

2009

# Modelos Integrales de Economía y Cambio Climático

La ruta de México hacia una economía sustentable  
de alta eficiencia energética y  
baja intensidad de carbón

INFORME FINAL



Contrato Número SE-S 03/2009

---

## MODELOS INTEGRALES DE ECONOMÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

### La ruta de México hacia una economía sustentable de alta eficiencia energética y baja intensidad de carbón

#### ANTECEDENTES

La humanidad enfrenta hoy en día un gran desafío. Ante la realidad del calentamiento global, es necesario transformar los sistemas de producción y consumo de energía para crear una economía de bajo carbono. Es indispensable y urgente desacoplar el crecimiento económico del consumo de combustibles fósiles, para evitar que la concentración de gases de efecto invernadero alcance niveles que dañen irreversiblemente los sistemas climáticos.

Ningún país puede por sí solo resolver este problema; es obligada la colaboración de todos y México ha jugado y debe seguir jugando un papel importante para impulsar acuerdos internacionales que hagan posible esta profunda transformación. México también puede asumir un papel de liderazgo en el mundo en desarrollo dando los pasos necesarios para demostrar que es posible transitar hacia una economía de bajo carbono, sin sacrificar los objetivos de crecimiento y bienestar para su población. Para ello es fundamental mejorar la eficiencia energética de todas las actividades económicas, aprovechando los avances tecnológicos ya disponibles y los recursos energéticos renovables que existen en nuestro país.

Los escenarios mundiales de la energía están cambiando muy rápidamente desde finales del siglo pasado. El incremento de los precios del petróleo, los conflictos militares y el acelerado crecimiento de las economías asiáticas son algunos de los eventos que afectan los mercados mundiales de la energía. Adicionalmente, los acuerdos mundiales logrados alrededor del fenómeno del cambio climático, como el Protocolo de Kyoto, presionan a la comunidad internacional a realizar un uso más eficiente de la energía e introducir de manera acelerada fuentes renovables o de baja intensidad de carbono para disminuir la emisión de gases de efecto invernadero.

Las principales empresas petroleras del mundo están dando un giro hacia nuevas tecnologías y fuentes renovables de energía. La empresa inglesa BP ha modificado su nombre utilizando el mismo acrónimo para denominarse a sí misma "*Beyond Petroleum*". La Agencia Internacional de Energía, así como varias empresas petroleras mundiales, están construyendo escenarios de negocio para el futuro inmediato, donde los combustibles fósiles pierdan su dominio en la oferta mundial de energía (Figura 1).

Por su parte, el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) estima que es necesario lograr reducciones del orden del 60% en las emisiones de gases de efecto invernadero a mediados de este siglo para evitar que la temperatura del planeta se incremente 2.5 grados centígrados o más.

