

# FINANZAS PÚBLICAS Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO



*Al servicio  
de las personas  
y las naciones*







# FINANZAS PÚBLICAS Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO

MARÍA DEL CARMEN SACASA VENTURA  
Representante Residente a.i

**Equipo Responsable de la Publicación**

KARINA CABALLERO GÜENDULAIN  
Autora

CARLOS GUSTAVO JORGE SALGADO,  
Especialista Regional en Inversión y Financiamiento Climático, Centro Regional PNUD LAC

VERANIA CHAO REBOLLEDO  
Directora del Programa de Desarrollo Sustentable, PNUD

MARÍA JOSÉ MESÉN ARIAS  
Gerente del Programa de Desarrollo Sustentable, PNUD

ROBERTO CABRAL Y BOWLING  
Director General Adjunto de Análisis de Políticas y Financiamiento Estratégico, SEMARNAT

JORGE ARONTES VILLANUEVA  
Subdirector de Financiamiento, DGAAPFE, SEMARNAT

# FINANZAS PÚBLICAS Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO



*Al servicio  
de las personas  
y las naciones*

*Finanzas públicas y cambio climático en México*

Copyright © 2012

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

Montes Urales 440, col. Lomas de Chapultepec, C. P. 11000, México D. F.

Publicado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

El análisis y las recomendaciones aquí expresadas no reflejan necesariamente las opiniones del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, de su Junta Ejecutiva o de sus Estados miembros, ni de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

Todos los derechos están reservados. Ni esta publicación ni partes de ellas pueden ser reproducidas, almacenadas mediante cualquier sistema o transmitidas, en cualquier forma o por cualquier medio, sea este electrónico, mecánico, de fotocopiado, de grabado o de otro tipo, sin el permiso previo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

Revisión orto-tipográfica:

*Antonio Cravioto*

Diseño editorial:

*Manuel Brito Alviso*

Diseño de portada:

*Miguel Ángel Sánchez Macías*

Impreso en México por :

*SM Servicios Gráficos / Miguel Ángel Sánchez Jiménez*

# Índice

I. INTRODUCCIÓN	9
II. CAMBIO CLIMÁTICO, FINANZAS PÚBLICAS Y REFORMA FISCAL VERDE: ASPECTOS METODOLÓGICOS	11
III. LAS FINANZAS PÚBLICAS DE MÉXICO EN EL CONTEXTO LATINOAMERICANO	19
IV. ESTRUCTURA Y EVOLUCIÓN DEL GASTO Y EL INGRESO PÚBLICO EN MÉXICO: 1980-2010	25
V. IMPUESTOS VERDES AL CONSUMO DE GASOLINAS Y ELECTRICIDAD	37
VI. ELASTICIDAD INGRESO DE LOS IMPUESTOS Y CAMBIO CLIMÁTICO	89
VII. GASTO PÚBLICO EN CAMBIO CLIMÁTICO	99
VII. CONCLUSIONES Y COMENTARIOS GENERALES	103
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107





# Introducción

El cambio climático, resultado fundamentalmente de las actividades antropogénicas, tiene consecuencias significativas en las actividades económicas y sociales y en los ecosistemas (Stern, 2008; Galindo, 2009). Más aun, la magnitud de los costos económicos ocasionados por el cambio climático, tanto en impactos directos como en los procesos de adaptación y de mitigación, incidirá de manera fundamental en el estilo de desarrollo y en los ritmos de crecimiento de la economía mundial.

El cambio climático establece una multiplicidad de canales de transmisión y de retroalimentación con las finanzas públicas. En primer lugar, el cambio climático, desde una óptica económica, es una externalidad negativa resultado de una falla de mercado global (Stern, 2008). Ello justifica la intervención pública para corregir y/o eliminar esta externalidad negativa (Baumol, 1972; Baumol y Oates, 1988; Salanie, 2003). Existen, desde luego, diversos instrumentos de política pública que pueden utilizarse tales como impuestos y/o subsidios, regulaciones o instrumentos económicos específicos (i.e. *Cap-and-Trade*), sin embargo, la evidencia empírica disponible destaca la importan-

cia específica, en mercados con información imperfecta y con incertidumbre, de los instrumentos fiscales (Baumol y Oates, 1988; Rosen y Gayer, 2009; Helm y Hepburn, 2010). En segundo lugar, el cambio climático incide, en forma colateral, sobre las finanzas públicas, a través de sus efectos sobre las actividades económicas y el bienestar de la población, modificando la base gravable o las prioridades de gasto público. Por ejemplo, modificando los requerimientos de gasto público ante los desastres naturales.

Las consecuencias de estas interrelaciones entre cambio climático y finanzas públicas son más intensas en países como México, donde los impactos del cambio climático son significativos y crecientes en el tiempo y atendiendo a la debilidad estructural de las finanzas públicas mexicanas expresada en una baja recaudación tributaria (combinada con altas tasas de evasión y elusión fiscal), con sesgos e ineficiencias significativas, con fuerte dependencia recaudatoria de algún recurso específico como el petróleo y con una demanda creciente de recursos públicos por diversos sectores sociales y económicos y por diversas actividades económicas. En este sentido, el cambio climático repre-

senta un reto adicional a las finanzas públicas en México. De este modo, es necesario definir una política fiscal a largo plazo como un factor fundamental para alcanzar un desarrollo sustentable. Ello requiere incluir las opciones que ofrece una reforma fiscal verde, atendiendo a los nuevos desafíos que conlleva el cambio climático. Estas reformas fiscales verdes muestran características específicas para contribuir a un desarrollo sostenible. De este modo, el principal objetivo de este estudio es realizar un primer análisis de los impactos del cambio climático sobre las finanzas públicas e identificar algunas opciones y simular sus posibles consecuencias en el contexto de una reforma fiscal verde en México. En específico, el trabajo presenta un modelo econométrico con dos bloques principales. El primer bloque simula tres aspectos fundamentales en la relación entre cambio climático y finanzas. En primer lugar, las consecuencias de una política impositiva o de subsidios en la trayectoria del consumo, en las emisiones de CO<sub>2</sub> y en las finanzas públicas atendiendo al consumo de gasolinas y diesel y el consumo de electricidad residencial e industrial. Estos productos fueron seleccionados por su contribución en las emisiones de gases de efecto invernadero y por su impacto en las finanzas pú-

blicas. El segundo bloque identifica las relaciones que se establecen entre las actividades económicas y los ingresos recaudados para estimar posibles impactos de pérdida de ingresos públicos.

La investigación está estructurada en seis secciones incluyendo la presente introducción. En la segunda sección se describe el estado de los ingresos públicos en la región de América Latina, se muestra además la composición de los ingresos tributarios y la relación entre la carga fiscal, el PIB *per cápita* y la desigualdad. En la tercera sección se presenta la estructura y evolución del gasto y el ingreso públicos en México, para el periodo que comprende de 1980 a 2010. En la cuarta sección se presentan las estimaciones de la demanda de energía (gasolina, diesel y electricidad), así como sus proyecciones al 2050 con sus implicaciones sobre las finanzas públicas y sobre el nivel de emisiones. En la quinta sección se presentan los resultados de las estimaciones que muestran la elasticidad de los ingresos tributarios en México ante el crecimiento de la economía, lo que permite deducir las pérdidas potenciales de ingresos como consecuencia de pérdidas en el ingreso asociados al cambio climático. Finalmente se presentan las conclusiones y algunos comentarios generales.



# Cambio climático, finanzas públicas y reforma fiscal verde: aspectos metodológicos

El cambio climático es, desde una óptica económica, consecuencia de una falla de mercado<sup>1</sup> global (Stern, 2008) que se traduce en una externalidad negativa global. Esto es, el cambio climático es consecuencia de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) ocasionadas fundamentalmente por diversas actividades antropogénicas (IPCC, 2007). Estas emisiones de GEI se emiten a la atmósfera sin costo económico alguno para el emisor generando una externalidad negativa.<sup>2</sup> El gobierno<sup>3</sup> dispone de diversas políticas públicas para corregir o reducir estas fallas de mercado de modo que “los agentes económicos interioricen sus externalidades negativas” (Gruber, 2009; Rosen y

Gayer, 2009). Dentro del conjunto de opciones destacan:

**Impuestos:** en caso de que un económico realice una actividad de “forma ineficiente” como consecuencia de que no enfrenta todos los costos económicos de sus actividades, su conducta puede modificarse a través de un impuesto. Este impuesto se conoce en la literatura económica como un impuesto Pigou (Baumol y Oates, 1988) y se impone sobre cada unidad que genera la externalidad negativa en un monto igual al daño marginal que ocasiona en el nivel eficiente de producto (Rosen y Gayer, 2009). La estimación práctica de este tipo de impuesto es sin embargo compleja en la medida en que en muchas ocasiones se desconoce la magnitud específica del daño o el valor económico de la magnitud del daño.

**Subsidios:** En caso de que exista una actividad que ocasiona una externalidad negativa es posible también subsidiar la producción y/o consumo de bienes sustitutos que no ocasionan esta externalidad negativa. Ello produce también una solución óptima y resulta similar al impuesto pigouviano aunque sus consecuencias sobre la distribución del ingreso pueden ser muy diferentes (Rosen y Ga-

---

<sup>1</sup> Una falla de mercado se origina normalmente como consecuencia del poder de mercado o la inexistencia de mercados y ocasiona que el mecanismo de mercado lleve a un resultado que no maximiza la eficiencia (Gruber, 2009, p. 5).

<sup>2</sup> Una externalidad negativa es aquella actividad, de un agente económico, que afecta el bienestar de otra entidad por fuera del mercado (Rosen y Gayer, 2009).

<sup>3</sup> Un argumento adicional para la intervención gubernamental es incidir en la distribución de recursos o del ingreso (Gruber, 2009).

yer, 2009). También identificar el nivel óptimo del subsidio es complejo.

**Permisos comercializables (Cap-and-trade):** este sistema implica que se otorgan un número específico de permisos para generar emisiones de acuerdo a un determinado nivel o meta. Existen diversos mecanismos específicos para otorgar estos permisos comercializables que tienen distintas consecuencias en la distribución del ingreso y en los niveles de competencia; esto es que los permisos iniciales pueden venderse o regalarse, lo que tiene consecuencias distributivas diferenciadas.

**Políticas de regulación o de comando y control:** estas políticas implican la imposición de regulaciones específicas sobre el monto de emisiones o las tecnologías a aplicar o un nivel de estándar mínimo requerido. Estas regulaciones pueden incluir una gran diversidad de opciones tales como simular el uso de instrumentos de mercado, proveer directamente el bien público<sup>4</sup> o imponer procesos de negociación. En este sentido, el teorema de Coase (Gruber, 2009) establece, en el caso de derechos de propiedad adecuadamente definidos y con un proceso de negociación sin costos económicos, que es posible a través de negociaciones establecer un óptimo económico entre los agentes (Gruber, 2009).

La literatura económica establece que estas diversas opciones de política pública para eliminar las externalidades negativas son, bajo ciertos supuestos, relativamente equivalentes (Perman *et al.*, 2003). Sin embargo, las políticas fiscales, bajo condiciones de competencia imperfecta, información incompleta e incertidumbre, tienen consecuencias potencialmente distintas sobre el nivel de eficiencia y bienestar de la sociedad y resulta un mecanismo directo (Gruber, 2009; Rosen y Gayer, 2009). En este contexto, existe un interés creciente por el desarrollo de opciones de políticas fiscales de doble dividendo con impactos positivos sobre el

<sup>4</sup> Las características de un bien público es que no tiene rival y no es excluible (Gruber, 2009).

medio ambiente y que, simultáneamente, tienen consecuencias favorables en la eficiencia económica y el bienestar de la población (Rosen y Gayer, 2009).

La aplicación de impuestos selectivos (*excise taxes*)<sup>5</sup> a bienes o servicios específicos tiene una larga historia aunque es más reciente su aplicación con propósitos ambientales, utilizando como fundamento el impuesto del tipo pigouviano<sup>6</sup> (Cnossen, 2005). Este tipo de impuestos verdes<sup>7</sup> se aplica a bienes o servicios con externalidades negativas significativas sobre el medio ambiente. En particular, estas políticas impositivas buscan modificar la estructura de precios relativos para desincentivar las actividades que originan la contaminación o incentivar las que buscan preservar recursos naturales escasos; tal es el caso de los impuestos a la energía, las gasolinas, la flota vehicular, los residuos sólidos o al consumo de agua. Ello se ha traducido en la instrumentación de reformas fiscales verdes que buscan modificar la carga fiscal de actividades tradicionales a aquellas actividades que ocasionan el daño ambiental o generan contaminación (Ekins, 1997). Debe sin embargo reconocerse que la baja elasticidad precio de la demanda de bienes como la energía, la gasolina, los autos o el agua y su estrecha relación con la evolución del ingreso o la población reflejan su escaso nivel de sustituibilidad. Esta baja sensibilidad del consumo a los precios refleja también que es difícil que se eliminen las externalidades negativas con el impuesto pero su gravamen tiene un po-

<sup>5</sup> Los impuestos específicos son selectivos en cobertura, tienen cierto grado de discriminación (Cnossen, 2005).

<sup>6</sup> No obstante, la aplicación específica y puntual de un impuesto Pigouviano es aún compleja, en la medida en que resulta difícil establecer con precisión el daño marginal ambiental, por lo que es común utilizar el concepto de daño promedio; es común además que el nivel del impuesto no se defina de acuerdo con estos daños. En este sentido, la definición de este tipo de impuestos verdes es, en cierto sentido, arbitraria.

<sup>7</sup> Un impuesto verde se define como un impuesto con relevancia sobre el medio ambiente (Cnossen, 2005).

tencial recaudatorio<sup>8</sup> significativo. Esto es, el nivel del impuesto adecuado para eliminar una externalidad negativa puede representar un *shock* significativo para una economía o sector económico, de modo que se procede a aplicar un impuesto más bajo que reduce en el margen la externalidad negativa e incrementa la recaudación.

Los impuestos verdes, sin embargo, presentan aún diversos problemas en donde destaca que la relación directa y explícita entre la externalidad negativa<sup>9</sup> y el impuesto es aún baja o en muchos casos inexistente, que las tasas aplicadas no corresponden a la externalidad negativa, que las bases tributarias tienen muchas excepciones, que el uso de esos impuestos verdes se cruzan con diversas regulaciones y la falta de coordinación internacional en su aplicación. Asimismo, persisten dudas sobre su regresividad y sobre sus impactos en el nivel de competencia internacional<sup>10</sup>

---

<sup>8</sup> La baja elasticidad precio de la demanda, de acuerdo a la regla de Ramsey (1927), implica en bienes relativamente independientes un bajo nivel de distorsión del conjunto de la economía (Cnossen, 2005). Existe, sin embargo, el peligro de poner un impuesto a un insumo que se traspasa a la cadena económica (Teorema de Diamond-Mirrlees, 1971).

<sup>9</sup> Ello no obstante que existe evidencia sólida sobre la presencia de estas externalidades negativas asociadas a ciertos bienes y servicios específicos. Por ejemplo, se estima en 0.22 euros el impuesto al petróleo y en 25 euros el impuesto a la tonelada de carbón utilizada para la generación de electricidad (Parry y Small, 2005). Sin embargo casi ningún país tiene impuestos en la producción de electricidad por el comercio entre países y se concentran en el consumo con tasas normalmente superiores para la población que para la industria. Asimismo, existen pocos impuestos a los desechos sólidos no obstante que se estiman sus externalidades negativas entre 11 y 15 euros por tonelada (Barde y Braathen, 2005).

<sup>10</sup> Estos impactos negativos son normalmente minimizados a través de diversas estrategias donde destacan pagos directos de compensación, cambios en las tasas impositivas, el otorgamiento de créditos verdes de compensación, la coordinación internacional impositiva, el uso de impuestos neutrales, cambios en tasas impositivas a sectores específicos o que substituyen alguna regulación específica (Cnossen, 2005).

(McKay, Pearson y Smith, 1990; Smith, 1992; Pearson, 1995; Barde y Braathen, 2005).

La evidencia internacional sobre “reformas verdes” o “impuestos verdes” proviene fundamentalmente de países de la OCDE en donde se estima que actualmente este tipo de impuestos representan alrededor de 1.6% del PIB y donde México se ubica muy por debajo de la media (Gráfica 1) (Barde y Braathen, 2005). Ello no obstante que existe un comportamiento heterogéneo por países tanto en sus niveles como en sus tendencias entre 1994 y 2000 y donde persisten además subsidios inconsistentes<sup>11</sup> con el cuidado al medio ambiente (Cnossen, 2005).

Destaca el esfuerzo, a partir de 1990, de diversas experiencias sobre reformas fiscales verdes<sup>12</sup> en Europa que incluyen impuestos verdes a la energía en Alemania, Francia, Reino Unido y Países Bajos e incluso impuestos específicos al CO<sub>2</sub> en países nórdicos tales como Finlandia, Noruega, Dinamarca y Suecia e incluso Italia (Barde y Braathen, 2005). En principio, la mayoría de los impuestos verdes<sup>13</sup> corresponden a impuestos sobre gasolinas o vehículos automotores como lo refleja el que casi la mitad del precio de la gasolina corresponde a impuestos en la OCDE (OECD, 2010) y sólo una parte menor corresponde a impuestos al carbón, coque o *fuel oil*

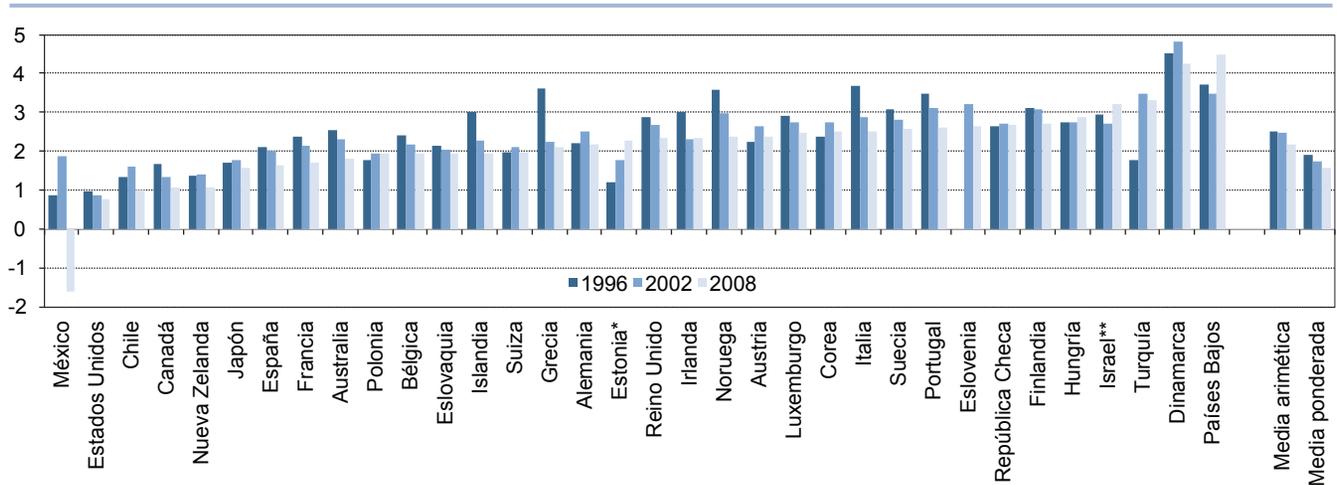
---

<sup>11</sup> Debe incluirse también los subsidios con efectos negativos sobre el medio ambiente. Por ejemplo, en la OCDE existen subsidios a la agricultura, al agua para irrigación y la energía (OCDE, 1996, 1997, Cnossen, p. 130).

