000 km<sup>2</sup> de suelos contaminados. Sin embargo, el conocimiento actual acerca de la presencia de contaminantes en el país, así como de sus fuentes y sitios contaminados, presenta un panorama incompleto. Por estas razones, con la elaboración de un “Inventario Nacional de Suelos Contaminados” se pretende generar una importante herramienta para atender el grave problema de la pérdida y deterioro del suelo en el territorio nacional.

#### **Objetivo**

Desarrollar investigación y generar información tendiente a consolidar un inventario nacional de suelos contaminados que permita, entre otras cosas, la identificación de las áreas prioritarias a restaurar.

#### **Productos esperados**

1. Clasificación de sitios contaminados por grupos de contaminantes:
  - Metales
  - Compuestos inorgánicos
  - Plaguicidas y pesticidas
  - Hidrocarburos clorados
  - Hidrocarburos aromáticos
  - Hidrocarburos aromáticos policíclicos
2. Clasificación de sitios con base en los riesgos ecotoxicológicos potenciales
3. Identificación de sitios con base a niveles de contaminación

---

<sup>3</sup> SEMARNAP / INEGI. 2000. Estadísticas del Medio Ambiente, México 1999

#### **4.4. Diagnóstico sobre el grado de afectación a ecosistemas por uso y aplicación de plaguicidas y agroquímicos en el Valle del Yaqui**

##### **Justificación**

Es de suma importancia identificar los niveles de afectación en zonas agrícolas de México por el uso de sustancias que pueden dañar a la flora y fauna y disminuir la capacidad de los ecosistemas. Un gran número de plaguicidas y agroquímicos son utilizados para mejorar las cosechas de algunos cultivos, aun y cuando sus efectos ambientales son poco conocidos. Debido a la toxicidad de algunas de estas sustancias es necesario conocer su transporte y destino ambiental para evaluar los daños ambientales así como los riesgos asociados a su uso.

Estos avances en el conocimiento científico tienen gran importancia para los tomadores de decisiones, responsables de establecer los instrumentos regulatorios y normativos, los cuales deben de reflejar dichos avances.

##### **Objetivos**

1. Identificar los plaguicidas y agroquímicos de mayor uso y aplicación en la zona del Valle del Yaqui.
2. Evaluar la toxicidad de estas sustancias en especies de flora y fauna de la zona, y sus mecanismos de transporte en el medio ambiente.
3. Realizar un diagnóstico del grado de afectación en ecosistemas por la aplicación de estas sustancias.
4. Establecer recomendaciones de restauración necesaria en las zonas afectadas.

##### **Actividades**

1. Seleccionar sitios dentro de la zona de estudio para realizar un muestreo representativo en los mismos.
2. Determinar niveles de las sustancias en diversas matrices ambientales (suelo, plantas, etc.) con técnicas analíticas validadas.
3. Realizar diagnóstico de afectación ambiental.

##### **Resultados Esperados**

1. Identificación e interpretación de niveles de plaguicidas y agroquímicos resultado de las etapas de muestreo y análisis en la zona de estudio.
2. Diagnóstico de la afectación a ecosistemas en la zona de estudio por el uso y aplicación de estas sustancias considerando las características toxicológicas y de transporte ambiental.
3. Recomendaciones de tecnologías de remediación y/o restauración viables, y costo-efectivas en las zonas afectadas.

## **4.5. Metodologías de evaluación de riesgos ecológicos en sitios contaminados con sustancias tóxicas y residuos peligrosos**

### **Justificación**

El desarrollo de investigación sobre sustancias tóxicas y residuos peligrosos que apoye la toma de decisiones para la resolución de problemas es fundamental tanto para el gobierno federal como para los estados y municipios, de acuerdo a sus características socio-económicas, geográficas y ambientales, así como por el tipo y densidad de actividades que involucran su manejo, con el propósito de prevenir y reducir los riesgos ambientales asociados.

Las actividades industriales en algunas regiones del país han dejado secuelas por la concentración de altos niveles de contaminantes, tales como metales pesados y otros residuos de tipo industrial, cuyo pasivo ambiental sigue presente en varios estados del país. Los riesgos asociados a este tipo de sustancias, cuya toxicidad puede ser tanto crónica como aguda a especies de flora y fauna, y al mismo ser humano, deben ser caracterizados y evaluados utilizando las metodologías adecuadas.

Los elementos que intervienen en la evaluación de riesgo son de carácter científico y técnico e involucran investigación y realización de muestreos y observaciones de campo, todo lo cual implica la participación de múltiples disciplinas. Los resultados de esta evaluación se constituyen en el insumo para los tomadores de decisiones que deberán determinar cuándo se justifica el establecimiento de medidas para mitigar los riesgos y de qué tipo deben de ser éstas.

### **Objetivos**

1. Definir criterios para la identificación de sitios contaminados con sustancias tóxicas y residuos peligrosos.
2. Elaborar inventarios de sitios potencialmente contaminados y listados de especies en riesgo por exposición a contaminantes
3. Establecer criterios para una evaluación de riesgos ecológicos

### **Actividades**

1. Selección de sitios y caracterización de contaminantes
2. Identificación de
  - a. rutas de transporte de contaminantes tóxicos y su destino ambiental,
  - b. principales rutas de exposición de la biota acuática y terrestre,
  - c. modelos de biocumulación y bioconcentración en biota
3. Elaborar recomendaciones para una metodología de evaluación de riesgos

## **Resultados Esperados**

1. Inventario nacional de los principales sitios contaminados que representan un mayor riesgo
2. Inventarios de métodos de tratamiento y disposición final
3. Propuestas de tecnologías de remediación y limpieza de suelos contaminados por sustancias tóxicas y residuos peligrosos
4. Propuesta para la elaboración de una metodología en materia de evaluación de riesgos ecológicos por sustancias tóxicas.