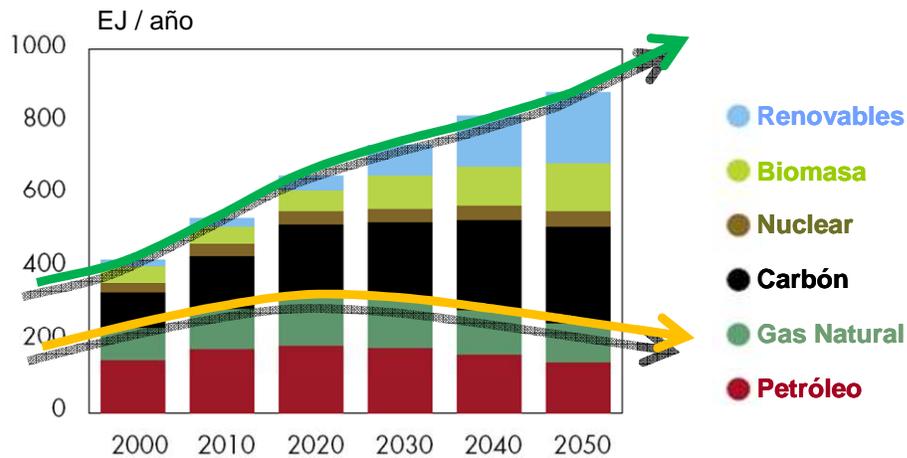


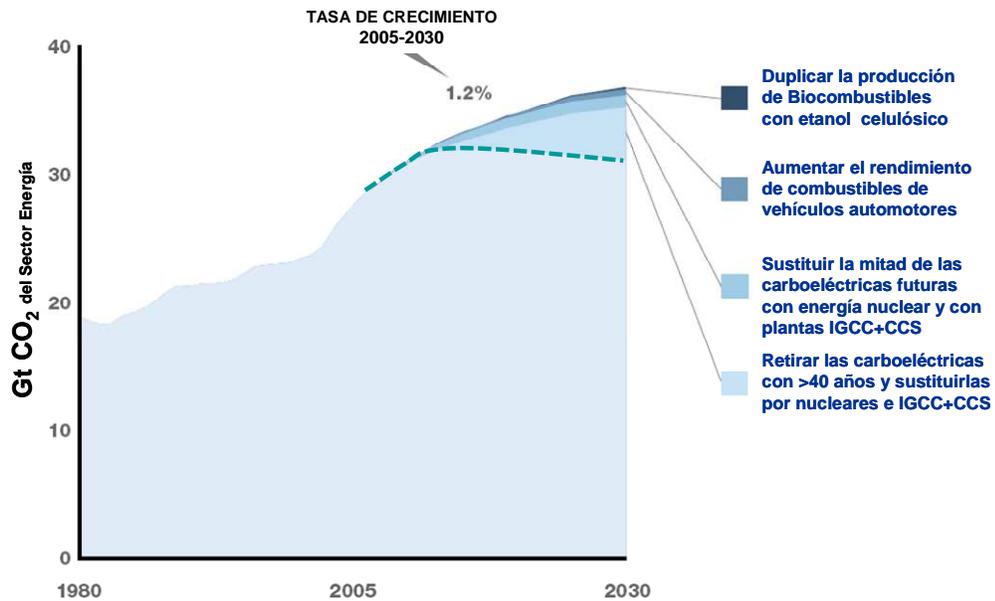
Figura 1. Crecimiento promedio anual de emisiones de CO<sub>2</sub>

Fuente: Shell 2008. Energy Scenarios 2050

Para desacoplar el incremento de las emisiones de CO<sub>2</sub> del desarrollo económico mundial, es necesario aplicar de manera agresiva tecnologías probadas que hasta el momento no han tenido una penetración importante. Tal es el caso de automóviles híbridos con altos rendimientos de combustible, la producción de biocombustibles avanzados, como el etanol celulósico, o las plantas de generación de electricidad con procesos de gasificación de carbón o coque de petróleo, conectadas a procesos de captura y almacenamiento geológico de carbono (IGCC+CCS por sus siglas en inglés). A la vez, es necesario resolver los problemas asociados a opciones tecnológicas que se consideran riesgosas o de alto impacto ambiental, como son la nuclear o la hidroelectricidad. Claramente, se requiere retirar de manera acelerada las plantas carboeléctricas de más de 40 años de antigüedad para lograr una inflexión en la actual curva exponencial de aumento de emisiones de CO<sub>2</sub>.

Ante este escenario, México presenta una posición de desventaja e inseguridad energética de mediano plazo, debido a su ineficiencia energética, al decaimiento en la producción petrolera y la creciente importación de gas natural, carbón y derivados de petróleo. No obstante, su crecimiento poblacional y las necesidades sociales que es necesario satisfacer lo más pronto posible, mantienen una demanda creciente de energía, que en muchos sentidos requiere ser limpia, segura y sustentable. De hecho, México no puede incrementar su competitividad a nivel internacional ni atraer inversiones productivas, si no aumenta de manera significativa la eficiencia de sus empresas paraestatales de energía y de la economía en su conjunto, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero.

La relativa ineficiencia energética de nuestra economía representa hoy en día una gran oportunidad para transformarla en una **economía de bajo carbón**, aprovechando las tecnologías de ahorro disponibles en el mundo y las fuentes renovables de energía que no conllevan emisiones de CO<sub>2</sub>.



**Figura 2. Alternativas de mitigación de GEI en el Sector Energético, 2030**

Fuente: Exxon, 2008. Energy Outlook 2007

Para detallar la ruta de esta profunda transformación es necesario, ampliar los horizontes de planeación de las empresas energéticas, conocer el estado del arte en el mundo de las tecnologías energéticas y de las estrategias de mitigación, conocer las oportunidades de mitigación en los diferentes sectores económicos del país y disponer de modelos econométricos más avanzados para evaluar los costos y los beneficios de diferentes escenarios de desarrollo.