<sup>12</sup> La aplicación de estos impuestos verdes tuvo también impactos negativos potenciales sobre la distribución del ingreso y la competitividad general de la economía aunque con diferencias substanciales por país (McKay, Pearson y Smith, 1990; Smith, 1992; Pearson, 1995; Barde y Braathen, 2005) y que fueron minimizados a través de diversas estrategias donde destacan pagos directos de compensación, cambios en las tasas impositivas, el otorgamiento de créditos verdes de compensación, la coordinación internacional impositiva, el uso de impuestos neutrales, cambios en tasas impositivas a sectores específicos o que substituye alguna regulación específica (Cnossen, 2005).

<sup>13</sup> Se excluyen cargos y tarifas (Cnossen, 2005, p. 122).

GRÁFICA 1  
**Recaudación de impuestos relacionados con el medio ambiente**  
 (% del PIB)



**Notas:** \*Estonia no se incluye en los promedios. \*\*Los datos de Israel fueron proveídos y son responsabilidad de las autoridades israelíes relevantes.

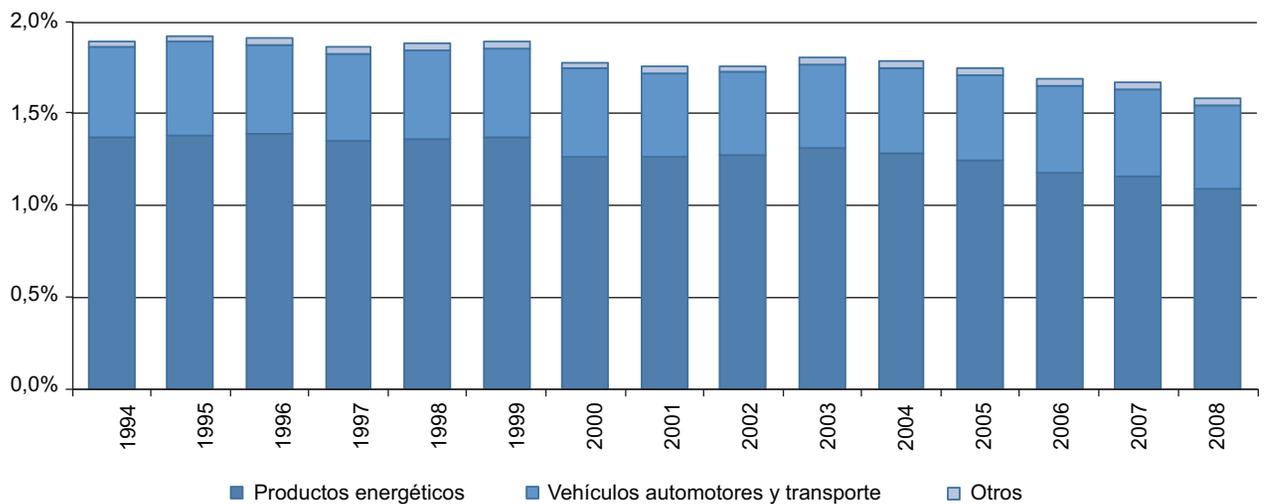
**Fuente:** OECD (2010), *Taxation, Innovation and the Environment*, OECD.

(Barde y Braathen, 2005). Destaca además la instrumentación de impuesto al CO<sub>2</sub> en particular en países del norte de Europa (Gráfica 2, Gráfica 5 y (2010).

La evidencia disponible muestra entonces que existen opciones sólidas para vincular las finanzas públicas con el medio ambiente y en particular con el cam-

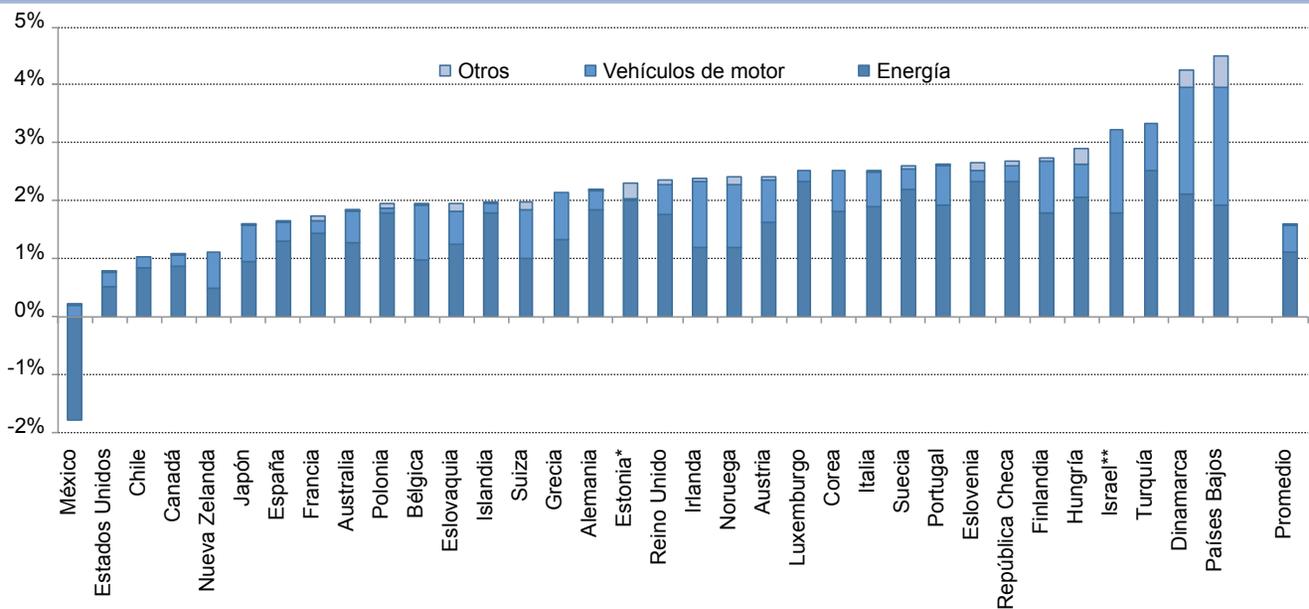
bio climático. Ello resulta particularmente importante en países como México donde los costos económicos del cambio climático son relevantes (Galindo, 2009), donde esta relación entre finanzas públicas y cambio climático es aún tenue y donde las finanzas públicas muestran una debilidad estructural.

GRÁFICA 2  
**Composición de los impuestos relacionados con el medio ambiente: oecd**  
 (% del PIB)



**Fuente:** OECD (2010), *Taxation, Innovation and the Environment*, OECD.

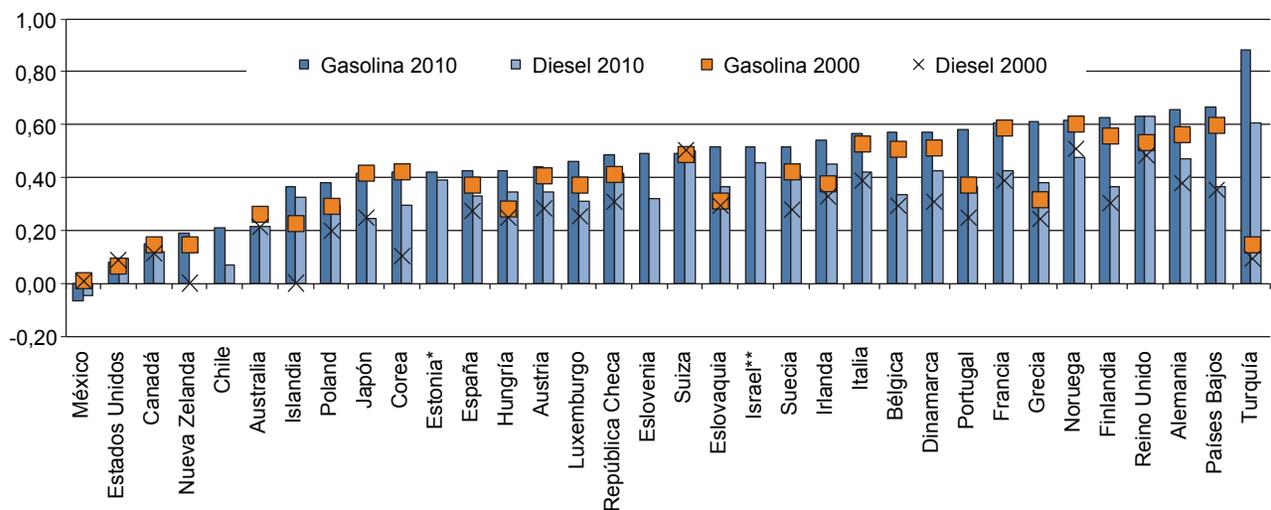
GRÁFICA 3  
**Composición de los impuestos relacionados con el medio ambiente: OECD 2008**  
 (% del PIB)



**Nota:** \*Estonia no se incluye en los promedios. \*\*Los datos de Israel fueron proveídos y son responsabilidad de las autoridades israelíes relevantes.

**Fuente:** OECD (2010), *Taxation, Innovation and the Environment*, OECD.

GRÁFICA 4  
**Impuestos sobre los combustibles del sector transporte: OECD**  
 (euro por litro)

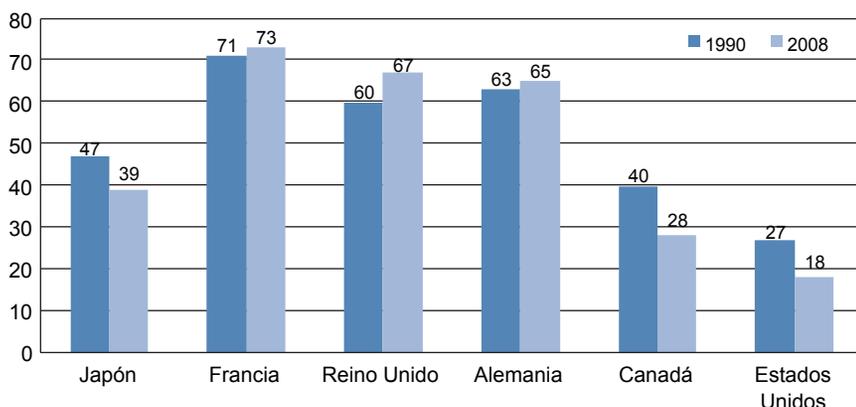


**Nota:** \*Estonia no se incluye en los promedios. \*\*Los datos de Israel fueron proveídos y son responsabilidad de las autoridades israelíes relevantes.

**Fuente:** OECD (2010), *Taxation, Innovation and the Environment*, OECD.

GRÁFICA 5

**Participación de los impuestos en el precio de la gasolina  
en países seleccionados, 1990-2008  
(en porcentaje)**



Fuente: *Transportation Energy Data Book* (2010).

En este contexto, se observa que el cambio climático y las finanzas públicas establecen entonces una multiplicidad de relaciones y procesos de retroalimentación. Estos canales son directos, a través de impactos en el gasto y los ingresos públicos, como indirectos, a través del impacto del cambio climático en otras actividades o la población, lo que incide además sobre las finanzas públicas. A un nivel más general puede argumentarse que el cambio climático afecta el conjunto de las actividades económicas y sus opciones de desarrollo y las finanzas públicas reflejan, se derivan y causan estas opciones de desarrollo. En este sentido, desde el punto de vista analítico, el cambio climático tiene dos grandes canales de transmisión con las finanzas públicas:

1. La política fiscal a través de los impuestos verdes y/o subsidios verdes puede contribuir a eliminar o reducir las externalidades negativas de las actividades que ocasionan el cambio climático. Asimismo, la recaudación fiscal proveniente de estas externalidades puede contribuir a una mayor eficiencia económica y a consolidar el balance de las finanzas públicas y

permite disponer de recursos fiscales adicionales.

2. Los costos económicos y sociales que implica el cambio climático inciden negativamente en las finanzas públicas a través tanto de una pérdida de recaudación como de gastos adicionales para adaptarse o amortiguar los efectos del cambio climático, por ejemplo, los asociados a eventos extremos.

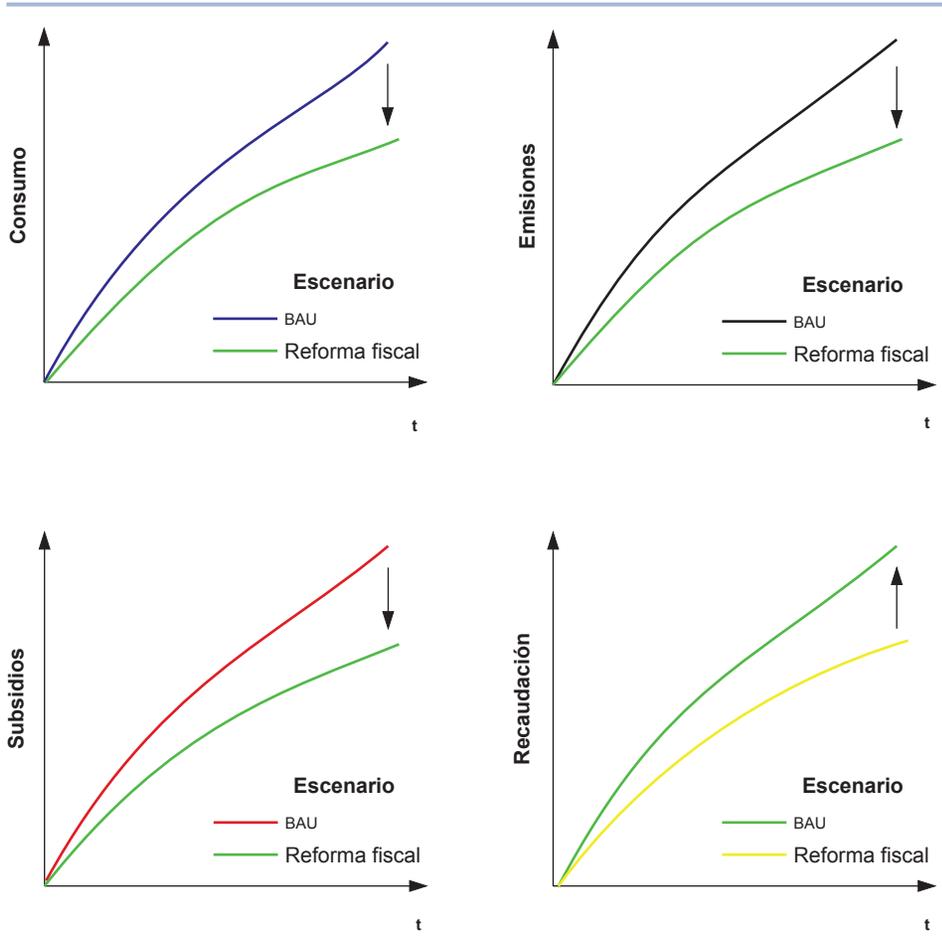
El conjunto de estos impactos tiene además consecuencias colaterales sobre el déficit fiscal y la deuda pública. Sin embargo, actualmente los instrumentos fiscales en México tienen, en general, escasa referencia con el medio ambiente y en particular con el cambio climático. En este sentido, el análisis se concentra en identificar y analizar sólo algunas de estas relaciones atendiendo a su relevancia considerando tres criterios: participación en las emisiones de GEI, participación en el consumo de energía y su impacto en las finanzas públicas. De este modo, se analizan los siguientes bloques:

1. Las opciones y consecuencias de modificar la estrategia impositiva o de subsidios sobre el consumo de gaso-

linas y diesel y el consumo eléctrico residencial e industrial en el contexto de una reforma fiscal verde. Ello atendiendo a que el consumo de gasolinas y de electricidad residencial e industrial representó en México en 2006 35% de las emisiones totales de GEI y 58% de las emisiones correspondientes a energía. Asimismo, el consumo de gasolinas y diesel y electrici-

dad tienen tratamientos fiscales (impuestos y subsidios especiales) en México que inciden directamente en el nivel de ingresos y gasto público. De este modo, es posible identificar una trayectoria base de consumo de gasolinas y electricidad sobre la que se construyen diversos escenarios impositivos y de subsidios para simular (Figura 1):

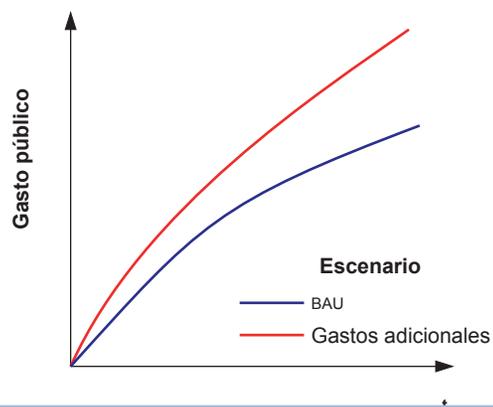
FIGURA 1



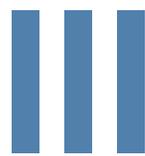
Fuente: elaboración propia.

- La nueva trayectoria del consumo de gasolinas y diesel y del consumo eléctrico residencial e industrial consecuencia de la nueva estrategia impositiva.
  - La nueva trayectoria de las emisiones de gases de efecto invernadero.
  - La nueva trayectoria de los ingresos y gasto público.
- 2. La evolución futura del gasto público atendiendo al impacto que pueden tener los gastos adicionales en desastres naturales, incluyendo aquellas erogaciones que se asocian al cambio climático. Ello incluye la construcción de un escenario base de trayectoria de gasto público sobre la que se construyen los escenarios alternativos (Figura 2).

Figura 2



3. Los ingresos fiscales dependen fundamentalmente de la trayectoria del ingreso. De este modo, es posible identificar las trayectorias potenciales de los ingresos públicos ante diversos escenarios de pérdida potencial de PIB.
4. Los ingresos petroleros en México son fundamentales para las finanzas públicas. En este sentido, se hace un análisis de sensibilidad sobre las consecuencias de modificaciones significativas en el mercado petrolero mundial sobre los ingresos fiscales en México.