## **4.6. Análisis de metales tóxicos en organismos acuáticos del Golfo de México, región del Río Coatzacoalcos**

### **Justificación**

A pesar de que en México, desde hace más de 20 años, se han llevado a cabo trabajos de investigación para detectar los niveles de contaminación en los ecosistemas por metales tóxicos, es necesario complementar la investigación anterior desde una perspectiva que permita evaluar los riesgos a los que el ecosistema en general se encuentra expuesto y en particular las especies de pescados y mariscos, los cuales son consumidas por los individuos que se encuentran en la parte final de la cadena alimenticia como pueden ser algunas especies de aves y el hombre.

A pesar de la preocupación generada por las autoridades, en México no existe un programa de monitoreo formal de contaminantes en ambientes marinos, los cuales están expuestos a la contaminación por sustancias de la industria química y del petróleo que se lleva a cabo en sitios zonas costeras, particularmente en el caso del Golfo de México.

### **Objetivos**

#### **Objetivo General**

Medir el contenido de metales tóxicos, especialmente mercurio y plomo, en organismos acuáticos del ecosistema ubicado en la zona del río Coatzacoalcos con la finalidad de contar con elementos para evaluar el impacto ambiental y a la salud por la actividad industrial en la cuenca del mencionado río.

#### **Objetivo Particular**

1. Determinar los niveles de metales tóxicos en organismos provenientes de la región del río Coatzacoalcos en el Golfo de México.
2. Contar con elementos para determinar los riesgos ambientales por consumo de sustancias tóxicas en organismos de la zona de estudio; que sirva como sustento para iniciar actividades de manejo de riesgo por parte de los tomadores de decisiones.

### **Actividades**

1. Desarrollar los criterios para la selección de las especies más adecuadas para la determinación de metales en el sitio.
2. Diseñar el protocolo de muestreo de organismos marinos de mayor consumo.
3. Análisis del contenido de metales por Espectrofotometría de Absorción Atómica de Vapor Frío (EAAVF) para el caso de metales, basándose en las metodologías analíticas de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA):
  - Arsénico y metales – EPA SW 846: 3050B/6010B
  - Mercurio total – EPA SW 846: 7471A

- *\*Metil-mercurio – EPA SW 846 1631 (etilación, depuración y purga de vapor / separación por cromatografía de gases y detección de la fluorescencia)*
4. Análisis de los resultados analíticos para la elaboración de conclusiones y recomendaciones.
  5. Elaboración de informe de resultados.
- \*En caso de contar con recursos suficientes, incluir el análisis de metil-mercurio como parte de las actividades.

### **Productos esperados**

1. Antecedentes y metodología de selección de los sitios de muestreo y de los organismos seleccionados.
2. Metodologías de muestreo.
3. Programa de muestreos en los sitios y organismos seleccionados
4. Resultados del análisis de laboratorio que incluyan como mínimo plomo y mercurio.
5. Análisis de resultados para establecer probabilidad de existencia de riesgos al humano.
6. Conclusiones y recomendaciones.
7. Publicación arbitrada del estudio.

#### **4.7. Evaluación de riesgos ambientales por el uso de los plaguicidas atrazina, lindano, endosulfán y pentaclorofenol en México.**

##### **Justificación**

Los elementos que intervienen en la evaluación de riesgo son de carácter científico y técnico e involucran investigación y realización de muestreos y observaciones de campo, todo lo cual implica la participación de múltiples disciplinas. Los resultados de esta evaluación se constituyen en el insumo para los tomadores de decisiones que deberán determinar cuándo se justifica el establecimiento de medidas para mitigar los riesgos y de qué tipo deben de ser éstas.

Los plaguicidas atrazina, lindano, endosulfán y pentaclorofenol son sustancias químicas de preocupación regional en Norteamérica y especialmente en México donde su uso es importante. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente ha desarrollado una lista de compuestos orgánicos, persistentes y bioacumulables que podrían considerarse compuestos candidatos a acciones futuras en el marco del Convenio de Estocolmo que México ratificó en febrero 2003 y que no se ha traducido en la suspensión del uso de estas sustancias.. Los cuatro plaguicidas antes mencionados hacen parte de esta lista propuesta.

##### **Objetivo**

Desarrollar proyectos de investigación dirigidos a la evaluación del riesgo ambiental causado por el uso de los plaguicidas atrazina, lindano, endosulfán y pentaclorofenol en México, que permitan orientar la toma de decisiones informada sobre el riesgo del uso de estos plaguicidas, así como sobre las alternativas más adecuadas para el manejo de este riesgo y su comunicación.