---

## COMPROMISOS DE LA SENER ANTE LA REFORMA ENERGÉTICA

El 27 de noviembre de 2008 se publicó en el Diario Oficial la **Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética**, que en su articulado, requiere que la Secretaría de Energía desarrolle las siguientes actividades, entre otras:

- Observar los compromisos internacionales adquiridos por México en materia de aprovechamiento de las energías renovables y cambio climático (Art. 6º, fracción IV).
- Observar lo establecido en los programas nacionales en materia de mitigación del cambio climático (Art. 6º, fracción V).
- Elaborar una metodología para valorar las externalidades asociadas con la generación de electricidad, basada en energías renovables, en sus distintas escalas, en un plazo de nueve meses (Art. 10).
- Diseñar e instrumentar las políticas y medidas para facilitar el flujo de recursos derivados de los mecanismos internacionales de financiamiento relacionados con la mitigación del cambio climático, en un plazo de seis meses (Art. 31).

El presente documento contiene las metodologías adecuadas para que la SENER pueda llevar a cabo los compromisos mencionados derivados de la Reforma Energética desarrollando las herramientas modernas que le permitan realizar análisis complejos del sector energético del país en un contexto global, a la luz del fenómeno del cambio climático.

---

## MODELOS INTEGRALES DE ECONOMÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

A nivel internacional, numerosas instituciones han realizado modelaciones económicas vinculadas a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, para estimar los costos y los beneficios de tal esfuerzo. En México, es preciso contar con modelos integrales de economía y cambio climático que permitan evaluar los impactos y beneficios de las políticas para enfrentar el reto del cambio climático al mismo tiempo que se asegure un desarrollo sustentable del país. Es decir, México requiere de las mejores herramientas analíticas para diseñar la ruta que nos conduzca a la prosperidad con baja intensidad de carbón.

El estudio desarrolló las metodologías para que la SENER:

- Evalúe las externalidades del sector energético en el contexto del cambio climático y sus repercusiones en la economía mundial.
- Cuente con un modelo de simulación global integrada, que le permita a la SENER establecer futuros escenarios de crecimiento y rutas de desarrollo económico y tecnológico sustentables en México.
- Fortalezca la capacidad de análisis para abordar la problemática del cambio climático de manera integral, con herramientas y conocimientos de vanguardia.
- Se vincule con las instituciones de investigación con la mayor experiencia en la valoración de impactos del cambio climático, con el fin de que utilice la modelación económica, energética y ambiental más avanzada en el mundo en el desarrollo de la política energética.

Los resultados de este estudio se agrupan en cuatro productos, mismos que corresponden a los productos que la SENER identificó como prioritarios para iniciar los trabajos en México para diseñar **la ruta hacia una economía de bajo carbono**. El primero de ellos presenta la compilación y síntesis de estudios sectoriales en el país, el segundo, una propuesta de políticas y medidas para facilitar el flujo de recursos derivados de los mecanismos internacionales de financiamiento en el sector energía, el tercero propone una metodología para la evaluación de externalidades y finalmente, el cuarto apartado presenta una revisión de los modelos internacionales de economía y cambio climático y selecciona el más adecuado para México.

---

## PRODUCTO I. Compilación y síntesis de estudios sectoriales

Con base en los estudios sectoriales y de costos marginales para mitigar los gases de efecto invernadero realizados a nivel mundial y en diversas regiones y países, incluyendo México, el Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (*IPCC, por sus siglas en inglés,*) ha estimado el potencial de reducción y las inversiones necesarias que se requieren realizar para las próximas décadas.

Para el caso de nuestro país, se compilaron y analizaron los estudios sectoriales y de mitigación en materia de cambio climático que se realizado en México desde hace aproximadamente cinco años por el Gobierno Federal, a través de la Secretaría de Energía, la Comisión Federal de Electricidad, el Instituto de Investigaciones Eléctricas, PEMEX, el Instituto Mexicano del Petróleo, el proyecto MEDEC del Banco Mundial, el CESPEDS del Consejo Coordinador Empresarial, el Centro Mario Molina, el Instituto Nacional de Ecología y diversos institutos y centros de investigación de la UNAM.

Asimismo, se revisaron los estudios realizados por la OECD, a través de la Agencia Internacional de Energía, la empresa de consultoría *McKinsey & Company*, el *World Business Council for Sustainable Development*, diversas empresas petroleras, el Departamento de Energía de EUA y sus laboratorios nacionales asociados, el *World Resources Institute*, el *World Energy Council* y diversas universidades como Harvard, MIT, Universidad de California y la Universidad de Colorado.