# Las finanzas públicas de México en el contexto latinoamericano

Las finanzas públicas mexicanas muestran una debilidad estructural al compararse incluso con los países de América Latina. Así, en general, los ingresos de los gobiernos centrales en los países de América Latina (como porcentaje del PIB) muestran una recuperación significativa a partir de la década de los noventa, pasando de 14.5% a 19.8% del PIB regional entre 1990 y 2009; ello a pesar de una caída significativa durante la segunda mitad de la década de los ochenta (Gráfica 6). Asimismo, la carga fiscal total,<sup>14</sup> que representa la cantidad total de los impuestos sobre los residentes de un país, aumentó, entre 1990 y 2009, en América Latina, aunque con diferencias importantes por países y con excepción de México donde disminuyó ligeramente, y Venezuela (Gráfica 7, Cuadro A.1). En este contexto, se observa además que México muestra la menor recaudación fiscal en la región y de la OCDE, con una tendencia además a disminuir o mantenerse como proporción del PIB. Esta tendencia es contraria a la de otros países con un nivel de desarrollo similar que han venido incrementando sus ingresos tribu-

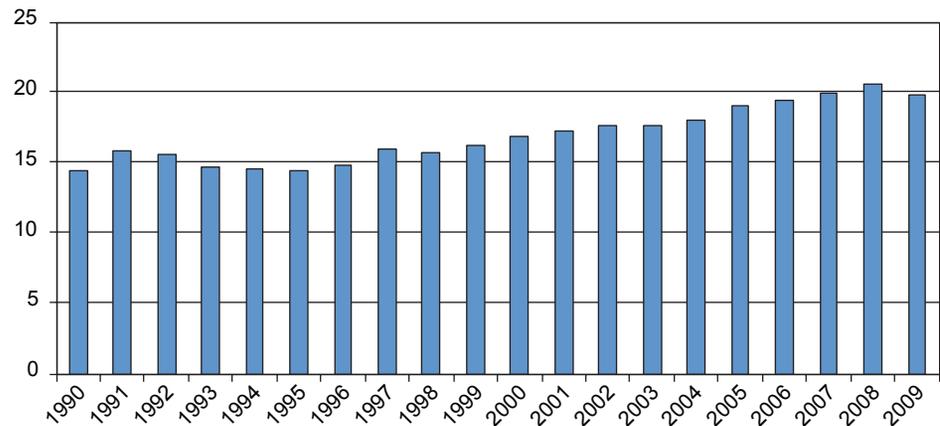
tarios (Banco de México, 2003; Hernández y Zamudio, 2004).

Las fuentes de los ingresos totales en América Latina muestran que los impuestos indirectos son la principal fuente de recaudación aunque con diferencias significativas por países (Gráfica 8); esto es, los países de la región optan más por los impuestos generales y específicos sobre el consumo de bienes y servicios y el comercio internacional, que por los impuestos a la renta, la propiedad, las utilidades o las ganancias de capital. Las excepciones son Brasil y México donde los impuestos directos son más importantes. En este sentido, parecen existir en México opciones para el uso de algunos impuestos generales y específicos sobre el consumo de bienes y servicios.

La estructura tributaria por país en América Latina muestra una gran diversidad, atendiendo a las tasas aplicadas. Así, las tasas del impuesto sobre la renta (ISR) para personas físicas y morales muestran una variabilidad significativa (Gráfica 9) en donde México tiene tasas para personas físicas y morales de 28%; ello lo ubica un punto por debajo de la media en Latinoamérica. En el impuesto al valor agregado (IVA) se observan también diferencias sig-

<sup>14</sup> La carga fiscal es la parte de los ingresos del gobierno provenientes de los impuestos.

GRÁFICA 6  
**Evolución de los ingresos totales del gobierno central  
 en América Latina, 1990-2009**  
*(en porcentaje del PIB)*



**Notas:** los ingresos totales para la región se calcularon sobre la base de información disponible de 19 países: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela.

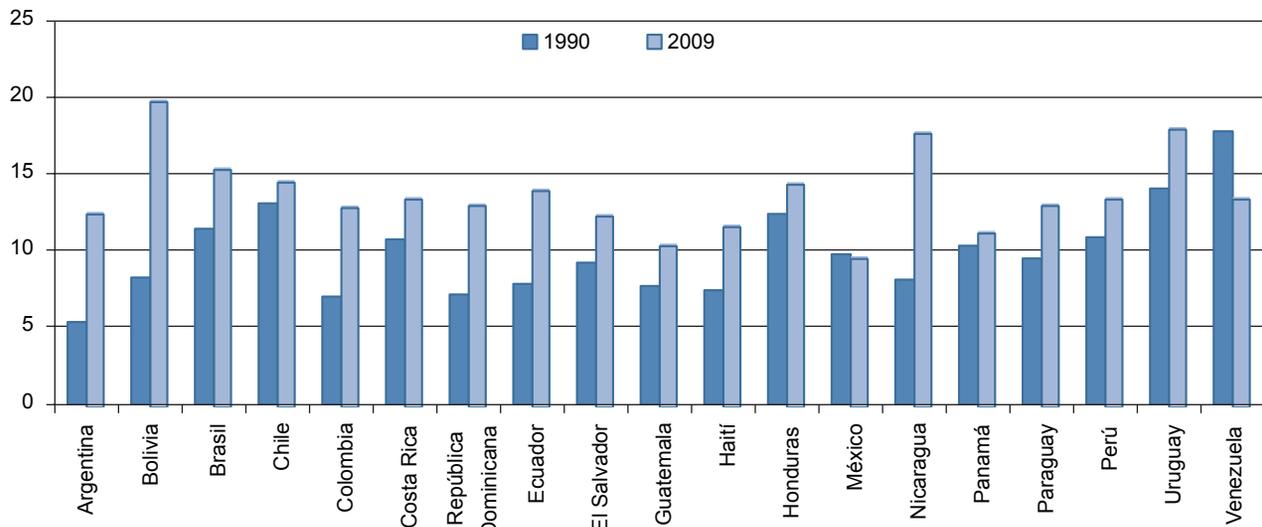
**Fuente:** elaboración propia con base en datos de CEPALSTAT.

nificativas en las tasas aplicadas por países donde México se ubica por encima de la media Latinoamericana de 14%.

En síntesis, aunque las tasas impositivas aplicadas en México no difieren sustancialmente de aquellas referentes a los

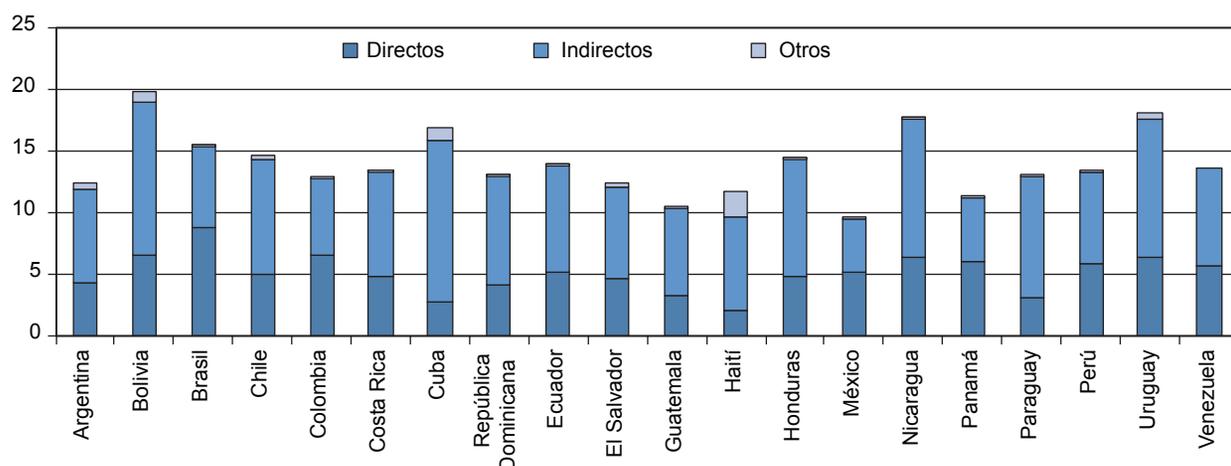
demás países de la región, el nivel de recaudación es sensiblemente menor. La razón de este hecho se encuentra tanto en tasas impositivas menores en algunos rubros como en la tasa de evasión fiscal, que para 2008 se estima fue de 18% para

GRÁFICA 7  
**Carga fiscal total en países de América Latina, 1990 y 2009.**  
*(en porcentaje del PIB)*



**Fuente:** base de datos de CEPAL, CEPALSTAT.

GRÁFICA 8  
Composición de los ingresos tributarios en América Latina, 2009  
(en porcentaje del PIB)

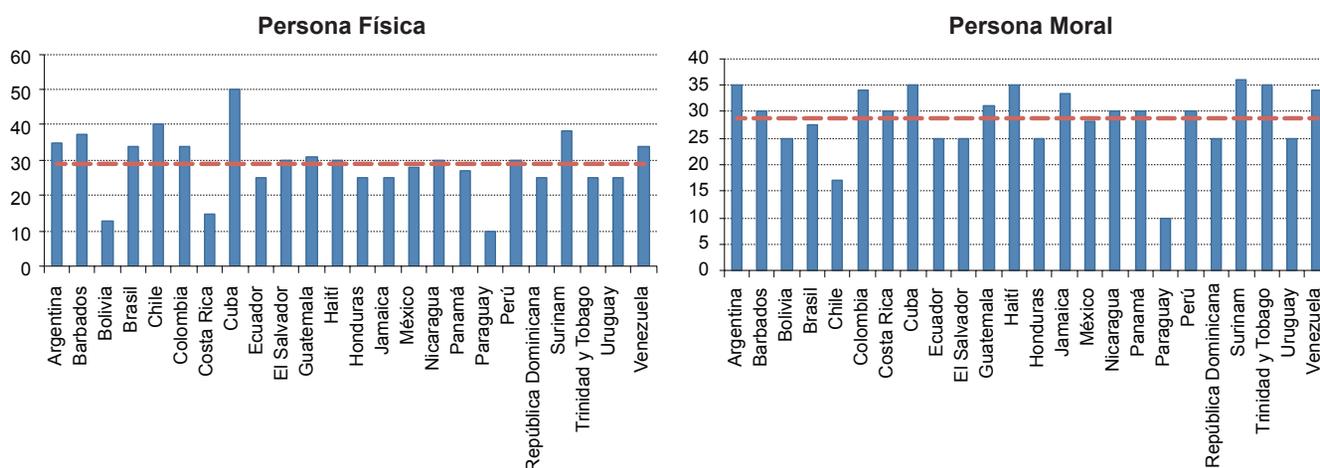


Fuente: base de datos de CEPAL, CEPALSTAT.

el caso del IVA, de 15% para el caso del ISR para asalariados y de 13% para el caso de personas morales, lo que en su conjunto representó alrededor de 1.5% del PIB (Fuentes, Zamudio y Barajas, 2010). Considerando todos los conceptos englobados en el IVA, ISR y IEPS (impuesto especial sobre producción y servicios) no petrolero

(Fuentes, Zamudio y Barajas, 2010), se encuentran que la evasión en 2008 fue de 23%, lo que significó alrededor de 2.6% del PIB, sin embargo, para el año 2000, ésta alcanzaba 40% o 4.6% del PIB de aquel año. De esta manera, aunque el nivel de evasión fiscal se ha reducido sustancialmente, no deja de ser significativo.

GRÁFICA 9  
Comparación de las tasas del ISR entre países de América Latina, 2011  
(en porcentaje)

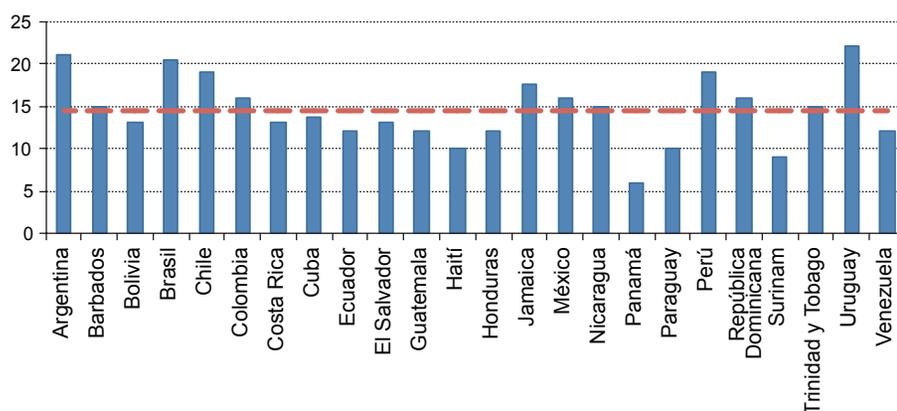


**Notas:** las tasas del ISR corresponden a la tasa máxima aplicada en cada uno de los países con información disponible en CEPALSTAT. La línea roja corresponde al promedio simple.

**Fuente:** elaboración propia con base en información del Centro Interamericano de Administraciones Tributarias CIAT <<http://www.ciat.org/index.php/es/productos-y-servicios/ciatdata/alicuotas.html>>.

GRÁFICA 10

### Comparación de las tasas del IVA entre países de América Latina, 2011 (en porcentaje)



**Fuente:** elaboración propia con base en información del CIAT <<http://www.ciat.org/index.php/es/productos-y-servicios/ciatdata/alicuotas.html>>.

Por su parte, la evolución del gasto público<sup>15</sup> en América Latina mostró un importante dinamismo durante las últimas dos décadas. Ello se manifestó en un aumento de alrededor de tres puntos porcentuales en su participación en el PIB total de la región entre 1990 y 2009 (Gráfica 11) (Martner, 2002). Destaca que el gasto programable de México para 2009 ascendió a 19% del PIB, casi tres puntos menos que el del total de la región. Esto lo ubica por debajo de economías tales como Argentina, Brasil y Chile cuyos gastos exceden los 20 puntos porcentuales del PIB (Gráfica 11).

La composición del gasto del gobierno central en los países de la región muestra una participación significativa de los gastos corrientes (sueldos y salarios, compra de bienes y servicios, pago de intereses y subsidios y transferencias) frente a los gastos de capital y la concesión de préstamos (Gráfica 12), aunque las participaciones de cada uno de estos rubros de gasto son muy disímiles por países. Así, la

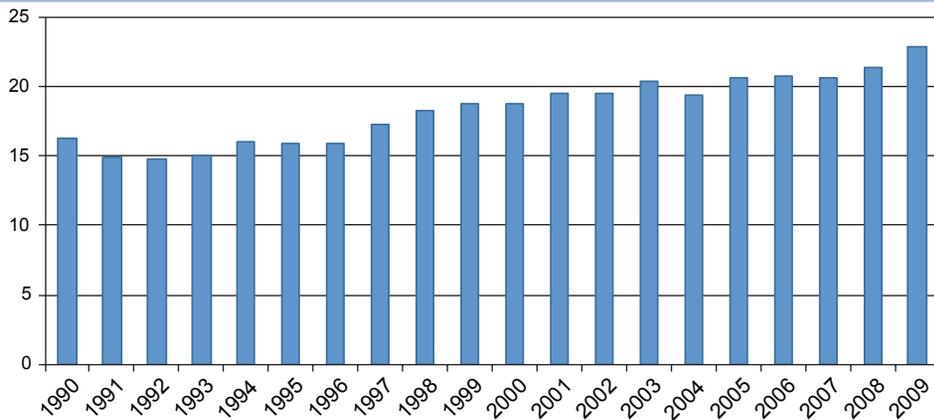
proporción media de los gastos corrientes en América Latina es de 82%, mientras que en México participa con 86% y se ubica en octavo lugar en la región, por detrás de Argentina, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Haití, Nicaragua y Uruguay.

El déficit público<sup>16</sup> muestra una reducción en América Latina, entre 1990 y 2008, considerando 2009 como un año extraordinario como resultado de la crisis financiera mundial. En general se pueden identificar tres momentos significativos en el saldo público global de la región; se pasó de un déficit de 1.8% del PIB en 1990 a un saldo deficitario, en 2001, del orden de 2.7% del PIB y que se redujo en la última década a sólo 0.8% del PIB en 2008. En ello destaca la magnitud del ajuste fiscal y el corto periodo de tiempo para su instrumentación (Gráfica 13) (ILPES, 2004). Así, actualmente en varios países de la región las finanzas públicas se encuentran con saldo positivo (Gráfica 14). Países como Argentina, Chile, Costa Rica, Panamá y Perú pasaron de tener superávit fiscal en 2008 a déficit moderado en 2009. Los desequilibrios fiscales más altos en América Latina en 2009 se presentaron en Cuba, Ecuador,

<sup>15</sup> El gasto incluye todos los pagos no recuperables del gobierno, ya sean con contraprestación o sin contraprestación y ya sea para fines corrientes o de capital. El gasto excluye los pagos de amortización del gobierno, es decir pagos para amortizar la deuda del gobierno que se clasifican como financiamiento.

<sup>16</sup> Corresponde al resultado del ingreso total y donaciones menos el gasto total y préstamo neto.

GRÁFICA 11  
**Evolución de los gastos totales del gobierno central  
 en América Latina, 1990-2009**  
*(en porcentaje del PIB)*



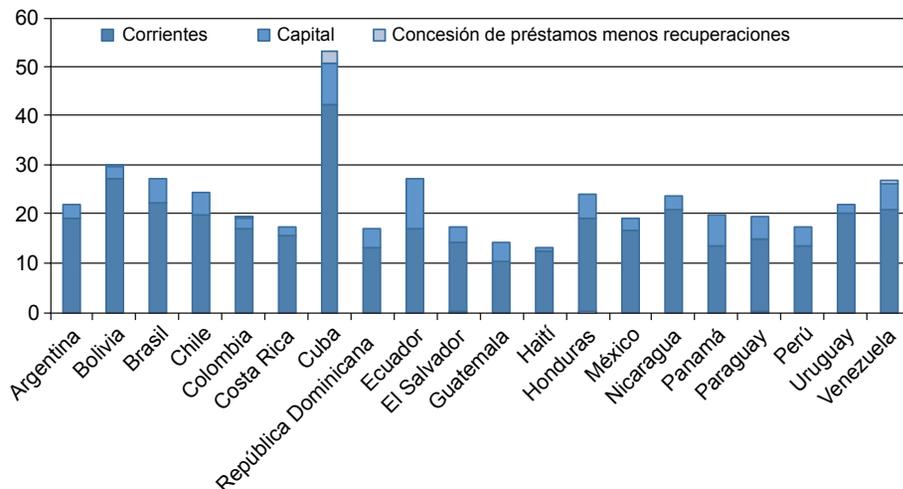
**Notas:** los ingresos totales para la región se calcularon sobre la base de información disponible de 19 países: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela.

**Fuente:** elaboración propia con base en datos de CEPALSTAT.

Honduras y Venezuela. México para 2009 tuvo un déficit de 2.2% con respecto al PIB, lo que se ubica por debajo del promedio de la región de 3%, dicho déficit fue inferior, en términos del PIB, al registrado

por Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela.