##### **Actividades**

1. Identificación del peligro
2. Análisis dosis-respuesta
3. Identificación de la exposición
4. Caracterización del riesgo ambiental
5. Modelación multimedios
6. Destino y transporte de estos plaguicidas en el ambiente
7. Indicadores biológicos de exposición a estos plaguicidas

##### **Productos esperados**

1. Propuesta de metodologías de evaluación del riesgo ambiental
2. Evaluación de los riesgos ambientales por atrazina, lindano, endosulfán y pentaclorofenol.
3. Análisis comparativo de los riesgos que representan estos cuatro plaguicidas
4. Jerarquización de los problemas ambientales por la exposición a estos plaguicidas
5. Planes de acción regional sobre estas sustancias de atención prioritaria



#### **4.8. Evaluación y desarrollo de tecnologías alternativas al uso de plaguicidas así como tecnologías de disposición adecuada de plaguicidas obsoletos y envases vacíos de plaguicidas.**

##### **Justificación**

En los últimos años se han desarrollado tecnologías apropiadas para asegurar la prevención y el control de la contaminación ambiental causada por el uso y manejo de plaguicidas a lo largo de su ciclo de vida. Sin embargo, es en los países industrializados donde por lo general se desarrollan y aplican estas tecnologías, mientras que en México se han seguido opciones que frecuentemente no representan soluciones adecuadas especialmente desde el punto de vista ambiental. O bien, se importan las tecnologías de los países desarrollados, sin considerar las diferencias tecnológicas, climatológicas, sociales, económicas y políticas, entre otras, y frecuentemente esas tecnologías no operan con la misma eficiencia en nuestro país.

Se hace por lo tanto necesario que en México se incorporen tecnologías viables para un control más eficiente de la contaminación ambiental causada por el uso de plaguicidas, de manera que se favorezcan opciones acordes con los principios del desarrollo sustentable.

##### **Objetivo**

Generar opciones para el desarrollo de tecnologías para la prevención y el control de la contaminación causada por el uso de plaguicidas en México, que consideren las condiciones especiales del país, y que contemplen alternativas como el manejo integral de plagas, disposición adecuada de plaguicidas obsoletos y de envases vacíos de plaguicidas.

##### **Actividades**

1. Estudios sobre el manejo integral de plagas.
2. Investigación sobre alternativas químicas y no químicas al uso de plaguicidas bajo las condiciones que prevalecen en México.
3. Estudios completos sobre destrucción, transformación o disposición ambientalmente adecuadas de plaguicidas obsoletos en México.
4. Investigación sobre la disposición adecuada de los envases vacíos de plaguicidas en México.

##### **Productos esperados**

Desarrollos tecnológicos, estudios técnico-económicos, estudios demostrativos, estudios que identifiquen alternativas sobre:

1. Tecnologías para la prevención y/o control de la contaminación por plaguicidas.
2. Desarrollo de tecnologías de manejo integral de plagas de importancia para México.
3. Tecnologías para la prevención de la contaminación y de disposición adecuada de los plaguicidas obsoletos.

1. Tecnologías para la minimización, reciclaje, tratamiento y disposición de envases vacíos de plaguicidas

## **4.9. Evaluación ecotoxicológica de la presencia de sustancias tóxicas persistentes en organismos y sedimentos de ecosistemas acuáticos de México**

### **Justificación**

En México se han realizado avances importantes con respecto al cumplimiento del Convenio de Estocolmo, entre los que se encuentra la elaboración del Plan Nacional de Implementación de la Convención de Estocolmo, así como diversas actividades para encaminar y coordinar los esfuerzos de la academia para determinar la situación y los riesgos presentes en el país. Sin embargo, los recursos destinados a la investigación sobre las sustancias tóxicas persistentes son limitados y se requiere fortalecer la elaboración de estudios que permitan a los tomadores de decisión evaluar los riesgos y las prioridades a nivel nacional.

Las actividades de evaluación y monitoreo ambiental de sustancias tóxicas persistentes se han desarrollado de una manera limitada en México, por la falta de recursos para su fomento, por lo que es necesario apoyar la elaboración de estudios ecotoxicológicos tanto en organismos como en el suelo, agua y aire de zonas acuáticas de deposición de este tipo de sustancias.

### **Objetivos**

#### **Objetivo General**

Elaborar una evaluación ecotoxicológica por la presencia de sustancias tóxicas persistentes en organismos y sedimentos de ecosistemas acuáticos de cuatro ecosistemas acuáticos de la República Mexicana (Pátzcuaro, Coatzacoalcos, La Paz y Tampico).

#### **Objetivo Particular**

2. Determinar los niveles de sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables (plaguicidas e hidrocarburos aromáticos halogenados (HAA) en cuatro ecosistemas acuáticos vulnerables cercanos a fuentes de generación de contaminantes.
3. Elaborar un biomonitoreo de plaguicidas e hidrocarburos aromáticos halogenados en organismos y sedimentos en los sitios seleccionados.
4. Analizar la formación de metabolitos peligrosos en las especies bajo estudio.
5. Contar con elementos para determinar los riesgos por consumo especies contaminadas.

#### **Actividades**

1. Seleccionar los puntos de muestro de sedimentos en los cuatro sitios de estudio para el análisis de las sustancias tóxicas persistentes.
2. Muestreo de los sedimentos para su caracterización y el análisis de las sustancias tóxicas persistentes.
3. Muestreo de especies seleccionadas para el desarrollo del biomonitoreo de plaguicidas e hidrocarburos aromáticos.