Estos documentos muestran que, los esfuerzos de cuantificación de estrategias, proyectos, acciones o medidas de mitigación se concentraron en los principales sectores industriales y de servicios generadores de gases de efecto invernadero. Este enfoque de “Ley de Pareto” es motivado por la falta de recursos económicos para emprender desde el gobierno federal, un análisis sistémico y detallado de todos y cada uno de los sectores o actividades incluido en los inventarios de gases de efecto invernadero, realizados con base en las metodologías establecidas por el IPCC.

Los programas de control de la contaminación atmosférica son un esfuerzo semejante que sí se ha podido lograr en México. A lo largo de una década y media se han estudiado las fuentes emisoras de contaminantes criterio para instrumentar medidas preventivas y de control como específica la legislación ambiental en la materia. Sin embargo, al igual que en cambio climático, no existe legislación temática ni la apertura programática para las secretarías de estado dedicadas a este importante tópico, restringiendo la capacidad institucional, económica y laboral para enfrentar el conjunto de tareas necesarias para hacer las estimaciones referidas.

Ante esta situación, las secretarías de Energía (SENER), Medio Ambiente (SEMARNAT) y Hacienda y Crédito Público (SHCP) han realizado acuerdos con diversas instituciones y organismos internacionales como el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo, la GTZ de Alemania, el Centro Mario Molina, la Fundación Hewlett o el Consejo Británico, para apoyar financiera y técnicamente la realización de estudios de mitigación.

Del análisis cuantitativo de los documentos compilados se observan las siguientes circunstancias:

- En México existe un potencial de mitigación cercano a las 400 millones de toneladas anuales de CO<sub>2</sub> equivalente al año 2030, derivadas principalmente de una mejora en la eficiencia energética de los principales sectores productivos y de

servicios del país. El costo marginal promedio por tonelada reducida es del orden de 3 dólares. Este potencial está directamente ligado a beneficios económicos por ahorro de energía pero implica también el logro de una mayor seguridad energética y la obtención de co-beneficios en materia de salud pública y protección a los ecosistemas.

- Las estrategias de mitigación de gases de efecto invernadero propuestas al sector energético para los próximos diez años, permitirían incrementar la eficiencia del sector, su rentabilidad económica, su competitividad global y su nivel tecnológico. En el largo plazo, la mayor parte de los documentos analizados coinciden que las estrategias a aplicar en el sector energía tendrían que sustentarse en una economía global donde la tonelada de carbono emitida tuviera un costo asociado, de lo contrario, habría desajustes regionales en el precio de los productos que crearían desventajas comerciales para los países menos emisores, particularmente para México.
- Los estudios sectoriales con metodologías *bottom-up* son los idóneos para identificar las posibilidades tecnológicas y económicas de reducción de gases de efecto invernadero en nuestro país. En México, se han realizado este tipo de estudios sólo para los sectores de electricidad, petróleo y gas, cemento, siderúrgica, celulosa y papel, azúcar, transporte, residuos, vivienda de interés social y el sector forestal.
- De acuerdo con las categorías manejadas por el último Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INEGEI 2006), los sectores emisores ligados al sector energía que requieren de estudios específicos de mitigación son: la industria química y petroquímica, la industria de la construcción, minería, industria automotriz y de autopartes, la agroindustria, el sector primario (agrícola, pecuario y pesquero) y el sector terciario (turismo, telecomunicaciones y comercio), principalmente.

## PRODUCTO II. Propuesta de políticas y medidas para facilitar el flujo de recursos derivados de los mecanismos internacionales de financiamiento en el Sector Energía

México, con base en el análisis de la evolución mundial del valor de la tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente y el funcionamiento de los actuales fondos nacionales y mercados de bonos de carbono, incluyendo aquellos que están operando conforme a las bases del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Acuerdo Marco de la Naciones Unidas para el Cambio Climático y el Protocolo de Kioto, así como los que operan como mercados regionales emergentes, en especial los ubicados en Norteamérica, tiene una gran oportunidad para aprovechar la coyuntura de la negociación de un acuerdo post-Kioto.

Asimismo, podría participar de manera contundente en el mercado de carbono en América del Norte, considerado el más dinámico del mundo, ya que establece la participación en los mecanismos de comercio de emisiones. Como se muestra en la Figura 3, aproximadamente, el 37% del potencial de mitigación identificado al 2030 podría financiarse en los mercados internacionales de carbono si el precio se mantuviera a un costo de 30 euros la tonelada.