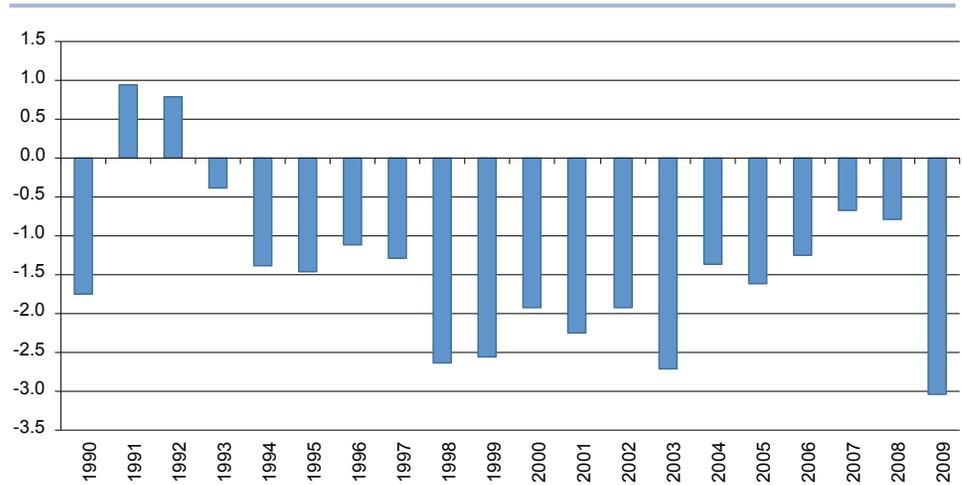
GRÁFICA 12  
**Composición del gasto total en América Latina, 2009**  
*(en porcentaje del PIB)*



**Nota:** el gasto de Bolivia corresponde a 2008.

**Fuente:** elaboración propia con base en datos de CEPALSTAT.

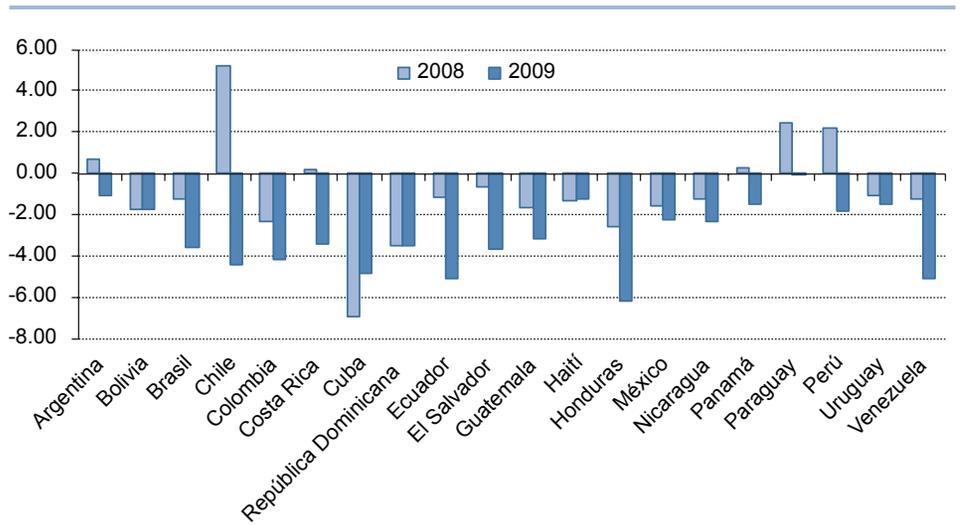
GRÁFICA 13  
**Saldo global de las finanzas públicas en América Latina, 1990-2009**  
*(en porcentaje del PIB)*



**Notas:** el saldo global para la región se calculó con información disponible para Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, México, Honduras, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela.

**Fuente:** elaboración propia con base en datos de CEPALSTAT.

GRÁFICA 14  
**Saldo de las operaciones del gobierno central por países, 2008-2009**  
*(en porcentaje del PIB)*



**Fuente:** elaboración propia con base en datos de CEPALSTAT.

# IV

---

## Estructura y evolución del gasto y el ingreso público en México: 1980-2010

El gasto público y los ingresos públicos en México aumentaron, en términos reales, de manera sostenida desde principios de la década de los ochenta; ello en general asociado a la evolución del PIB aunque con diferencias por periodos. Así, se observa, durante la década de los ochenta un déficit público importante que se reduce a partir de la década de los noventa y recientemente tiende nuevamente a incrementarse (Gráfica 15 y Cuadro 1).

Aunque el gasto y el ingreso públicos como porcentaje del PIB se han mantenido relativamente estables, existen periodos extraordinarios en donde el gasto público se incrementó de manera importante. Esto es, el gasto público representaba aproximadamente 28% del PIB en 1980 y alcanzó 35% en 1986, posteriormente esta participación se redujo para estabilizarse alrededor de 20%. Para 2008 y 2009 dicha relación fue de 23% y 26% respectivamente. Por su parte, los ingresos públicos mantienen una participación de alrededor de 21%, alcanzando un máximo de 25% en 1985, actualmente los ingresos se encuentran por encima de su promedio histórico con 22% (Gráfica 16).

La deuda neta del sector público muestra un dinamismo notable durante

la década de los ochenta para después estabilizarse. Asimismo, su composición se modificó de manera importante, ya que hasta 2004, la deuda externa fue la fuente más importante de deuda del sector público y a partir de 2005 la deuda interna es la principal fuente de financiamiento consecuencia de su crecimiento sostenido a partir de 1995 (Gráfica 17 y Gráfica 18).

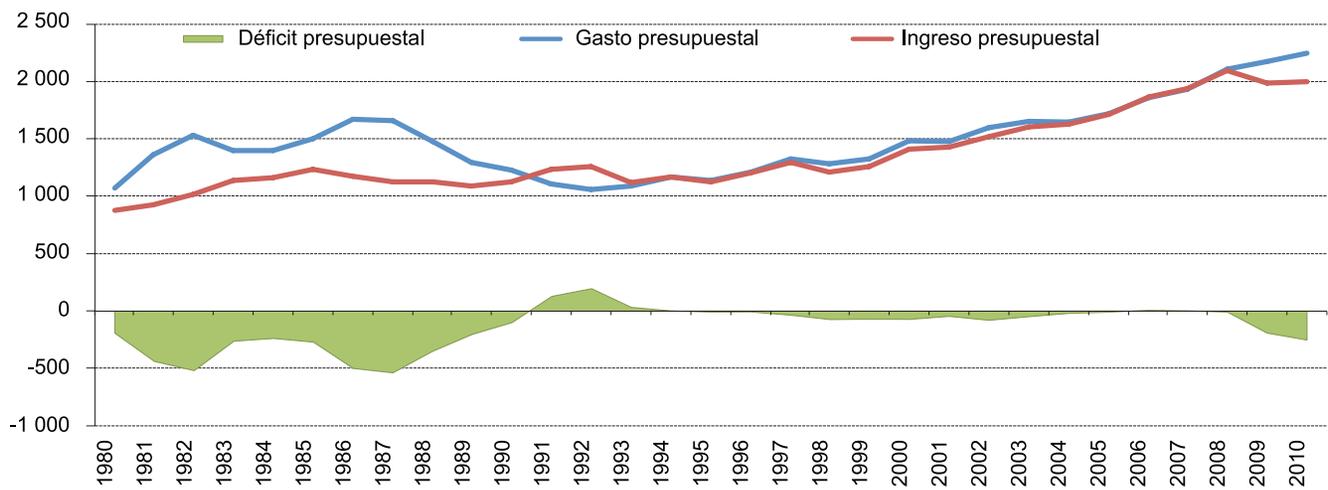
De este modo, la deuda pública como porcentaje del PIB alcanzó a representar 90% del PIB en 1987, mientras que para la década de los noventa, dicho porcentaje se redujo a menos de 30% superando este umbral sólo en los años 1995 y 2010. Por su parte, la deuda interna aumentó como porcentaje del PIB de 0.5% en 1995 a 20% en 2010, mientras que la deuda externa pasó de 31% a 10% para el mismo periodo (Gráfica 18).

El gasto público creció,<sup>17</sup> en términos reales, a una tasa promedio anual de 2.5% para el periodo 1980-2010 aunque con mo-

---

<sup>17</sup> El gasto público presupuestal se compone del gasto programable y el no programable. Dentro del rubro de gasto programable se consideran el gasto corriente, de capital y las transferencias, mientras que en el gasto no programable se consideran los intereses, los adeudos de ejercicios fiscales anteriores (ADEFAS) y las participaciones a entidades federativas.

GRÁFICA 15  
**Gasto e ingreso público presupuestal**  
*(miles de millones de pesos de 2003)*

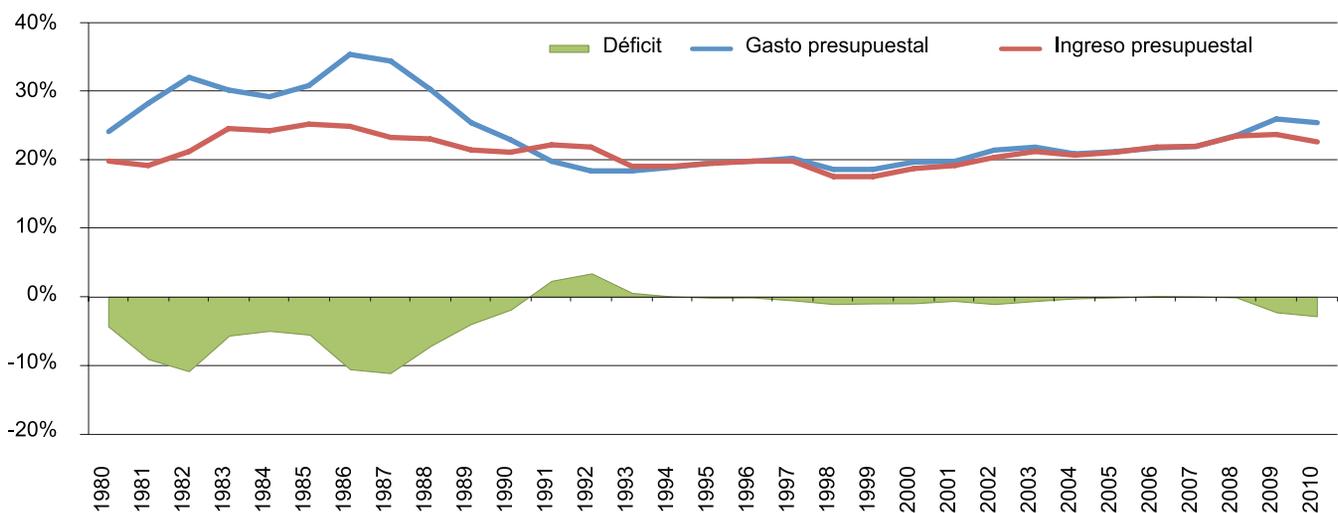


Fuente: elaboración propia con datos del Banco de México.

CUADRO 1 Crecimiento promedio del gasto e ingreso público presupuestal (%)			
	Gasto	Ingreso	Déficit
1980-1990	1.3	2.5	-6.4
1990-2000	1.9	2.3	-3.2
2000-2010	4.3	3.6	13.4
1980-2010	2.5	2.8	0.9

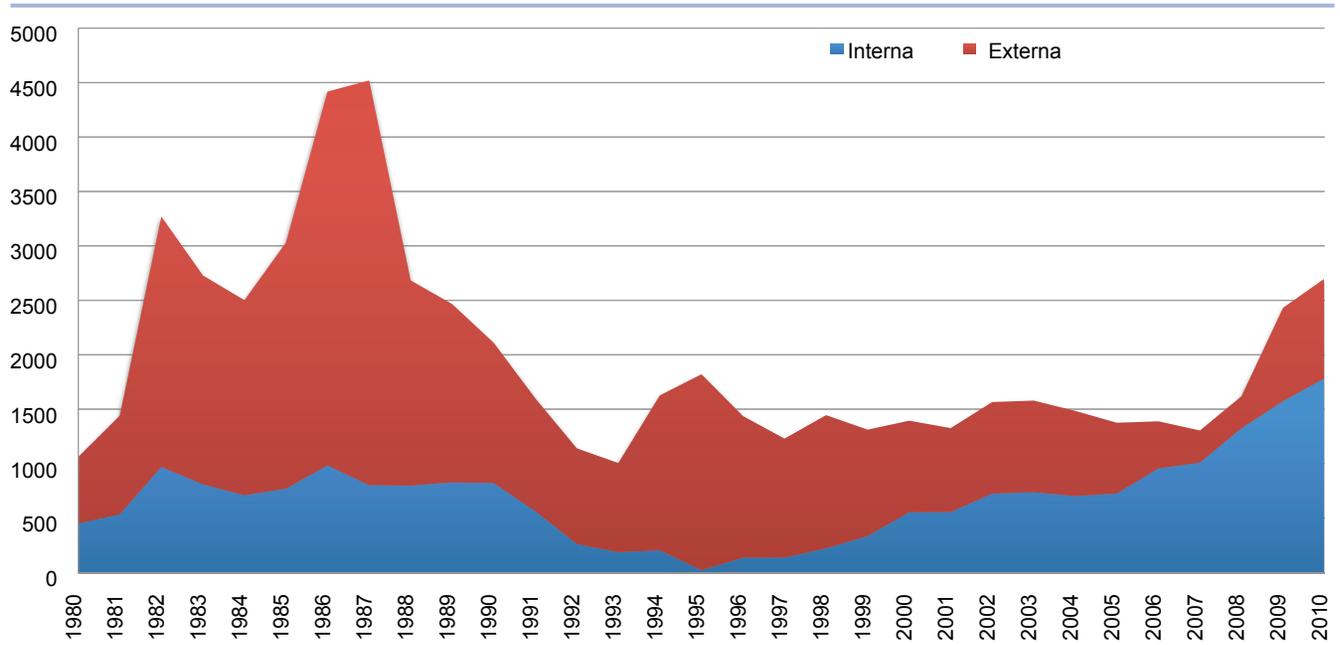
Fuente: elaboración propia con datos del Banco de México en pesos constantes de 2003.

GRÁFICA 16  
**Gasto e ingreso público presupuestal**  
*(% del PIB)*



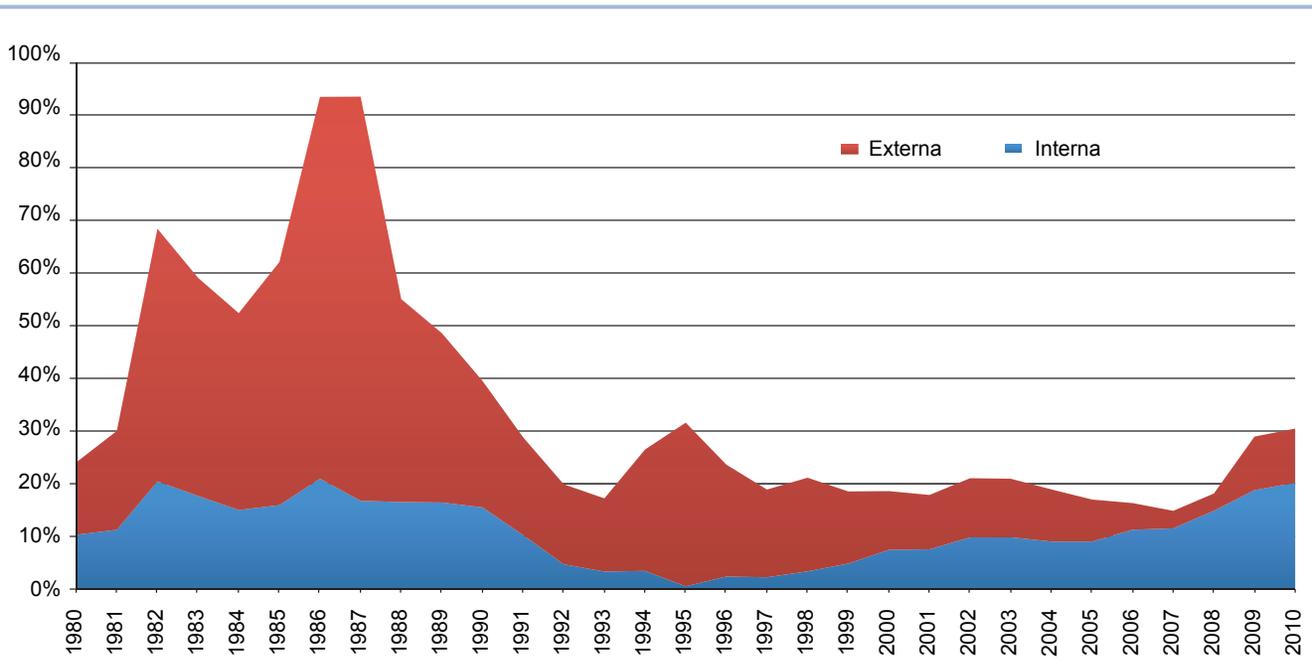
Fuente: elaboración propia con datos del Banco de México.

GRÁFICA 17  
**Deuda del sector público**  
*(miles de millones de pesos de 2003)*



Fuente: elaboración propia con datos del Banco de México.