4. Análisis de plaguicidas e hidrocarburos aromáticos halogenados, basándose en las metodologías químicas analíticas recomendadas por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA).
5. Análisis de los resultados analíticos del sedimento y determinar la relación de los niveles de contaminantes con los resultados de estudio de biomonitorio.
6. Elaboración de conclusiones y recomendaciones.
7. Elaboración de informe de resultados.

### **Productos esperados**

Se entregará un reporte final, el cual deberá incluir:

1. Antecedentes y metodología de determinación de los puntos de muestreo en los 4 ecosistemas seleccionados.
2. Metodologías de muestreo y de análisis de laboratorio para plaguicidas y de HAA.
3. Metodología para llevar a cabo el biomonitorio en los organismos seleccionados.
4. Resultados del análisis de laboratorio de sedimentos y de los niveles encontrados en las especies bajo estudio.
5. Determinación de la mecánica de generación y biotransformación de metabolitos de los contaminantes seleccionados en las especies bajo estudio.
6. Relación entre los niveles de contaminantes en sedimentos y los niveles en organismos.
7. Análisis de resultados para establecer probabilidad de presentar riesgos ambientales.
8. Conclusiones y recomendaciones.
9. Publicación arbitrada del estudio.

#### **4.10. Diseño de un plan de manejo integral piloto de pilas y baterías descargadas en unidades habitacionales de densidades media y alta**

##### **Justificación**

El pasado 8 de enero del presente año, fue publicada en el Diario Oficial de la Federación la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, primer ordenamiento general que pretende dar certeza jurídica al manejo integral de los residuos en México. Es dentro de este nuevo marco legal que se hace necesario integrar una política para el manejo integral de las pilas y baterías descargadas en México que de acuerdo con datos oficiales, se consumen<sup>4</sup> del orden de 500, 000, 000 unidades de pilas legales al año, sin que cuenten con un mecanismo de gestión eficaz para su manejo adecuado. Esta situación aunada a las características particulares de estos residuos, tales como su contenido de sustancias altamente tóxicas para la salud humana y el medio ambiente como el cadmio, plomo y, mercurio, la falta de información sobre el consumo de pilas ilegales, entre otras causas, hace de este tema una prioridad para la gestión ambiental en nuestro país. Desafortunadamente en México no existen datos sobre la generación de estas pilas como residuos en zonas urbanas y rurales, toda vez que no se ha hecho un proyecto para determinar su generación como residuo, y menos aún se ha elaborado un diagnóstico basado en observaciones en campo sobre su situación actual, por ello y con la finalidad de obtener información útil para elaborar un primer diagnóstico sobre la generación de estos residuos en zonas urbanas se propone la elaboración de un proyecto piloto urbano en Unidades Habitacionales de la Zona Metropolitana del Valle de México.

##### **Objetivo:**

Generar información, instrumentos, propuestas y recomendaciones para fortalecer las políticas en materia de gestión integral de pilas y baterías en zonas urbanas de México mediante el diseño de un plan de manejo integral piloto para pilas y baterías descargadas.

##### **Actividades:**

1. Identificar y seleccionar unidades habitacionales representativas de acuerdo a su densidad poblacional
2. Elaborar y aplicar un cuestionario a miembros de la comunidad para conocer sus características como generadores de pilas y baterías descargadas y desechadas.
3. Realizar un muestreo en condominios de las unidades habitacionales seleccionadas para calcular el volumen promedio de generación de pilas y baterías desechadas por año.
4. Analizar los resultados del cuestionario y del muestreo.

---

<sup>4</sup> Solo existen datos sobre el consumo de pilas en relación a los impuestos que pagan desde su importación hasta su venta en comercios establecidos legalmente y que reportan estos datos a la secretaría de Hacienda, no se conoce nada sobre su generación como residuos.

5. Diseñar e implementar una campaña de educación ambiental en la comunidad dirigida a valorizar las pilas y baterías desechadas<sup>5</sup>
6. Instalar contenedores para pilas y baterías dentro de las Unidades Habitacionales.
7. Acopiar las pilas y baterías generadas como desecho.
8. Separación, clasificación, selección y peso por tipo de pilas y baterías recolectadas<sup>6</sup> semanalmente.
9. Colocación de las pilas acopiadas en bidones para almacenamiento temporal y transporte.
10. Traslado al centro de transferencia<sup>7</sup> para su posterior reciclaje.
11. En su caso tratamiento y disposición final (RIMSA).
12. Evaluación de resultados.
13. Generación de información ambiental
14. Diseño de plan de manejo integral piloto para pilas y baterías descargadas en las Unidades Habitacionales seleccionadas para el estudio.