El financiamiento obtenido en esos mercados permite únicamente cubrir los costos adicionales por la inclusión del carbono equivalente en el balance de resultados como activo comercializable, el cual está entre el 10 y 30% de los costos del proyecto. Por lo que, la estructura financiera del proyecto se debe contemplar solo como un mecanismo financiero complementario, considerando además los riesgos asociados al financiamiento de carbono (precio, entrega, madurez, certificaciones, entre otros).

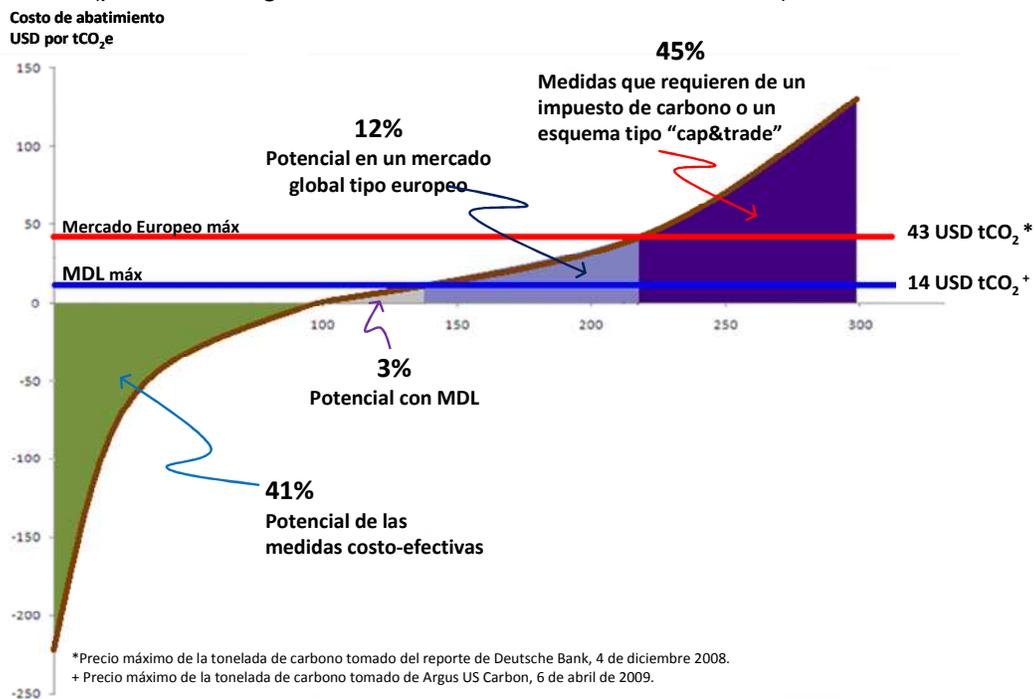


Figura 3. Potencial de abatimiento al 2030 estimado por McKinsey con 144 medidas que implican la reducción de 535 MtCO<sub>2</sub>e

La capacidad de absorción de México para atraer la inversión en tecnologías más limpias podría subsanarse a través de tres ámbitos de acción:

- La introducción de tecnologías más limpias, particularmente las energías renovables y la eficiencia energética que requiere de señales claras del mercado, sobre todo a largo plazo (horizontes de al menos 10 años).
- Atraer inversiones hacia las tecnologías más limpias, desagregadas a nivel sectorial, estableciendo un plan con objetivos y metas cuantificables de mediano y largo plazo.
- Inversión del Estado, a través de la Secretaría de Energía, como instancia promotora y facilitadora de proyectos, coordinando los programas de apoyo y los planes de introducción de corto, mediano y largo plazo en el mercado.

Es necesario avanzar en la definición de criterios para el acceso a los Fondos y sus aportaciones e incluir la figura de *mecanismo de compensación* para darle mayor viabilidad y lograr una mayor participación, particularmente de los países desarrollados. Definido lo anterior, es posible que, México impulse la creación de un Fondo Verde para América del Norte, como el propuesto en la NAGES.

Asimismo, es necesario evaluar las fuentes de financiamiento de proyectos de infraestructura privados, por lo que se requiere un plan de largo plazo que dé certidumbre a las inversiones. Entre éstos se incluyen los esquemas fiscales y los apoyos considerados para facilitar la entrada en el mercado a través de primas y garantías, o bien, a través de instrumentos normativos que obliguen a la industria nacional a utilizar tecnologías más limpias, incluyendo mecanismos de mercado, como el comercio de emisiones (*cap & trade*).