GRÁFICA 18  
**Deuda del sector público**  
*(% del PIB)*



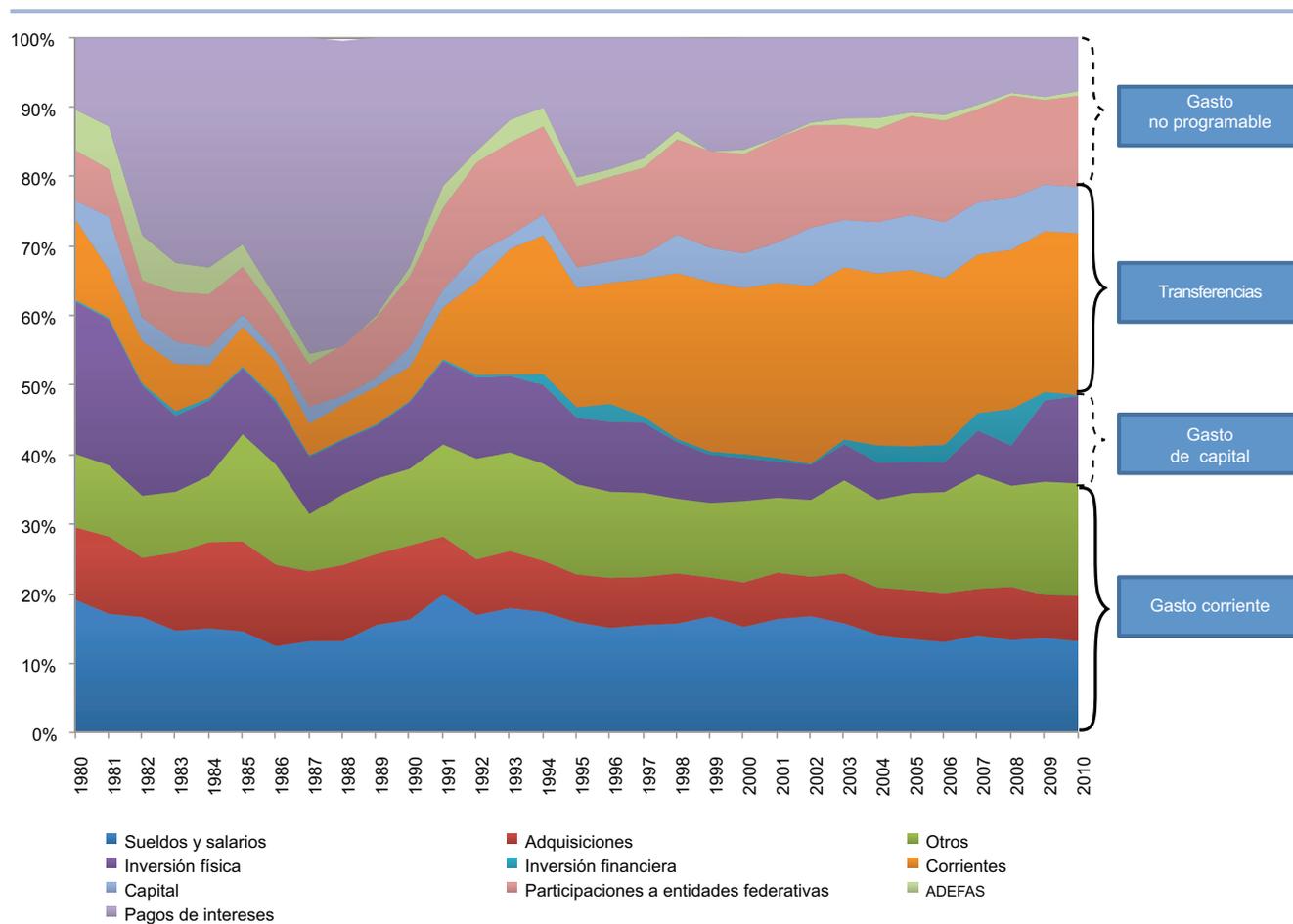
Fuente: elaboración propia con datos del Banco de México.

dificaciones importantes en su estructura (Gráfica 19). En términos generales destacan la relativa estabilidad del gasto corriente, la reciente recuperación del gasto de capital, así como el rápido crecimiento de las transferencias.

El gasto público presupuestal representó 25% del PIB en 2010, la mayor parte del gasto se concentra históricamente en el gasto corriente, que se ha mantenido cercano a 9% del PIB, seguido de las transferencias, las cuales se mantienen por arriba de 7% del PIB para 2010. La inversión del sector público se concentra en inversión física, aunque en total ha reducido ligeramente su participación pasando de 5.3% del PIB en 1980 a alrededor de 5% en 2010 (Gráfica 20).

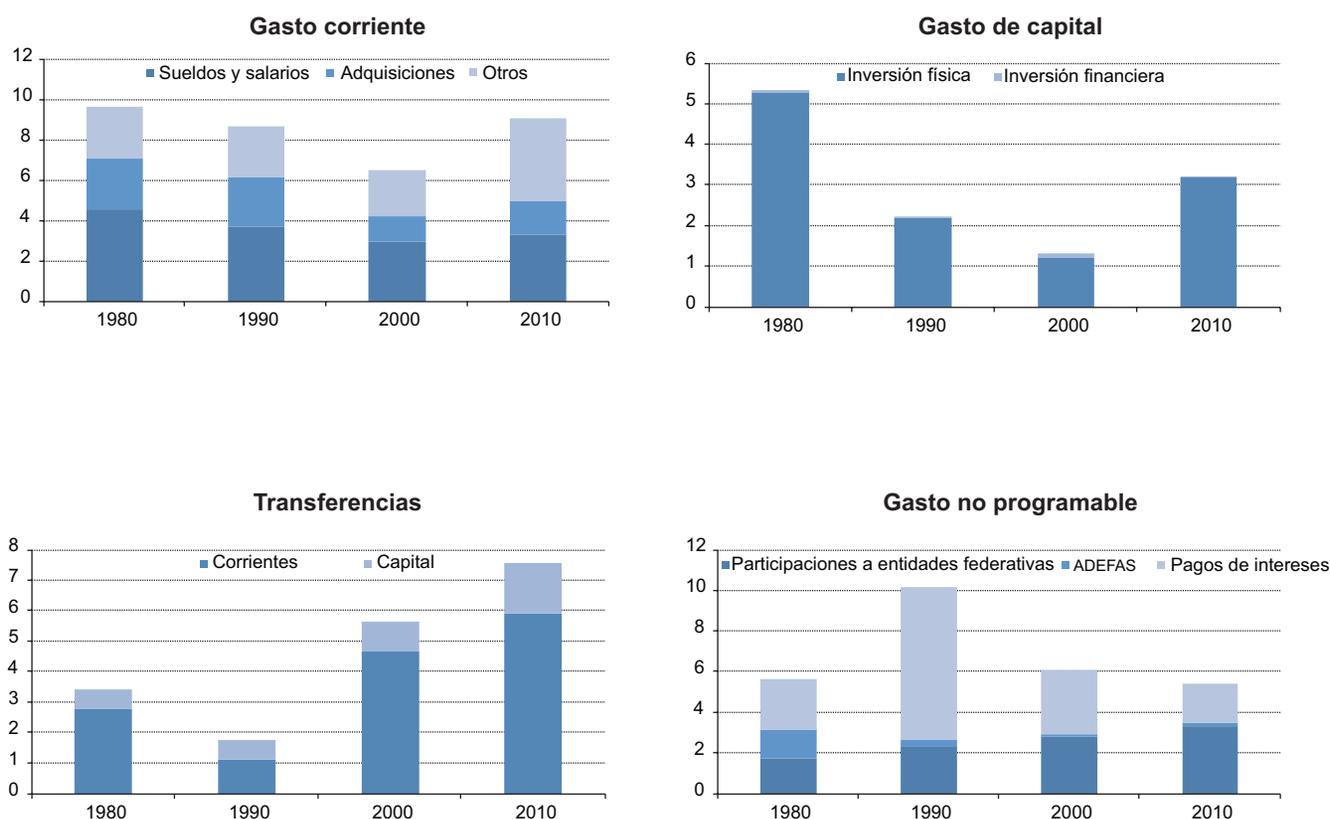
El gasto programable se ha concentrado principalmente en las categorías de desarrollo social (educación, salud, seguridad social, urbanización, vivienda y desarrollo regional, agua potable y alcantarillado, así como la asistencia social), seguidas por rubros asociados al desarrollo económico (energía, comunicaciones y transportes, desarrollo agropecuario y forestal, temas laborales, temas empresariales, servicios financieros, turismo, ciencia y tecnología, temas agrarios, y desarrollo sustentable). En efecto, las actividades de desarrollo social pasaron de representar 9 puntos del PIB en 2003 a 11 puntos en 2010, mientras que las actividades de desarrollo económico pasaron de representar 4.5% del PIB en 2003 a 6.9% en

GRÁFICA 19  
Composición del gasto público presupuestal (%)



Fuente: elaboración propia con datos del Banco de México.

GRÁFICA 20  
**Composición del gasto público presupuestal**  
 (% del PIB)



Fuente: elaboración propia con datos del Banco de México.

2010. Tanto las actividades de gobierno y de los poderes y organismos autónomos decrecieron ligeramente durante el periodo 2003-2010, pasando de 1.6 y 0.5 en 2003 a 1.3 y 0.4% en 2010 respectivamente (Gráfica 21).

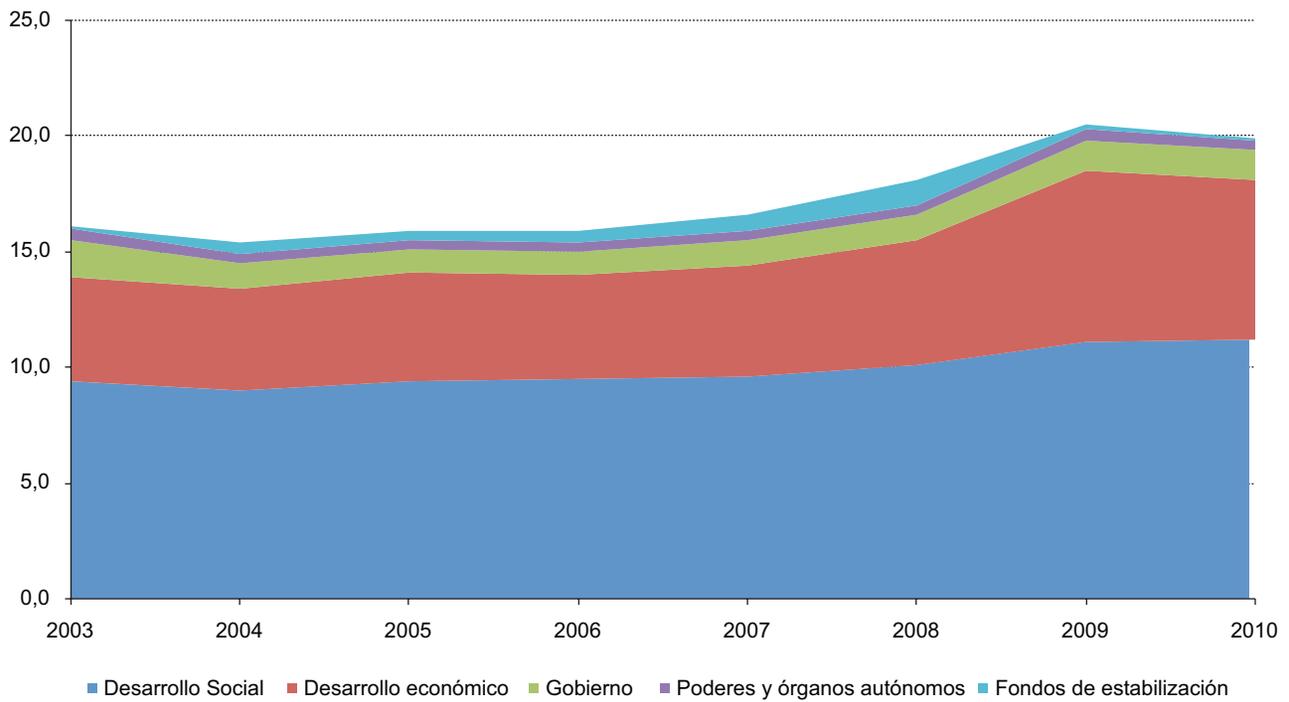
En 2010 las actividades concernientes al desarrollo social concentraron 56% del gasto total programable, y las actividades de desarrollo económico concentraron 35% (Gráfica 22). Los rubros de educación, salud y seguridad social representaron más de 75% del total del gasto en desarrollo social, representando 3.7, 2.7 y 2.6 puntos porcentuales del PIB respectivamente. Mientras que el rubro de energía fue el más importante dentro de las actividades de desarrollo económico, lo que significó 5.3 puntos del PIB de 2010 (Gráfica 23). Es de notarse, que los rubros de ciencia y tecnología y de desarrollo

sustentable recibieron 0.2% y 0.1% del PIB en 2010.

De la misma manera las transferencias, tanto corrientes como de capital, se distribuyen principalmente en los rubros de desarrollo social, las cuales han aumentado alrededor de un punto porcentual del PIB de 2003 a 2010 (Gráfica 24).

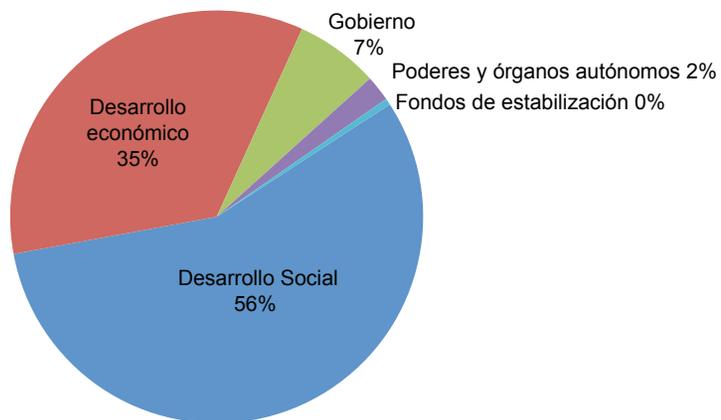
Los ingresos presupuestales del sector público crecieron, en términos reales, 2.8% entre 1980-2010, con un crecimiento más acelerado, de 3.6%, en la última década. Los ingresos presupuestales se dividen en petroleros y no petroleros, ambos crecieron de manera constante, por lo que los ingresos petroleros mantuvieron relativamente estable su participación en el total de los ingresos presupuestales (esto es, ingresos petroleros de 33% contra 67% de ingresos no petroleros en 2010) (Gráfica 25 y Cuadro 2).

GRÁFICA 21  
**Composición del gasto público programable**  
*(% del PIB)*



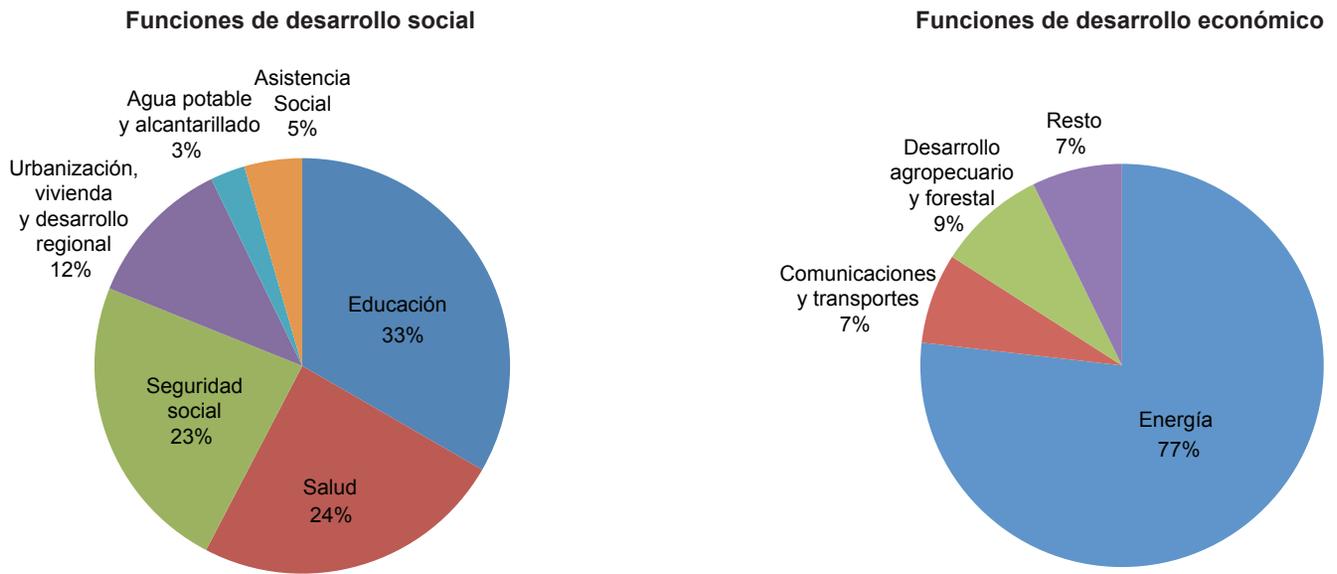
Fuente: elaboración propia con datos de la SHCP.

GRÁFICA 22  
**Composición del gasto público programable**  
*(% del PIB)*



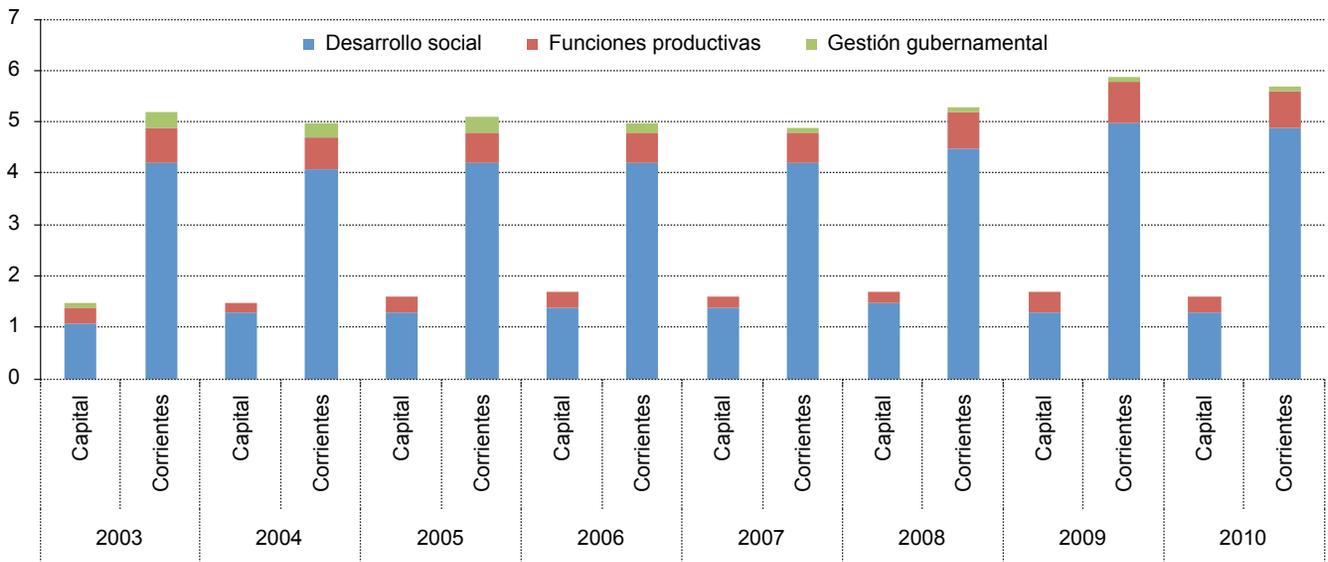
Fuente: elaboración propia con datos de la SHCP.

GRÁFICA 23  
**Composición del gasto en desarrollo social y en desarrollo económico**  
 (% del PIB)



Fuente: elaboración propia con datos de la SHCP.

GRÁFICA 24  
**Composición de las transferencias**  
 (% del PIB)



Fuente: elaboración propia con datos de la SHCP.