### **Productos esperados:**

1. Un reporte final que incluya el análisis de la normatividad existente en relación al manejo de pilas y baterías descargadas y desechadas; las posibles rutas para la gestión específica de pilas y baterías como residuos, que incluyan, educación, acopio, transporte, disposición en centros de transferencia, así como su reciclado y en su caso disposición final, que consideren los aspectos técnicos, económicos y sociales, sobre los procedimientos empleados y equipos utilizados para tal efecto. Incorporará un diagnóstico por tipo de pila y batería acopiada, que incluya la cantidad y el volumen de generación para el proyecto piloto. Además el reporte final deberá de incluir los siguientes anexos:

1. Un apartado de recomendaciones, en el que se documentarán y justificarán las diferentes propuestas que se hagan en relación a la gestión integral de pilas y baterías en zonas urbanas, que incluya los aspectos económicos y legales.
2. La propuesta de un plan de manejo, a partir de la interpretación de la legislación existente

---

<sup>5</sup> Platicas con Boy Scouts (sábados), Grupos organizados de la tercera edad (entre semana por las mañanas), concurso de acopio "Ponte las Pilas" (Primer mes), fines de semana "Ponte las Pilas" con información para recordar la disposición en contenedores; platicas por edificio sobre las pilas (Semanales), página web y presentación multimedia (Campaña permanente- Colaboración con CECADESU), video de las pilas (en foros-Colaboración con Asociación Española de Recogedores de Pilas y Baterías), uso de mantas informativas (inicio de campaña, fines de semana y concursos), uso de trípticos –3800 (campaña permanente), carteles informativos (campaña permanente-Colaboración con el INE), platicas en la parroquia de la comunidad (dos platicas), entre otros.

<sup>6</sup> Con apoyo de las autoridades administrativas y vecinales del condominio.

<sup>7</sup> Pilas al Reciclaje S.A. de C.V. No. De Registro Ambiental: PREB0900711 No. De Autorización de Almacenamiento y Acopio: 9-9-PS-II-13-2002

## **4.11. Inventario Nacional de Residuos Peligrosos**

### **Antecedentes y Justificación**

Una de las herramientas básicas en los procesos de gestión ambiental es el desarrollo y consolidación de inventarios que permitan elaborar diagnósticos precisos que fundamenten un diseño de política y de toma de decisiones adecuadas.

En el caso de los residuos peligrosos, a la fecha no se cuenta con un inventario real de los residuos que se generan en las distintas actividades productivas en el territorio nacional. Existen cifras relacionadas con las cantidades reportadas en los manifiestos de residuos peligrosos que se entregan a la autoridad, sin embargo éstas, representan una fracción del volumen que realmente generan las distintas industrias en nuestro País.

Mientras la Semarnat no disponga de un inventario de los residuos peligrosos, no podrá establecer políticas específicas de fomento a la infraestructura ambiental, ni de rastreo de los mismos, así como de esquemas de control, minimización, reuso, tratamiento y disposición final.

### **Objetivo**

Desarrollar metodologías para la realización de inventarios de residuos peligrosos e identificar los volúmenes de residuos peligrosos que se generan en el país.

### **Productos esperados**

- 1.- Análisis de metodologías existentes para la elaboración de inventarios de residuos peligrosos, identificando las de mayor aplicación a las condiciones y características de nuestro país.
- 2.- Inventarios de residuos peligrosos
  - Por región
  - Por tipo de industria
  - Por tipo de residuo

## 5. ECONOMÍA Y MEDIO AMBIENTE

### 5.1. Determinantes de la Demanda por Energía en México: elasticidad precio y elasticidad cruzada de los combustibles.

#### Antecedentes

Ante el deterioro de la calidad del aire, particularmente en las cuencas urbanas surgen algunas preguntas: (a) ¿en un escenario de crecimiento económico cuáles son los niveles mínimos de emisiones que pueden tolerarse?; (b) ¿cuánto podrían nuestras emisiones variar en caso de instrumentarse una política restrictiva?; (c) ¿cuánto le costará a la sociedad la aplicación de esta política? Las formas más comunes de abordar estas preguntas han tomado expresión en dos tipos de modelos: los modelos ingeniero-tecnológicos de abajo hacia arriba (bottom-up) y los modelos macroeconómicos (top-down) que se basan en la combinación de teoría económica y las estadísticas históricas de precios e insumos y que suelen ser modelos de equilibrio general. Estos dos tipos de modelos ofrecen distintos enfoques del mismo problema. El primer enfoque argumenta que el estado del arte de la tecnología (capital) ofrece alternativas costo efectivas que permitirían utilizar, eventualmente, menor cantidad de energía por cada bien producido (i.e., existe una fuerte “sustituibilidad” entre capital utilizado y la energía consumida). El segundo enfoque, más utilizado por los economistas, tiene como premisa la eficiencia del mercado: si los agentes no optan por usar una tecnología más eficiente desde la perspectiva económica debe ser por la existencia de imperfecciones de mercado (no se incorpora el ahorro en salud o en eliminación del deterioro del medio ambiente) o bien altos costos de implementación, costos de transacción, costos por riesgo e incertidumbre, costos de información, etc. Para asegurar la inclusión de estos costos en el análisis, los investigadores observan a menudo el comportamiento del mercado apoyándose en regresiones estadísticas de un conjunto de datos históricos.

Relacionado con la sustitución entre capital y energía, algunos modelos han intentado medir la evolución del capital con respecto a su intensidad en el uso de energía y pronosticarla (Watkins, 1991, 1992). El primer gran debate sobre la sustituibilidad de energía por capital fue en 1970, poco después del primer gran choque de precios del petróleo; la pregunta importante en ese entonces era si estos eran bienes sustitutos o bienes complementarios. Si bien existen estudios, que han tratado infructuosamente de resolver la cuestión, la necesidad de usar una estimación ha dictado la adopción de un estándar. Por ejemplo, Manne y Richels (1992) adoptaron el valor de 0.4 para países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y de 0.3 para otras regiones<sup>8</sup>. Para el caso de nuestro país es deseable conocer tanto la elasticidad de sustitución entre energía y capital como la elasticidad precio de los energéticos y la elasticidad de sustitución entre energéticos.