Institucionalmente es necesario fortalecer los instrumentos existentes como FOMECAR para impulsar proyectos MDL de mayor productividad y que permita a México incrementar su cartera de proyectos, ya que actualmente participa con sólo el 2% de las emisiones totales aprobadas por la Junta Ejecutiva, las cuales provienen en un 76% del volumen de GEI de un proyecto de gran escala de destrucción de HFC-23.

Es importante destacar que en el caso del Sector Energético existen proyectos de eficiencia y nueva infraestructura energética de baja intensidad de carbono que no cumplen con los criterios de adicionalidad del MDL, pero que ameritan ser financiados a través de Fondos Sectoriales existentes en el país, los cuales podrían ser reembolsados una vez que empiece la generación de activos en el mercado de carbono y de energías limpias. Asimismo, existen mecanismos de mercado como los Fondos de Capital Semilla y Capital de Riesgo, que podrían dinamizar la inclusión de tecnologías disponibles en el mercado en la industria nacional, conforme a las medidas establecidas en el Programa Especial de Cambio Climático (PECC).

Fomentar el desarrollo de proyectos de investigación y demostrativos es particularmente importante en la transición energética del país, los cuales pueden ser financiados a través de agencias internacionales como el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (*GEF, por sus siglas en inglés*), el cual permite la identificación y eliminación de barreras de entrada al financiamiento.

---

De acuerdo al Dictamen que reforma la Ley de Seguridad Nacional, aprobado por la Cámara de Diputados, se aprueban acciones de protección al territorio nacional y sus habitantes de los efectos ambientales, sociales y económicos derivados del cambio climático, considerando amenazas a la seguridad nacional, los actos que incidan negativamente en el cambio climático. Esto evidencia la necesidad de vincular los actuales instrumentos de política pública para acelerar la transición energética del país.

México tendría que apoyarse en los mecanismos de cooperación internacional disponibles. Por lo que se requiere una mayor capacidad de absorción y coordinación interinstitucional para desarrollar, a través de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, los recursos técnicos y financieros que permitan estructurar proyectos demostrativos y de gran escala.

---

### **PRODUCTO III. Metodología para valorar las externalidades globales asociadas con el uso de energía y el aprovechamiento de fuentes renovables en México**

En las últimas décadas las empresas y la sociedad han tomado conciencia acerca del agotamiento de los recursos naturales y la degradación ambiental, por lo cual se busca la manera de reducir los efectos negativos que pueden tener los productos o servicios ofrecidos. El primer intento para evaluar estas implicaciones fueron los estudios de impacto ambiental seguidos de las evaluaciones ambientales de los procesos asegurando así, que el proceso de producción cumple con los niveles mínimos requeridos de prevención de la contaminación.

En 2002, a partir de la revisión de la Agenda de Desarrollo Sustentable en África, se dio a conocer que los impactos ambientales de un producto o servicio no solo provenían de las operaciones industriales sino también de la forma de consumo y gestión del producto, de los procesos implicados y de los servicios requeridos, surgiendo así el uso del “Análisis de Ciclo de Vida” (ACV) en las evaluaciones del consumo y producción sustentables<sup>1</sup>.

En las recientes modificaciones y adiciones a la legislación que rige al sector de la energía en México, el Congreso de la Unión estableció la necesidad de considerar de una manera más integral y responsable los efectos ambientales de la energía proveniente de combustibles fósiles para promover bajo condiciones más equitativas la utilización de energías renovables y limpias. Esto deriva en la necesidad de incorporar las externalidades del sector energético, los costos asociados a los impactos ambientales de la industria petrolera y eléctrica nacional en la estructura de costos de los combustibles y de la electricidad.

Las externalidades ambientales y sociales pueden no tener ninguna implicación directa para los agentes económicos activos en la generación, uso y aprovechamiento de energía, pero claramente generan daños y/o beneficios cuantificables económicamente para la sociedad. Por lo tanto, se estima que si los costos externos de generación de electricidad fueran internalizados, México podría tener un parque de generación más amigable con el medio ambiente y con la salud de la población. Sin embargo, es muy importante enfatizar que la internalización de estos costos en el precio de la electricidad sólo puede ser incorporada a través de instrumentos de política, ya sean regulatorios o de mercado.