**CUADRO 2**  
**Ingreso público presupuestal**

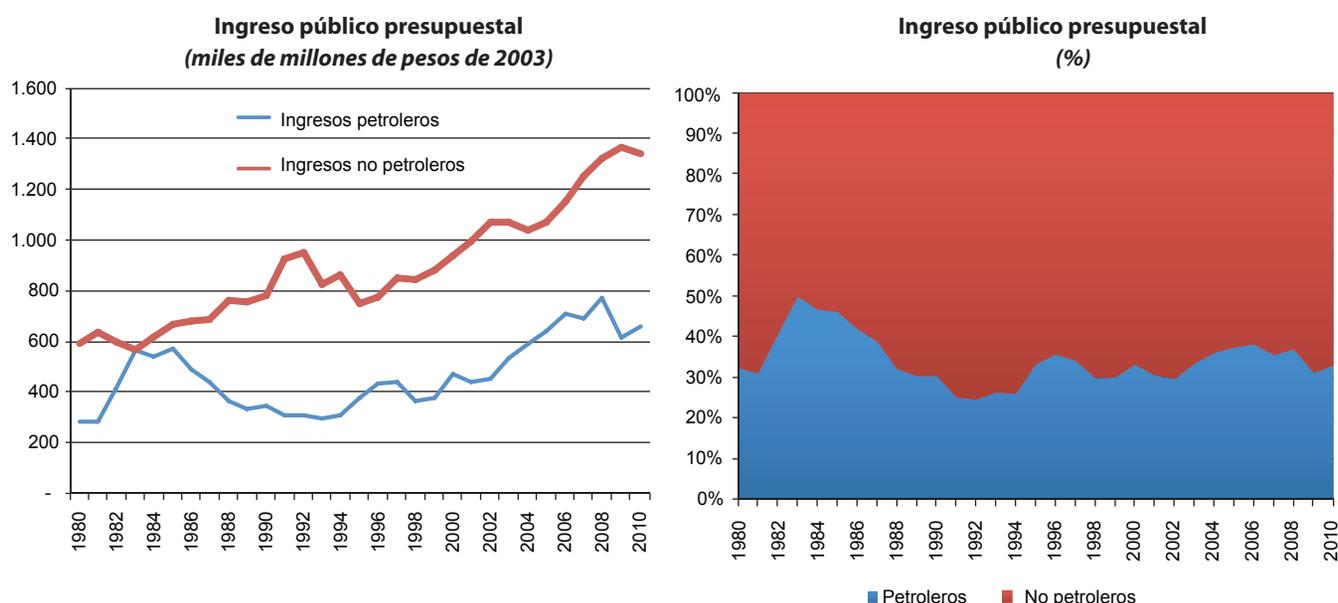
Concepto	Millones de pesos de 2003			Participación (%)		
	2008	2009	2010	2008	2009	2010
Total	2 097 286.4	1 983 871.3	1 997 161.1	100.0	100.0	100.0
Petroleros	773 124.8	615 589.1	656 426.8	36.9	31.0	32.9
Pemex	265 763.7	268 972.7	260 021.9	12.7	13.6	13.0
Gobierno Federal	507 361.0	346 616.4	396 404.9	24.2	17.5	19.8
Derechos a los hidrocarburos	663 630.3	343 712.5	432 737.6	31.6	17.3	21.7
Ordinario	585 340.5	297 692.6	373 803.2	27.9	15.0	18.7
Extraordinario sobre exportación de petróleo crudo	24 661.0	-391.9	4 482.1	1.2	0.0	0.2
Fondo de estabilización	52 441.4	44 955.3	51 993.5	2.5	2.3	2.6
Fondo de investigación científica y tecnológica en materia de energía	1 160.1	1 440.4	2 439.2	0.1	0.1	0.1
Para la fiscalización petrolera	27.3	16.1	19.6	0.0	0.0	0.0
Aprovechamiento sobre rendimientos excedentes	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
IEPS	-159 524.8	2 255.6	-37 881.9	-7.6	0.1	-1.9
Artículo 2º.-A Fracción I	-164 001.7	-10 661.8	-51 920.5	-7.8	-0.5	-2.6
Artículo 2º.-A Fracción II <sup>1</sup>	4 476.9	12 917.5	14 038.6	0.2	0.7	0.7
Impuesto a los rendimientos petroleros	3 255.5	648.3	1 549.1	0.2	0.0	0.1
No petroleros	1 324 161.7	1 368 282.2	1 340 734.3	63.1	69.0	67.1
Gobierno Federal	995 405.2	1 062 105.8	1 006 804.4	47.5	53.5	50.4
Tributarios	885 355.2	792 530.7	886 635.2	42.2	39.9	44.4
ISR-IETU-IDE	459 280.6	418 857.5	458 483.5	21.9	21.1	23.0
ISR	412 153.6	376 178.8	422 667.2	19.7	19.0	21.2
IETU	34 151.2	31 490.5	30 404.4	1.6	1.6	1.5
IDE	12 975.7	11 188.2	5 411.9	0.6	0.6	0.3
IVA	335 199.3	287 170.7	340 349.9	16.0	14.5	17.0
Producción y servicios	36 129.0	33 354.1	40 893.2	1.7	1.7	2.0
Importaciones	26 231.9	21 264.4	16 549.1	1.3	1.1	0.8
Otros impuestos <sup>2</sup>	28 514.4	31 884.1	30 359.5	1.4	1.6	1.5
No tributarios	110 050.0	269 575.0	120 169.2	5.2	13.6	6.0
Derechos	21 450.7	20 935.6	21 618.8	1.0	1.1	1.1
Aprovechamientos	83 540.3	243 922.9	95 729.3	4.0	12.3	4.8
Otros	5 059.0	4 716.5	2 821.1	0.2	0.2	0.1
Organismos y empresas <sup>3</sup>	328 756.5	306 176.5	333 929.9	15.7	15.4	16.7
Tributarios	729 085.9	795 434.7	850 302.4	34.8	40.1	42.6
No Tributarios	1 368 200.6	1 188 436.7	1 146 858.7	65.2	59.9	57.4

<sup>1</sup> Se refiere a los recursos por el sobreprecio a las gasolinas y diesel conforme al artículo 2o.-A Fracción II de la Ley del Impuesto Especial Sobre Producción y Servicios.

<sup>2</sup> Incluye los impuestos sobre tenencia o uso de vehículos, sobre automóviles nuevos, exportaciones, no comprendidos en las fracciones anteriores y accesorios.

<sup>3</sup> Excluye subsidios y transferencias del Gobierno Federal a las entidades bajo control presupuestario directo y las aportaciones del Gobierno Federal al ISSSTE.

**Fuente:** elaboración propia con datos de la SHCP.



**Fuente:** elaboración propia con datos del Banco de México.

Los ingresos presupuestales como porcentaje del PIB han fluctuado alrededor de 21%, con un nivel máximo de 25% entre 1985-1986 y un mínimo de 18% entre 1998-1999. Los ingresos petroleros alcanzan 7% del PIB para 2010, siendo los ingresos de Pemex 3% y los ingresos del Gobierno Federal 4%.

Asimismo, los ingresos petroleros provenientes de Pemex, crecieron a una tasa de 2% y los ingresos provenientes por los derechos del Gobierno Federal sobre el petróleo aumentaron en 4% para el periodo 1980-2010. Los componentes más relevantes de los ingresos petroleros son los ingresos de Pemex, con 13% del total de los ingresos, y los ingresos derivados de los derechos del Gobierno Federal sobre los hidrocarburos, que representan 22% de los ingresos totales. Es importante notar la evolución del IEPs sobre la gasolina y el diesel que muestra una recaudación negativa a partir de 2006 (Gráfica 26).

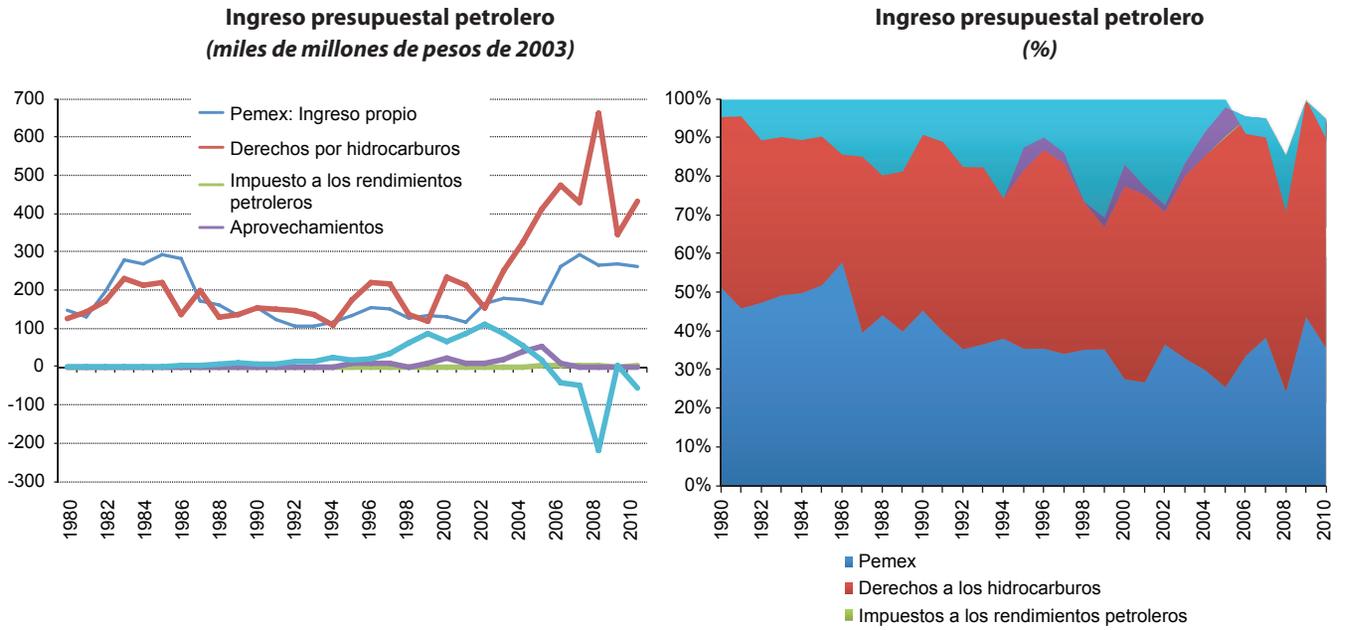
Los ingresos no petroleros son actualmente la fuente más importante del sector público y representan 15% del PIB en 2010 (Gráfica 27). Dentro de los ingresos petroleros, los ingresos tributarios, al ser aquellos sobre los que el sector público tiene control directo, son los más importantes para la política fiscal. Los ingresos tributarios repre-

sentaron 44% como proporción del PIB en 2010, siendo el ISR el rubro más relevante. Para 2010 el ISR contribuyó con casi la mitad de los ingresos tributarios, y con el 21% del total de los ingresos presupuestales, teniendo un crecimiento promedio de 3% para el periodo 1980-2010 (Gráfica 28).

El ISR en promedio asciende a 40% de los ingresos tributarios. El siguiente componente es el IVA que representa el 38% de los ingresos tributarios. El IVA es el elemento más dinámico de los ingresos tributarios, aumentando en promedio a una tasa de 4% anual, experimentando su fase de mayor crecimiento en la década de los ochenta con un incremento de 6%. El único elemento tributario que muestra una caída son los impuestos derivados del comercio exterior. Estos decrecieron 2% promedio anual para el periodo 1980-2010, teniendo la caída más pronunciada en la última década (8%).

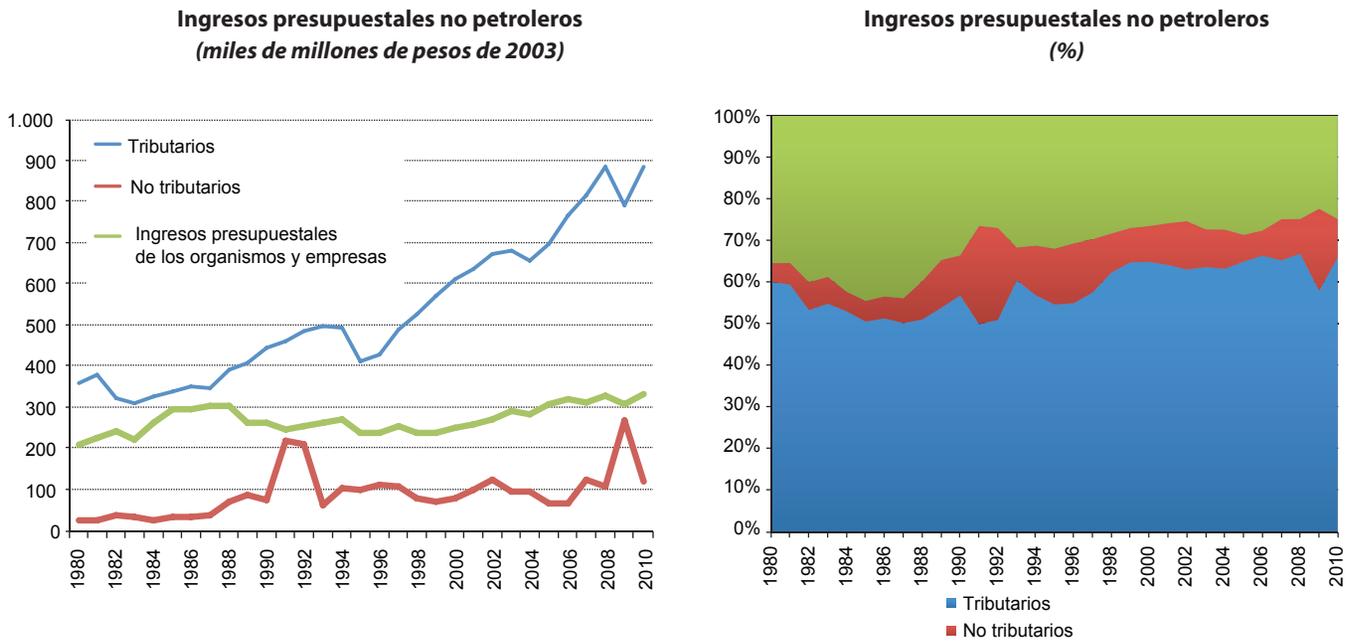
El conjunto de la evolución de las finanzas públicas en México muestra entonces un paulatino proceso de consolidación, que sin embargo es aún incipiente y con varias deficiencias importantes. El principal desafío es la baja recaudación en comparación con otros países dentro y fuera de la región. Ello es producto de una baja carga impositiva y de un alto grado

GRÁFICA 26



Fuente: elaboración propia con datos del Banco de México.

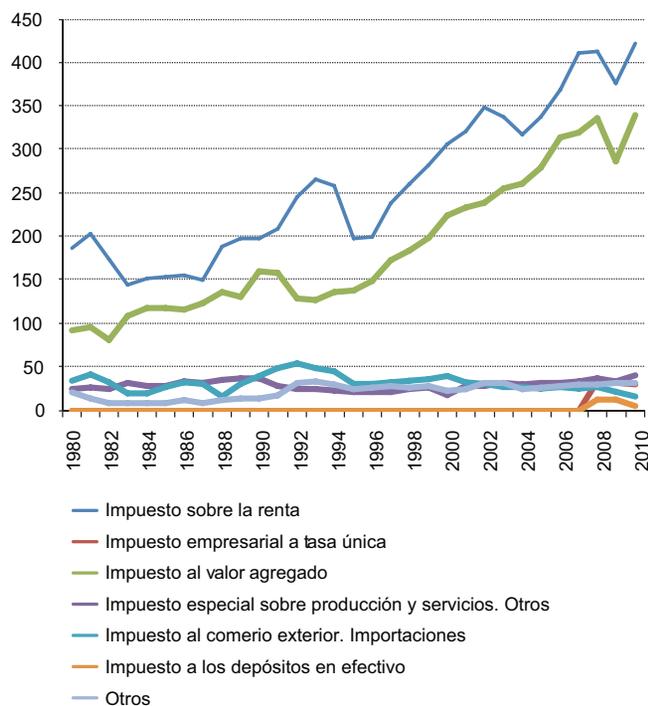
Gráfica 27



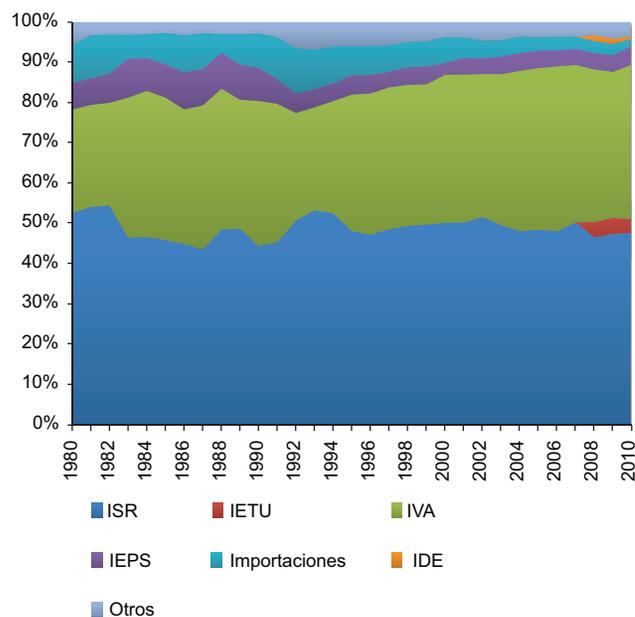
Fuente: elaboración propia con datos del Banco de México.

Gráfica 28

**Ingresos presupuestales tributarios**  
(miles de millones de pesos de 2003)



**Ingresos presupuestales tributarios**  
(%)



**Fuente:** elaboración propia con datos del Banco de México.

de evasión fiscal. El límite en los recursos disponibles tiene como consecuencia un bajo nivel de gasto actual en rubros de gran importancia para el desarrollo a mediano y largo plazo del país tales como ciencia y tecnología y el desarrollo sustentable. Es importante reconocer, también, que los esquemas de imposición diferenciados por regiones del país (en particular un nivel de IVA y de otros impuestos para la región fronteriza) pueden generar una menor recaudación así como un alto gra-

do de fiscalización para evitar abusos de estos esquemas.

La estructura de ingreso y gasto públicos pone de manifiesto importantes oportunidades y retos para la generación de una política fiscal más progresiva, donde se promueva la imposición a productos específicos tales como la gasolina, el diesel y otros combustibles dañinos para el medio ambiente, incluyendo medidas compensatorias a los sectores de más bajos ingresos.

# V

## Impuestos verdes al consumo de gasolinas y electricidad

El inventario de emisiones de gases de efecto invernadero para México (INE, 2009) muestra que las emisiones totales son de 709 005 giga gramos (Gg) de  $\text{CO}_2$  equivalente ( $\text{CO}_2\text{eq}$ ) en 2006 lo que representa 6.75 toneladas *per cápita* (Cuadro 3). Las emisiones de  $\text{CO}_2$  provenientes de la energía representan 61% del total de las emisiones, mientras que las emisiones de procesos industriales representan 9%. La agricultura, 6%. Las emisiones de desechos 14%, y aquellas de cambio de uso, 10% (Cuadro 3). Asimismo, las emisiones totales crecieron a una tasa de 2.5% promedio anual y las emisiones totales *per cápita* a una tasa de 1.2% anual entre 2002 y 2006. Las emisiones provenientes de la energía aumentaron a una tasa de 2.5% promedio anual, las de procesos industriales a 5.1% y las de desechos sólidos a 11%. Las emisiones por cambio de uso de suelo decrecieron 6% anual y las de agricultura se mantuvieron relativamente estables, decreciendo en 0.3% anual promedio (Cuadro 4).