---

<sup>8</sup> Los mismos autores usaron el valor de 0.33 en su modelo GLOBAL 2100, presumiblemente el modelo macroeconómico más avanzado para la determinación del costo del cambio climático.



## **Justificación**

Los modelos que pretenden conocer el impacto de políticas energéticas requieren conocer la respuesta del mercado ante cambios en precios o cambios tecnológicos que depende de la incorporación de nuevas tecnologías y por supuesto de las preferencias de los consumidores. La elasticidad precio y la elasticidad cruzada entre diferentes opciones energéticas determina el alcance de las políticas que procuran incidir en las emisiones mediante la variación en precios de los energéticos.

## **Objetivo**

Determinar empíricamente cuál es la elasticidad precio y la elasticidad de sustitución entre las fuentes de energía más comunes (gasolinas, electricidad, diesel, combustóleo, gas LP y gas natural) en México.

## **Productos esperados**

1. Bases de datos históricas del consumo de combustibles a nivel nacional
2. Series de tiempo de precios de los diferentes combustibles
3. Informe final que incluya
  - Análisis estadístico de los datos
  - Elasticidad de sustitución entre energía y capital, elasticidad
  - Elasticidad precio de cada combustible y elasticidades cruzadas
  - Demanda
  - Conclusiones y sugerencias de política

## **5.2. Análisis de instrumentos jurídicos para la reparación económica del daño ambiental a cuerpos de agua y la certidumbre de abasto de agua a usuarios ecológicos**

### **Justificación**

La calidad del agua está afectada por diversos factores como los usos del suelo, la producción industrial y agrícola, el tratamiento que se le da a las aguas residuales de hogares, industrias y comercios antes de ser vertida nuevamente a los cuerpos de agua, y la cantidad misma de agua de los ríos y lagos, que define su capacidad de procesamiento natural de los contaminantes.

En México los porcentajes de tratamiento son cerca del 20%, ya sea agua utilizada en servicios urbanos o industriales. Esto significa que la inmensa mayoría del líquido se vierte a ríos, lagos o mares sin ningún tratamiento previo, ocasionando la contaminación de éstos, la reducción de agua disponible y los consecuentes efectos a la salud.

Si bien la gran mayoría de las aguas residuales vertidas por industrias directamente a los cuerpos de agua recibe tratamiento, los diversos instrumentos tanto jurídicos como económicos han sido insuficientes para hacer que los municipios cumplan con la normatividad. Ni las sanciones ni los derechos establecidos en la LFD por este concepto han podido aplicarse a los municipios como agentes contaminadores para que cumplan con los límites establecidos en la NOM-ECOL-001 de descargas de aguas residuales.

Por todo lo anterior se considera trascendental buscar otras alternativas que puedan dar opciones a los afectados para exigir el cumplimiento de la norma y demandar por daños y perjuicios ocasionados por el incumplimiento de la misma que pueden verse reflejados en gastos en los servicios de salud, disminución de turismo, pérdidas en la agricultura, deterioro de ecosistemas y biodiversidad, entre otros.

La legitimación de municipios y asociaciones de particulares para reclamar a través de un procedimiento judicial la reparación del daño ambiental sufrido por cuerpos de agua contaminados por municipios cuenca arriba es fundamental.

Por otra parte, la certidumbre jurídica del acceso al agua, generada por el régimen de concesiones, no cubre a los ecosistemas como usuarios, lo que se ha considerado como uso para conservación ecológica del agua. Entre los más importantes están los humedales y los ecosistemas costeros asociados a las descargas de ríos. Hasta el momento no se ha explorado la posibilidad de que exista una figura jurídica que asegure sus derechos, como al resto de los usuarios, sobretodo partiendo del punto de vista de que también generan beneficios económicos tangibles, en algunos casos comparables a los de usos agrícolas, industriales o domésticos.

### **Objetivos**

Analizar los instrumentos jurídicos vigentes para que por la vía judicial puedan hacerse efectivos la responsabilidad de los municipios por daños y perjuicios a terceros por el incumplimiento de la normatividad ambiental vigente en lo que a descargas de aguas

residuales se refiere. A partir de ello dar recomendaciones de reformas de distinto nivel para desarrollar instrumentos más efectivos como los formatos para iniciar un proceso judicial que contengan los elementos necesarios para que el municipio agraviado pueda ejercer dicha acción judicial.

Analizar el régimen de concesiones de agua para encontrar la forma en que las Áreas Naturales Protegidas puedan tener derechos equivalentes en el abasto de agua, aun en condiciones de sequía.

### **Alcances**

La posibilidad de demandar a municipios como agentes contaminadores por lo daños ocasionados al incumplir con la normatividad vigente por aquellos que se ven afectados por dicha contaminación abre un resquicio por el cual el sistema judicial puede empezar a involucrarse en la resolución de controversias por el impacto ambiental. El análisis de políticas públicas de este y el instrumento de concesiones representarán un aporte muy valioso a la discusión nacional y la evaluación de propuestas.