El Centro Mario Molina propone que el Sector Eléctrico en México valore sus externalidades ambientales en dos pasos consecutivos y complementarios, primero mediante la aplicación de una metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) para cuantificar los daños producidos por sus emisiones contaminantes al aire, agua y suelo, y segundo, a través de una monetarización de los daños a la salud pública y los ecosistemas mediante la aplicación de metodologías de vías de impacto.

Para cuantificar de una manera integral y homogénea las externalidades ambientales actuales y futuras de las unidades de generación de energía eléctrica, el ACV se debe aplicar conforme a los estándares establecidos por la Organización Internacional de

---

<sup>1</sup> Un nuevo nivel de evaluaciones ambientales: El ACV. Amalia Sojo, Mireya González y Nydia Suppen.

Normalización (ISO, por sus siglas en inglés) y que quedaron adaptadas a nuestro país en la norma mexicana NMX-SSA-14044-IMNC-2008.<sup>2</sup>

La aplicación de una metodología de ACV en el sector eléctrico permitiría aprovechar las experiencias internacionales que existen para la cuantificación de externalidades ambientales locales, regionales y globales, ya que es una herramienta sólida y normalizada, a la cual se están asociando continuamente los resultados de investigaciones científicas sobre los efectos al medio ambiente y la salud pública por la generación y el uso de la energía eléctrica (ver Figura 4), herramienta bajo la cual, se están evaluando y comparando los nuevos desarrollos tecnológicos a nivel mundial.

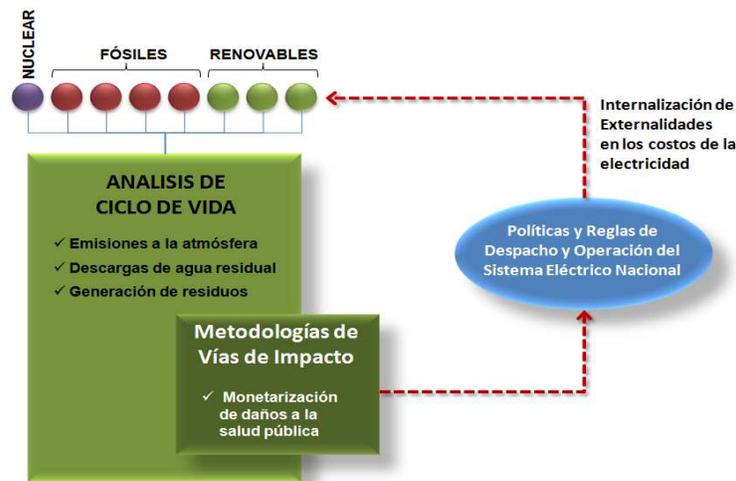


Figura 4. Esquema General para la Internalización de Externalidades Ambientales en México

Esta metodología puede dar cumplimiento al artículo 10 de la **Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética**, como uno de los principales instrumentos de política de lucha contra el cambio climático.

<sup>2</sup> NMX-SSA-14044-IMNC-2008 ó ISO 14044:2006. Gestión ambiental - Análisis de Ciclo de Vida - Requisitos y Directrices.

---

## **PRODUCTO IV. Arquitectura de diseño, funciones y aplicaciones posibles de un modelo global seleccionado, para la definición de políticas y medidas para el desarrollo de energías renovables y de baja emisión de carbono en México**

Para analizar las posibles trayectorias de México hacia una economía de baja intensidad de carbono y alta eficiencia energética se requiere acceder a los modelos mundiales de simulación de la economía global y el cambio climático. El modelo seleccionado es el Modelo Integrado del Sistema Global- Predicción de Emisiones y Análisis de Políticas (*Integrated Global System Model- Emissions Prediction and Policy Analysis, IGSM-EPPA*, por sus siglas en inglés) desarrollado por el Instituto de Tecnología de Massachusetts (*MIT*, por sus siglas en inglés) mismo que es reconocido como uno de los más robustos a nivel internacional. Está basado en las características de los modelos utilizados por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático para evaluar los escenarios alternos de desarrollo económico, energético y de emisiones de gases de efecto invernadero incluidos en el Cuarto Reporte de Evaluación de Cambio Climático 2007.