Atendiendo las emisiones de GEI por fuente se observa la importancia que adquiere el transporte y la generación de electricidad dentro del total (Gráfica 29). Esto es, el consumo de energía para transporte representa 20.4% del total de las emi-

siones y, en particular, el consumo de combustibles para autotransporte (gasolina y diesel) representa 93% de las emisiones del sector. La gasolina aporta 67.8% (98 023 Gg) y el diesel 26.6% (38 443.3 Gg) de las emisiones del sector transporte. Por su parte, la generación de energía representa 21% del total de emisiones de  $\text{CO}_2\text{eq}$ . Las emisiones por la generación de electricidad fueron de 112 458 Gg de  $\text{CO}_2\text{eq}$ , lo que representa 16% del total de emisiones de GEI, y 26% de las emisiones referentes a energía. De este modo, las emisiones conjuntas de gasolinas y diesel y del consumo de electricidad representan 58% de las emisiones de energía y 35% del total de emisiones.

En este sentido, los impuestos verdes sobre el consumo de gasolinas y electricidad tienen relevancia especial desde la óptica del cambio climático, ya que pueden incidir tanto en la trayectoria a largo plazo de estas variables y/o en sus razones de emisiones a consumo y en la recaudación fiscal en México. Ello puede tener consecuencias potenciales relevantes sobre el proceso de mitigación y, simultáneamente, contribuir a consolidar las finanzas públicas, elevar la eficiencia económica y el bienestar social. Sin embargo, debe reconocerse que también existe el riesgo de

**CUADRO 3**  
**Emisiones de GEI por fuente y gas: 2006**  
**(Gg)**

<i>Categoría de emisión</i>	<i>CO<sub>2</sub></i>	<i>CH<sub>4</sub></i>	<i>N<sub>2</sub>O</i>	<i>HFCS</i>	<i>PFCS</i>	<i>SF<sub>6</sub></i>	<i>Total de CO<sub>2</sub>eq</i>
Total	492 862	185 391	20 512	9 586	-	654	709 005
Energía	370 040	49 112	10 946				430 097
Procesos industriales	52 847	77	361	9 586	-	654	63 526
Agricultura		38 567	6 985				45 552
Cambio de uso de suelo y silvicultura	69 778	257	168				70 203
Desechos	198	97 377	2 053				99 628
Combustibles del transporte internacional aéreo y marítimo	3 624	10	30				3 664
Emisiones de CO <sub>2</sub> por quema de Biomasa	37 433						37 433

**Fuente:** INE (2009), México. Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Instituto Nacional de Ecología.

**CUADRO 4**  
**Emisiones de GEI por fuente**  
**(Gg)**

	2006	%	2002	%	Tasa de crecimiento 2002-2006 (%)
Total	709 005	100	643 183.6	100	2.5
Energía	430 097	61	389 496.7	61	2.5
Procesos industriales	63 526	9	52 102.5	8	5.1
Agricultura	45 552	6	46 146.2	7	-0.3
Cambio de uso de suelo y silvicultura	70 203	10	89 854.0	14	-6.0
Desechos	99 628	14	65 584.4	10	11.0

**Fuente:** INE (2009), México. Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Instituto Nacional de Ecología.

generar un *death weigh loss* (Gruber, 2009) ante el aumento de impuestos específicos.

El consumo de gasolinas en México muestra un crecimiento sostenido y, ante las escasas posibilidades de sustitución, es uno de los bienes con más susceptibilidad a ser gravados. En efecto, para el periodo 1995-2010, el consumo de gasolina en México aumentó en promedio 3.5%, lo que implicó un aumento superior al del PIB que creció 2.9% para el mismo periodo. La gasolina Magna, de menor octanaje, es el producto de mayor consumo y representó 93% del volumen total del consumo de gasolinas (Gráfica 30).

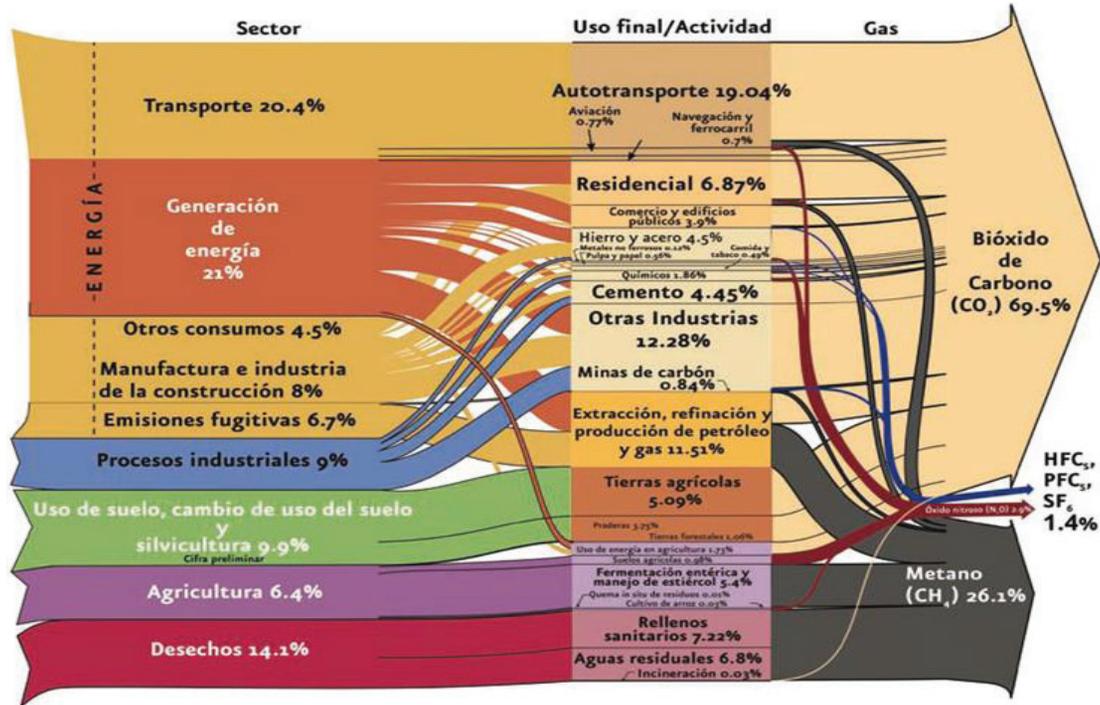
El incremento en el consumo de gaso-

lina está asociado al dinamismo económico y al importante incremento del parque vehicular a gasolina, que aumentó 7.2% anual, mientras que el parque vehicular a diesel aumentó 6.3% para el periodo 1995-2010.<sup>18</sup> En este sentido, es de esperarse que un mayor crecimiento económico esté asociado a un mayor parque vehicular y a un mayor consumo de combustibles con sus consecuencias negativas sobre el medio ambiente (Gráfica 31).

Los precios relativos de las gasolinas muestran un ligero aumento en el perio-

<sup>18</sup> La cifra corresponde al número de automóviles registrados.

GRÁFICA 29  
Diagrama de GEI para México: 2006



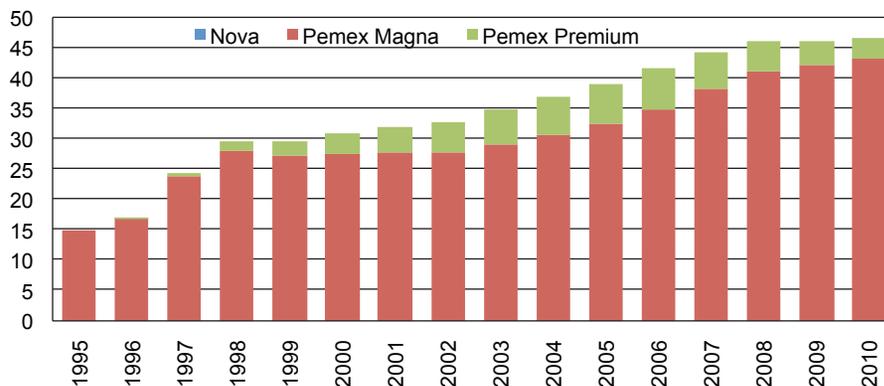
Fuente: INE (2009), México. Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Instituto Nacional de Ecología.

do reciente. Los precios de la gasolina Magna aumentaron 0.9% de 1995 a 2010, mientras que los precios de la gasolina Premium aumentaron 1.3%, en términos reales. El diesel es el combustible que ha mostrado un mayor aumento en términos reales, creciendo 2.9% para el mismo periodo, dicho crecimiento ha sido más

acentuado desde 2008 cuando los precios de los hidrocarburos aumentaron internacionalmente (Gráfica 32).

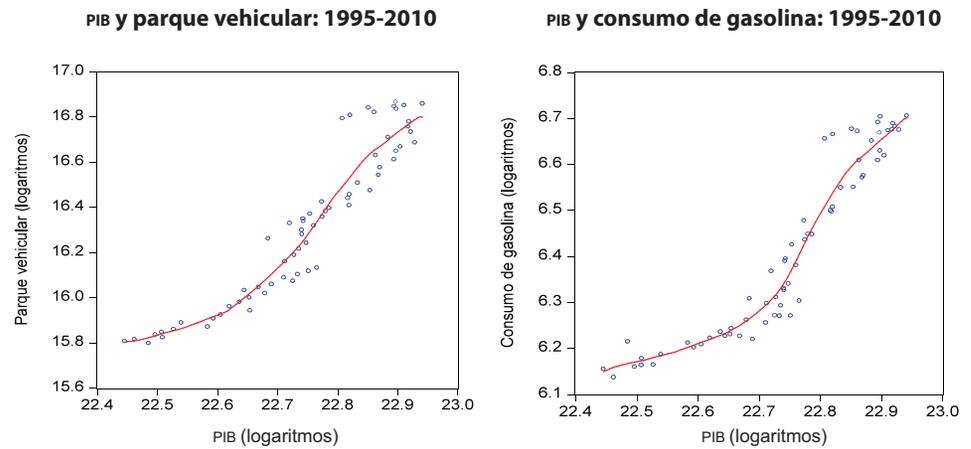
El aumento en los precios, tanto de las gasolinas como del diesel, en México no reflejan los movimientos de dichos productos en los mercados internacionales, esto se debe a que dichos precios es-

GRÁFICA 30  
Consumo de gasolina en México: 1995-2010  
(miles de millones de litros)



Fuente: elaboración propia con datos del Sistema de Información Energética (SIE) <<http://sie.energia.gob.mx/>>.

Gráfica 31

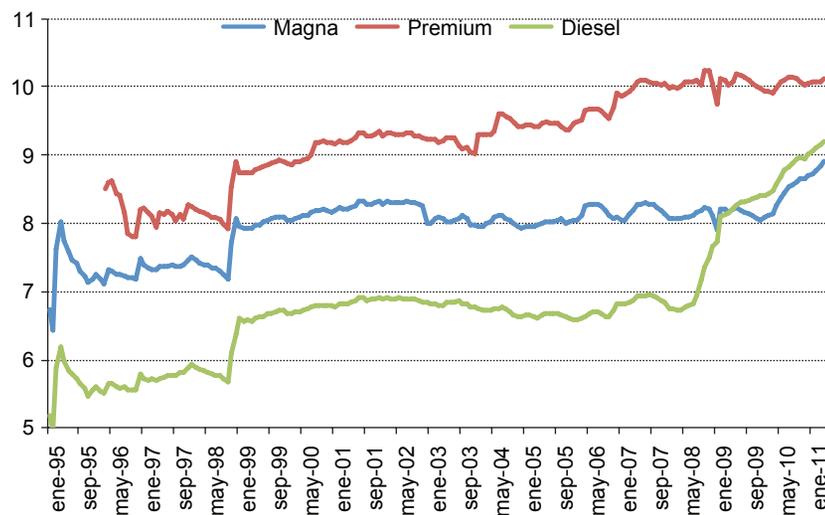


**Nota:** el parque vehicular se refiere al número de automóviles registrados. Datos trimestrales.  
**Fuente:** elaboración propia con datos del SIE <<http://sie.energia.gob.mx/>> y del INEGI.

tán controlados por el Gobierno Federal ya que son determinados por una serie de disposiciones legales y administrativas (SENER, 2010) que facultan a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) para establecer y revisar los precios y tarifas, o bien, establecer las bases para fijarlos, tomando en consideración la postura de la Secretaría de Economía y de las dependencias correspondientes.

La política de precios se establece con el objetivo de emitir señales económicas apropiadas a través de mecanismos de precios y que reflejen los costos de oportunidad en una economía abierta, de manera que simulen condiciones de mercado en un entorno de monopolio estatal. Asimismo, cumple con mantener un mecanismo de fijación de precios que brinde una respuesta rápida a las condiciones de oferta y

GRÁFICA 32  
**Precio real de las gasolinas y el diesel**  
*(Pesos de 2010 por litro)*



**Nota:** los precios de las gasolinas fueron divididos entre el Índice Nacional de Precios al consumidor.

**Fuente:** elaboración propia con datos del SIE <<http://sie.energia.gob.mx/>> y del Banco de México.

demanda y logre una transparencia en la integración de los precios (SENER, 2010).

Los precios de las gasolinas y del diesel se fijan en dos etapas, en la primera se establecen los precios del productor y en la segunda se fijan los precios de venta al público. Los precios al productor buscan reflejar el precio del producto en el mercado internacional, ajustado, en caso de ser necesario, por las diferencias de cali-

dad y por la logística del transporte. La utilización de los precios de referencia del mercado internacional tienen como objetivo evitar que Pemex actúe como monopolio, asimismo ayudan a realizar una medición de su desempeño económico y maximizar sus utilidades en un entorno competitivo (SENER, 2010). Los precios al productor se fijan utilizando las siguientes referencias:

CUADRO 5 Referencias para fijar los precios al productor	
Producto	Referencia
Gasolina Pemex Magna	Unleaded Regular-87
Gasolina Pemex Premium	Unleaded Regular-87/Unleaded Premium 93
Pemex Diesel	Fuel Oil # 2 Low Sulphur

**Nota:** las referencias empleadas son de la Costa Norteamericana del Golfo de México.

**Fuente:** SENER, 2010.

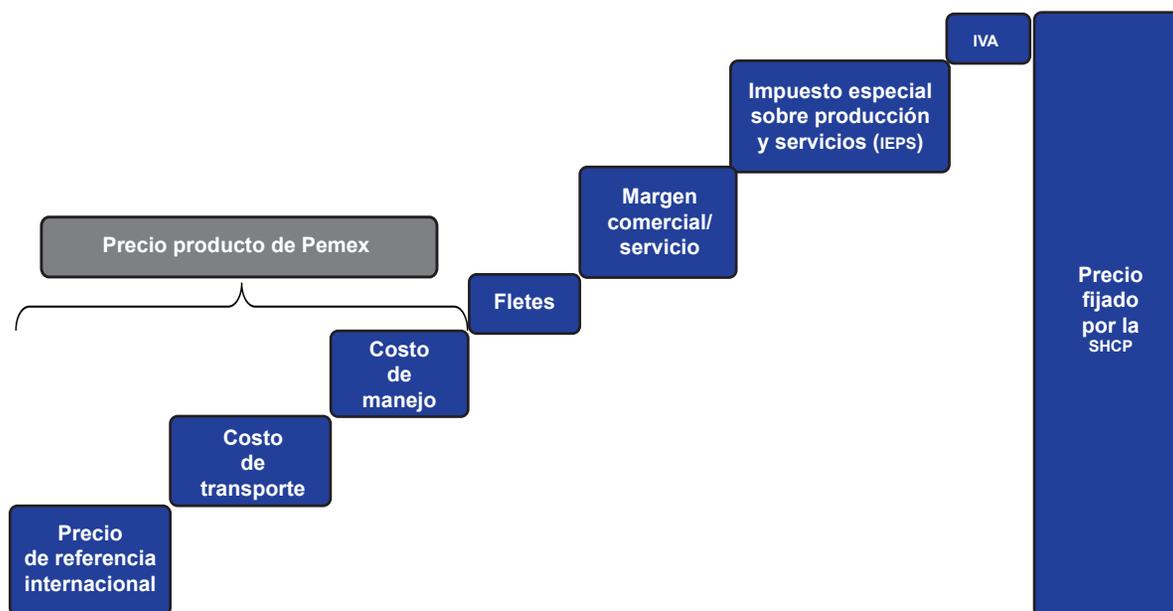
En la segunda etapa, se establecen los precios de venta final los cuales son administrados. El precio al público se compone del precio al productor, los costos de transporte, el margen comercial o ganancia de los franquiciatarios, el IEPS y el IVA (SENER, 2010). De esta manera, los precios de las gasolinas y del diesel se componen de los siguientes elementos reportados en el Cuadro 6 y la Figura 3:

La tasa del IVA aplicada al consumo de gasolina y del diesel es de 11% para las regiones fronterizas y de 16% para el resto del país (véase Ley del Impuesto al Valor Agregado). La tasa del IEPS, por el contrario, no es fija. Ésta puede ser positiva o negativa, es decir, constituye un impuesto o un subsidio dependiendo de la relación entre los precios de referencia y los precios domésticos. El IEPS se compone de dos

CUADRO 6 Componentes de los precios de los petrolíferos			
	Pemex Magna	Pemex Premium	Diesel
<i>Precio productor</i>			
Precio de referencia	X	X	X
Ajuste por calidad	X	X	X
Transporte	X	X	X
Manejo	X	X	X
<i>Precio al público</i>			
Precio productor	X	X	X
Flete/transporte	X	X	X
Margen comercial/servicio	X	X	X
IEPS	X	X	X
IVA	X	X	X

**Fuente:** SENER, 2010.

FIGURA 3  
Componentes del precio de la gasolina



Fuente: elaboración propia basado en el Cuadro 6. El diseño está basado en Haro e Ibarrola 1999.

impuestos, el primero, que determina el signo de la recaudación, consta de una tasa relacionada con el precio de referencia (Artículo 2-A, Fracción I de la Ley del IEPS), y el segundo consta de una cuota fija al precio (Artículo 2-A, Fracción II de la Ley del IEPS).

El primer componente del IEPS se cobra aplicando la tasa mensual que publica la SHCP para la venta final de gasolina y diesel. La tasa varía mes con mes en función del precio *spot* de referencia (véase Recuadro 1). La recaudación por este impuesto está inversamente relacionada al precio del petróleo crudo en los mercados internacionales y a la evolución de los precios de las gasolinas en los mercados de referencia. El importe del IEPS, por tanto, puede interpretarse como el diferencial entre el precio de referencia y el precio máximo al público establecido para el mercado interno (SENER, 2010).