### **Etapas del Estudio**

El estudio deberá realizarse en las siguientes etapas:

- a. Análisis de la legislación, jurisprudencia y doctrina aplicables a la materia, a efecto de determinar la factibilidad jurídica de exigir a municipios que no cumplan con la NOM-001, a través de un procedimiento judicial, la reparación de los daños y perjuicios derivados del daño ambiental sufrido por el sujeto pasivo. Este análisis deberá contener:
  - i. Análisis del procedimiento por la vía civil en las tres instancias (primera, segunda y federal). El asesor deberá detallar las ventajas y desventajas de esta vía, requisitos de procedencia, tiempos estimados de duración del proceso definidos por etapas (demanda, contestación de la demanda, pruebas, alegatos, emisión de sentencia).
  - ii. Documentos tipos de cada una de los promociones requeridas conforme a las etapas señaladas en el inciso inmediato anterior.
- b. Identificación de un caso de estudio
- c. Capacitación y asesoría para el municipio demandante elegido para el caso de estudio (trabajo de campo).
- d. Diseño, estructura y materiales para un taller sobre el tema analizado para el Poder Judicial (Consejo de la Judicatura) que incluya la investigación realizada. El INE tomará este diseño para el desarrollo en el futuro próximo de uno o más talleres de discusión y capacitación.
- e. Análisis de la legislación, jurisprudencia y doctrina aplicables a la materia, a efecto de determinar la factibilidad jurídica de que las Áreas Naturales Protegidas, o alguna

figura asociada, pueda ser tenedora de concesiones de agua con los mismos derechos que el resto de los usuarios.

### **Productos esperados**

Como resultado del estudio, se deberán entregar los productos que a continuación se señalan:

1. Documento que contenga el análisis de la legislación, jurisprudencia y doctrina aplicables al caso de las demandas contra municipios por daño ambiental.
2. Formatos tipo de los documentos presentados durante todo el procedimiento judicial.
3. Informe del estudio de caso
4. Estructura del taller para el poder judicial.
5. Documento que contenga el análisis de la legislación, jurisprudencia y doctrina aplicables al caso de las concesiones de agua para usuarios ecológicos.

### **5.3. Estimación de los parámetros de la demanda por plaguicidas**

#### **Antecedentes**

En México los plaguicidas sintéticos son una herramienta fundamental para el controlar la proliferación de plagas y enfermedades de los cultivos y del ganado, y así reducir o evitar las pérdidas en la producción de alimentos y contribuir al control de los vectores de distintas enfermedades. Sin embargo, sus beneficios han sido acompañados de perjuicios a la salud de las personas y al equilibrio de los ecosistemas naturales. Su uso ha contaminado el suelo, los mantos freáticos y aguas continentales y costeras. El avance tecnológico en materia de plaguicidas ha generado nuevas opciones que minimizan estos daños no intencionados a la biodiversidad y la salud. Sin embargo, la adopción de estas nuevas opciones es lenta pues depende de sus precios relativos, donde tienen ventaja los plaguicidas de menor costo pero con mayor impacto en la salud. Debido a que las herramientas de política ambiental utilizadas hasta el momento son sólo de prohibición a aquellos plaguicidas de costos ambientales extremos, no hay ningún incentivo adicional a una adopción más rápida de los mejores plaguicidas desde el punto de vista ambiental.

#### **Objetivo**

Para el mejor diseño de instrumentos de política ambiental que modifiquen los precios relativos de plaguicidas se requiere conocer los parámetros de su demanda a varios niveles de detalle. La función a estimar puede ser la demanda agregada a nivel nacional o regional, o la demanda por productores de acuerdo a sus diferentes dotaciones de tierra, capital y trabajo. También se apoya la investigación orientada a la demanda por plaguicidas por diferentes tipos de cultivo, pero debe incluir un modelo de selección de cultivos donde esta decisión depende del precio de los insumos agrícolas. Los parámetros más importantes a conocer son la elasticidad precio del propio plaguicida, la elasticidad cruzada entre plaguicidas de diferente nivel de toxicidad, y la elasticidad cruzada entre plaguicidas y mano de obra y capital.

#### **Etapas del estudio**

El análisis constará de dos etapas:

##### **Etapas del estudio**

#### **Etapas del estudio**

**Etapas del estudio**

En esta etapa se hará una recopilación de bases de datos existentes y/o se generarán bases de datos nuevas. De utilizarse encuestas, deberá prepararse un reporte de la técnica de muestreo y seguirse un protocolo de confidencialidad.

Se da preferencia a los datos en panel, por permitir estimar mejor las elasticidades, pero también son aceptables series de tiempo o datos en corte transversal. Se estudiarán los datos derivados de la encuesta para generar un reporte de estadística. Al final de la etapa se contará con una base de datos depurada y lista para usarse en el análisis econométrico.

## **Etapas 2. Análisis econométrico**

Se revisará la literatura en el tema y con base en la información disponible se presentará un modelo estructural para el cálculo de la demanda. Se calibrará el modelo y se ajustará cuantas veces sea necesario para contar con resultados adecuados.

Al final de esta etapa se contará con un modelo econométrico para determinar la demanda por plaguicidas de diferente tipo con las pruebas respectivas para corroborar que es la opción idónea a utilizar.