Este modelo es una herramienta que permite estudiar las causas del cambio climático y las consecuencias potenciales tanto sociales como ambientales. Cuenta con componentes que simulan el clima, el cambio tecnológico, y la economía y las políticas públicas, permitiendo esto pronosticar los aspectos más relevantes relacionados con el cambio climático. El IGSM tiene tres componentes:

- El componente económico, de emisiones y del costo de políticas, sirve para analizar la actividad humana y su interacción con el proceso climático; además permite evaluar distintas propuestas de políticas públicas.
- El componente climático y del sistema terrestre acopla a la atmósfera (su dinámica y química), el océano, la tierra y las interacciones y procesos de retroalimentación con los ecosistemas naturales.
- El componente de ecosistemas terrestres y los modelos de intercambios biogeoquímicos se ubican dentro de la estructura del sistema global terrestre, para analizar el comportamiento de la biósfera.

El EPPA es un modelo de equilibrio general computable, multisectorial y multiregional que permite el análisis de las políticas energéticas, y sus implicaciones macroeconómicas considerando una economía abierta.

El modelo incluye a México como un país individual y no como parte de una región. Sin embargo, se identificó que la necesidad de establecer un sub-sistema de análisis del caso mexicano a fin de considerar las características intrínsecas de los mercados energéticos en el país.

El Centro Mario Molina ha establecido una alianza estratégica con el MIT para facilitar el uso del modelo por parte de la Secretaría de Energía. La aplicación de este modelo permitirá contar información para fomentar el desarrollo sustentable y definir políticas públicas sobre cambio climático del sector energético en México.

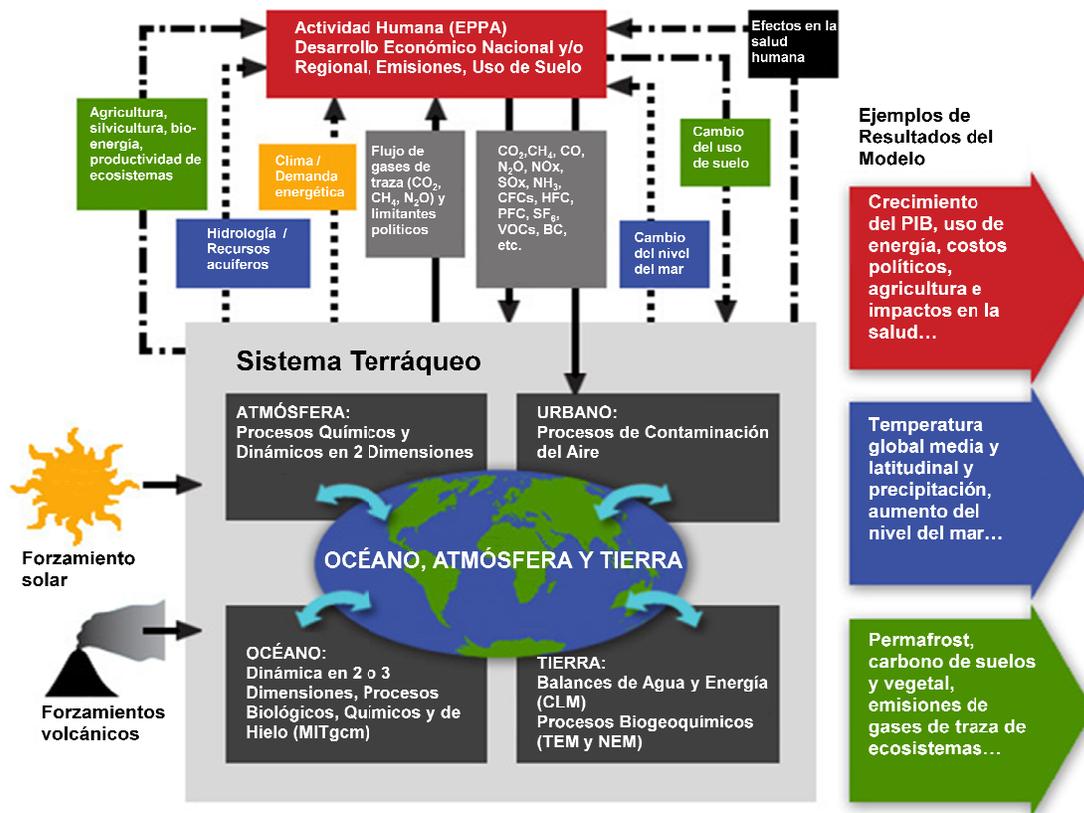


Figura 5. Modelo de MIT

Fuente: MIT 2009