Se podrán utilizar, en caso necesario, modelos que incorporen variables truncadas, como sería *logit*, *tobit* y *probit*, así como procedimientos de estimación de ecuaciones simultáneas (para obtener la demanda de plaguicidas) también podrán utilizarse mínimos cuadrados (en sus distintas modalidades). Habrá que decidir, cuál o cuáles técnicas pueden ser más convenientes, pero es sugerente la opción de incorporar variables cualitativas en ambos lados de la igualdad.

### **Productos esperados**

1. Bases de datos recopiladas o generadas ex-profeso.
2. Modelo econométrico y los resultados de su estimación.
3. Reporte de investigación.
4. Un artículo científico sometido a revistas arbitradas.
5. Un artículo de difusión de resultados orientado al público en general.
6. Un seminario de difusión de resultados orientado a la comunidad académica relevante para el tema.
7. Un seminario de difusión de resultados orientado a representantes gubernamentales, funcionarios públicos, y miembros de organizaciones ciudadanas interesados en el tema de plaguicidas.

Una copia de los productos 1 a 5 deberá ser entregada a la SEMARNAT y su Instituto Nacional de Ecología, la Comisión Nacional Forestal, y la Comisión Nacional del Agua, así como a la SAGARPA, la Secretaría de Salud y la Secretaría de Economía. Asimismo el equipo de investigación deberá poner a disposición al menos 6 horas de su tiempo durante los 3 meses posteriores a la finalización de su estudio para discutir con las agencias mencionadas la metodología utilizada, los resultados y las posibles recomendaciones de política ambiental que se podrían derivar de su estudio.

## **5.4. Internalización de costos por congestión del tránsito**

### **Objetivo**

Explorar las opciones para reducir y administrar la congestión del tránsito en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, en el marco de la evaluación de la factibilidad de introducir tecnologías de transporte inteligente.

### **Principales Actividades**

1. Recopilar y analizar el estado del arte de las tecnologías de transporte inteligente disponibles en el mundo y que pueden ser utilizadas en la aplicación de precios a la congestión del tránsito.
2. Recopilar y analizar las tecnologías disponibles y en operación en México respecto de la aplicación de precios a la congestión del tránsito.
3. Diseñar y evaluar medidas complementarias para la aplicación de precios a la congestión del tránsito en México y analizar su factibilidad económica, de financiamiento, política y de instrumentación.
4. Seleccionar, adaptar y diseñar tecnologías de transporte inteligente que sean congruentes con las medidas seleccionadas en el punto anterior.
5. Evaluar el beneficio en términos ambientales y de movilidad de las medidas seleccionadas.

### **Productos esperados**

1. Inventario de tecnologías de transporte inteligente que ya han sido probadas en otras ciudades del mundo y que sean susceptibles de ser introducidas en México para la aplicación de precios a la congestión del tránsito.
2. Jerarquía de tecnologías del punto anterior.
3. Análisis detallado de los criterios para evaluar la factibilidad económica, de financiamiento, política y de instrumentación de las tecnologías de transporte inteligente seleccionadas.
4. Diseño detallado de una propuesta de medida para aplicar precios a la congestión del tránsito, incluyendo aspectos técnicos, tecnológicos, económicos, políticos y de instrumentación administrativa.
5. Reporte de la evaluación de beneficio de transporte y ambiental de la medida seleccionada.

## **5.5. Valoración económica del daño ambiental por contaminación en cultivos agrícolas y actividades productivas**

### **Antecedentes**

En un entorno de recursos escasos para la atención de los problemas ambientales, y dados los costos económicos asociados a la reducción de la contaminación, resulta necesaria la adecuada priorización de los problemas ambientales, así como una evaluación económica detallada de las políticas de reducción o mitigación de la contaminación. Frecuentemente, las decisiones de política en materia de contaminación son tomadas con información limitada con respecto a los beneficios económicos asociados a la reducción de la contaminación. Entre esta información limitada se encuentran estudios sobre impacto a la salud humana pero no existen aún estudios sobre el impacto económico por contaminación atmosférica en cultivos agrícolas o maderables. Para subsanar esto, es necesario poder identificar y cuantificar los impactos negativos causados por la contaminación; particularmente en zonas rurales cercanas a las grandes zonas metropolitanas y/o industriales.

### **Objetivo**

Generar estimaciones económicas relativas a los daños a cultivos agrícolas y maderables, así como a los impactos negativos sobre las actividades productivas ocasionados por diversos contaminantes atmosféricos. Se espera que esta información ayude a establecer prioridades dentro de la agenda ambiental en materia de contaminación así como en la evaluación costo - beneficio de políticas ambientales para mitigar los efectos nocivos de las actividades productivas.

### **Productos esperados**

1. Análisis para el desarrollo y aplicación de metodologías directas o indirectas para estimar el valor económico del daños causado por la contaminación
2. Estudios que contengan estimaciones monetarias del impacto de la contaminación sobre los niveles de actividad económica, beneficios y costos de sectores de la producción.
3. Bases de datos recopiladas y/o generadas que sirvan para la elaboración de estudios de valoración económica del daño ambiental sobre actividades productivas y los riesgos de morbilidad y mortalidad.

### **Prioridades**

Se consideran de importancia las zonas rurales productivas cercanas a las grandes zonas metropolitanas como la Zona Metropolitana del Valle de México, la Zona Metropolitana de Guadalajara, así como Ciudades del Bajío.