Dependiendo de la diferencia entre el precio interno y el precio de referencia, se pueden observar tres posibles escenarios de recaudación:

- Los precios de referencia son iguales a los precios al público. En este caso la tasa del IEPS será cero.
- Los precios de referencia son menores a los precios al público. En este caso la tasa del IEPS será positiva.
- Los precios de referencia son mayores a los precios al público. En este caso la tasa del IEPS será negativa.

Dichos escenarios se muestran en el diagrama 1.

La cuota fija, que es el segundo impuesto integrante del IEPS, fue aprobada en 2007 por el Congreso de la Unión (véase DOF, 2007, sec. 1), consiste en una tarifa a la venta final al público, que es de 36 centavos por litro de gasolina Magna, de 43.92 centavos por litro de gasolina Premium, y de 29.88 centavos por litro de diesel, aplicado de manera mensual y acumulativa, en 1/18 del total para cada caso. A partir del 2012 las cuotas se reducirán en 9/11, por lo cual la Magna pagará 6.54 centavos por litro, la Premium 7.98 y el diesel 5.43 (véase fracción tercera del artículo sexto de la Ley del IEPS). Este impuesto intenta contrarrestar el subsidio generado por el primer componente del

RECUADRO 1  
**Establecimiento de la tasa del IEPS**  
**(Artículo 2-A, Fracción I de la Ley del IEPS)**

La tasa aplicable al consumo de gasolinas o diesel se calcula mensualmente de la siguiente manera:

1. Estimación del precio del productor. El precio del productor se construye a partir del precio de referencia ajustado por calidad, de ser necesario. A dicho precio se adiciona el costo de manejo y el costo neto de transporte, sin incluir el IVA. Es decir:

$$PP = PR + CM + CNT \quad R.1$$

Donde PP es precio del productor, PR precio de referencia, CM costo de manejo y CNT costo neto de transporte.

2. Al margen comercial se agregan los costos netos de transporte del combustible de la agencia de ventas correspondiente, sin incluir el IVA.

$$CV = MC + CNTV \quad R.2$$

Donde CV es el costo del vendedor, MC es el margen comercial y CNTV es costo neto de transporte en que incurre el vendedor final.

3. Se multiplicará el precio de venta final de las gasolinas y el diesel por un factor de 0.9091 cuando la tasa del IVA sea de 11% (región fronteriza) y por 0.8696 cuando la tasa del IVA sea de 16% (resto del país).

$$PVF^* = 0.9091 * PVF \text{ si el IVA es 11\%} \quad R.3a$$

$$PVF^* = 0.8696 * PVF \text{ si el IVA es 16\%} \quad R.3b$$

Donde PVF\* es el precio de venta final ajustado y PVF es el precio de venta final.

4. Al precio de venta final ajustado, obtenido en el paso 3, se le resta los montos relativos al precio del productor (paso 1) y el monto relativo al costo del vendedor (paso 2). El resultado se divide por el precio del productor y se multiplica por 100. El resultante es la tasa del IEPS aplicable.

$$IEPS = [(PVF^* - PP - CV) * 100] / PP \quad R.4$$

La tasa del IEPS es, por tanto, la diferencia entre el precio de venta final ajustado, o antes de IVA, y el precio al productor ajustado por los costos de venta. Utilizando la ecuación R.1, la tasa del IEPS puede reescribirse en términos del precios de referencia de la siguiente manera:

$$IEPS = [(PVF^* - \{PR + CM + CNT + CV\}) * 100] / PP \quad R.5$$

Lo que muestra que el IEPS se determina mediante la diferencia entre el precio de venta antes del IVA y el precio de referencia ajustado por los costos de manejo y transporte, así como por los costos de venta.

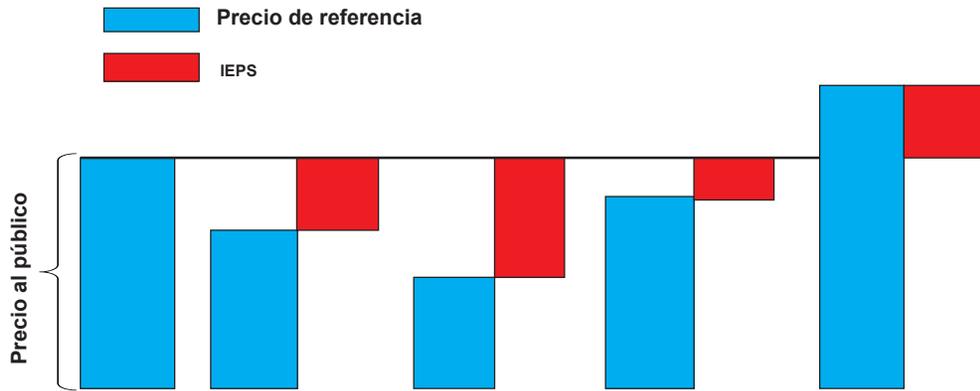
**Fuente:** elaboración propia a partir de la Ley del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios.

IEPS, el cual ha sido persistente desde 2006 (Gráfica 33).

Resulta, entonces, fundamental el diferencial entre los precios internos y los precios de referencia, que son un indicativo de la magnitud del impuesto o subsidio. En el caso de las gasolinas, el diferencial fue negativo para el periodo

1995-2005, lo que implicó un impuesto a los consumidores, sin embargo, dicha tendencia se revirtió a partir de 2005 y sobre todo, en 2009, cuando los precios del petróleo aumentaron. En el caso del diesel, el precio interno ha estado por debajo del precio de referencia desde 2004, generando una brecha que alcanzó su máxi-

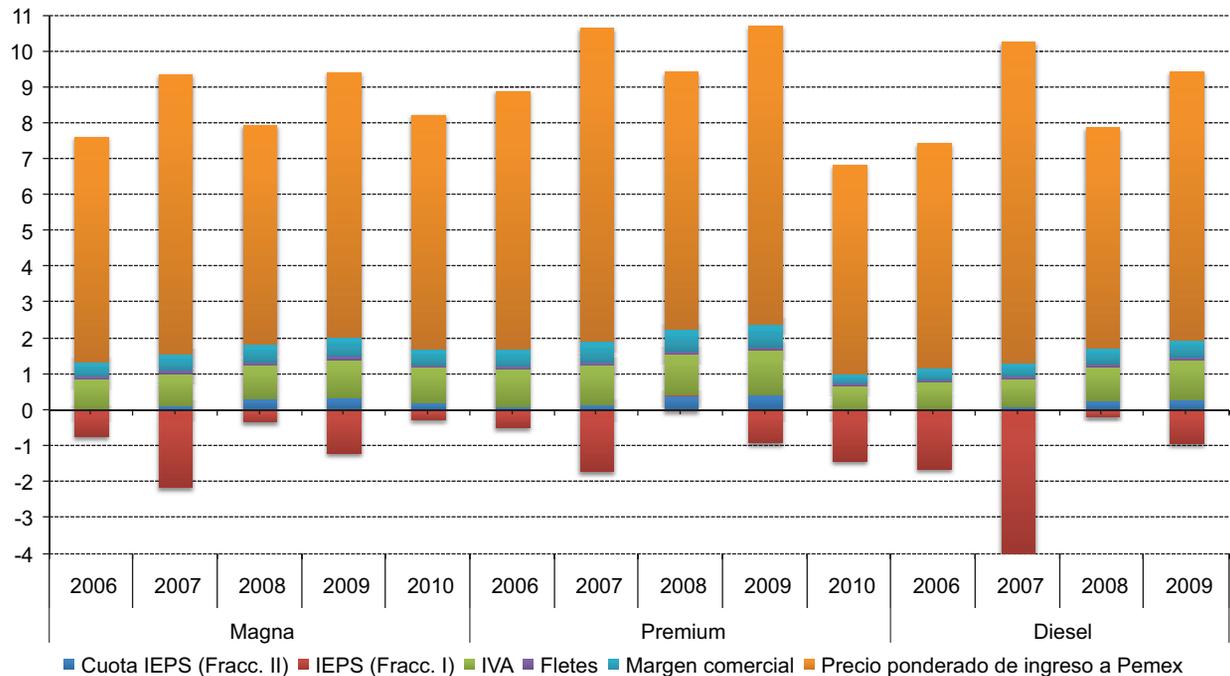
DIAGRAMA 1  
Escenarios del IEPS



Situación 1	Situación 2	Situación 3	Situación 4	Situación 5
No hay IEPS	IEPS positivo			IEPS negativo
Precio de referencia y al público iguales	Precio de referencia menor al precio al público			Precio de referencia mayor al precio al público

Fuente: SENER.

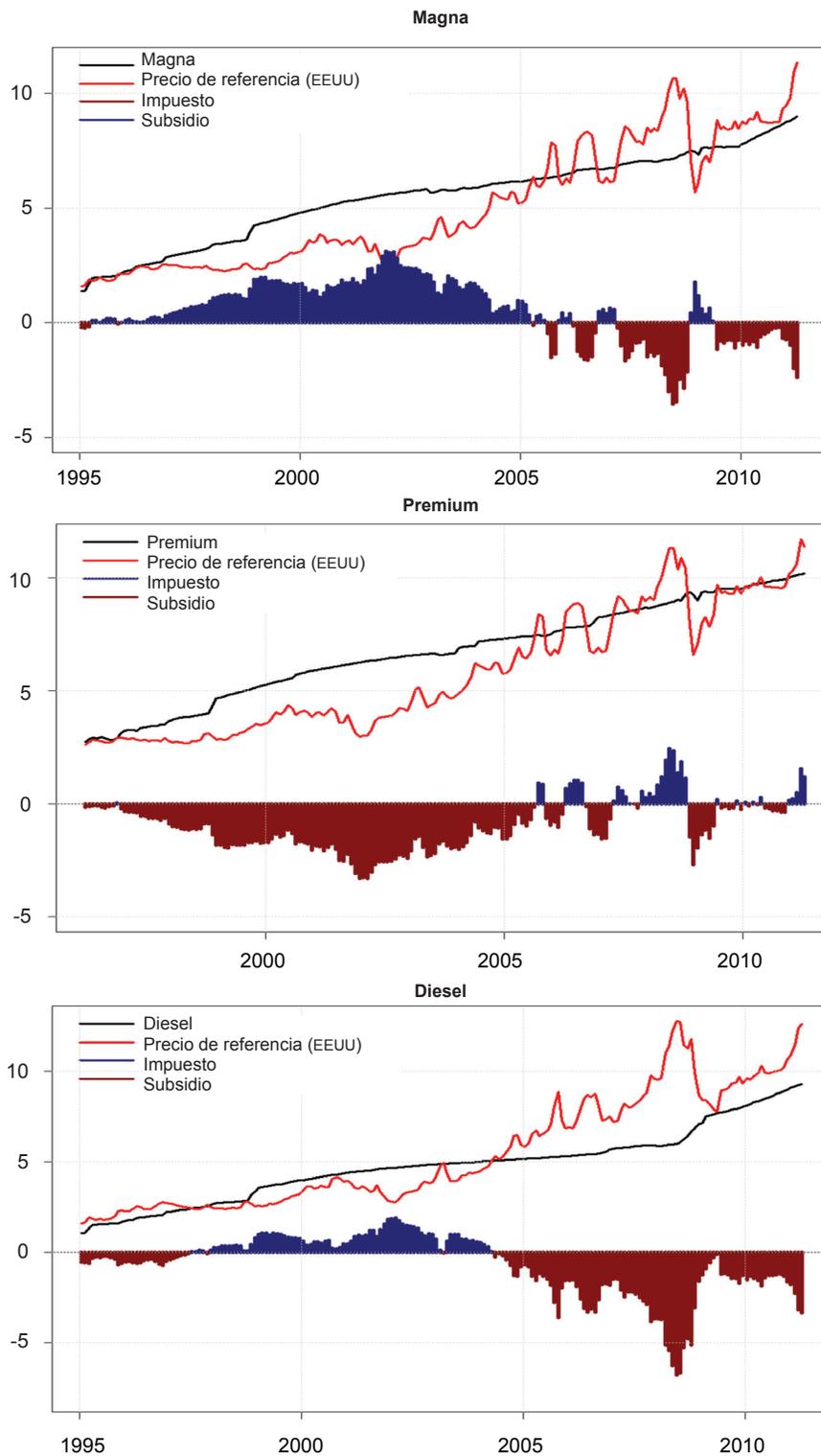
GRÁFICA 33  
Estructura de precios  
(pesos por litro)



Nota: la suma de los componentes es el precio de venta.

Fuente: elaboración propia con datos del Sistema de Información Energética (SIE) <http://sie.energia.gob.mx/>

GRÁFICA 34  
**Precios de las gasolinas y el diesel**  
*(pesos por litro)*



**Nota:** los precios de las gasolinas de Estados Unidos fueron transformados a pesos utilizando la cotización promedio del tipo de cambio peso por dólar para solventar obligaciones denominadas en moneda extranjera.

**Fuente:** elaboración propia con datos del SIE <<http://sie.energia.gob.mx/>> y del Banco de México. Los precios de referencia se obtuvieron de la Energy Information Administration.

mo en el periodo mayo-julio de 2008 cuando el precio externo fue más del doble que el precio interno.

El monto total del impuesto/subsidio generado a partir de la tasa variable del IEPS se obtiene al multiplicar el diferencial de precios (domésticos menos el de referencia) a los litros totales de combustibles consumidos, es decir:

$$\text{Impuesto}_i = (p_i^{\text{mex}} - p_i^{\text{ref}}) * \text{Litros}_i$$

$$\text{si } (p_i^{\text{mex}} - p_i^{\text{ref}}) > 0$$

$$\text{Subsidio}_i = (p_i^{\text{mex}} - p_i^{\text{ref}}) * \text{Litros}_i$$

$$\text{si } (p_i^{\text{mex}} - p_i^{\text{ref}}) < 0$$

para  $i = \{\text{Magna, Premium, Diesel}\}$

Donde  $p_i^{\text{mex}}$  es el precio doméstico del combustible  $i$ ,  $p_i^{\text{ref}}$  es el precio de referencia del combustible  $i$  y  $\text{Litros}_i$  es el número de litros consumidos del combustible  $i$ . De este modo, el subsidio comenzó a par-

tir de 2006, cuando alcanzó los cincuenta mil millones de pesos a precios de 2010, alcanzando un máximo en 2008 de 235 mil millones. Para 2009, la cuota fija del IEPS más que compensar la brecha de precios, de hecho se recaudaron 3 mil millones de pesos, sin embargo, para 2010, la creciente brecha entre los precios internos y los internacionales generó nuevamente una transferencia hacia los consumidores a pesar del aumento de la recaudación a través de la cuota fija (Cuadro 7). Es relevante notar que, para 2008, el déficit del sector público en México representó 0.1% del PIB, mientras que la transferencia del IEPS a gasolinas y diesel representó 1.8% del PIB para el mismo año.

El consumo de gasolina en México, según la Encuesta Ingreso Gasto de los Hogares 2008, es altamente progresivo. Alrededor de 67% del gasto se concentra en 30% de los hogares con mayores ingresos, mientras que los tres primeros deciles

CUADRO 7  
Recaudación por concepto del IEPS  
(Millones de pesos de 2010 y % del PIB)

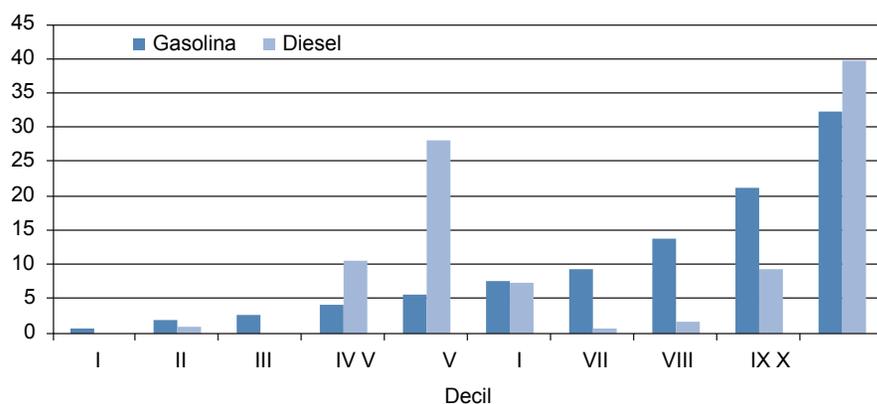
Año	IEPS de gasolinas y diesel	Artículo 2-A Fracción I	Artículo 2-A Fracción II	IEPS de gasolinas y diesel	Artículo 2-A Fracción I	Artículo 2-A Fracción II
1995	57 808	NA	NA	0.8	NA	NA
1996	53 320	NA	NA	0.7	NA	NA
1997	77 616	NA	NA	0.9	NA	NA
1998	117 276	NA	NA	1.4	NA	NA
1999	148 199	NA	NA	1.6	NA	NA
2000	102 967	NA	NA	1.0	NA	NA
2001	129 871	NA	NA	1.3	NA	NA
2002	158 143	NA	NA	1.6	NA	NA
2003	118 697	NA	NA	1.2	NA	NA
2004	68 718	NA	NA	0.6	NA	NA
2005	18 936	NA	NA	0.2	NA	NA
2006	-50 589	NA	NA	-0.4	NA	NA
2007	-55 809	-55 809	0	-0.4	-0.4	NA
2008	-235 914	-242 535	6 621	-1.8	-1.8	0.1
2009	3 353	-15 848	19 200	0.03	-0.1	0.2
2010	-56 298	-77 162	20 864	-0.4	-0.6	0.2

**Nota:** los datos fueron deflactados utilizando el INPC.

**Fuente:** elaboración propia con datos de la Dirección General Adjunta de Estadística de la Hacienda Pública. Unidad de Planeación Económica de la Hacienda Pública.

GRÁFICA 35

### Distribución del gasto en gasolinas y diesel por hogares (porcentaje)



**Fuente:** SHCP (2010), Distribución del pago de impuestos y recepción del gasto público por deciles de hogares y personas. Resultados para el año 2008.

solamente concentran 5.6%. Por otro lado, alrededor de la mitad del consumo de diesel está concentrado en los dos últimos deciles, mientras que el cuarto y el quinto concentran 40% (Gráfica 35).

Dada la distribución en el gasto de combustibles, los deciles más altos constituyen el segmento de población más beneficiado de la transferencia derivada del IEPS. El apoyo directo, por tanto, es regresivo ya que 20% de la población con mayores ingresos reciben más de 50% del monto total del apoyo (Gráfica 36). Asimismo, es importante destacar que los países fronterizos también pueden resultar beneficiados de esta transferencia (SHCP, 2011).

Las ventas del sector eléctrico crecieron a una tasa promedio anual de 3.9% entre 1980-2008<sup>19</sup> y a partir de 2000, el ritmo de crecimiento anual promedio se redujo a 1.8% hasta el 2009 (SENER, 2010).<sup>20</sup>

<sup>19</sup> La tasa de crecimiento anual promedio para el período de 1992-1999 fue de 5.82%.

<sup>20</sup> Dada la estructura demográfica de la población, se esperan incrementos muy importantes en la demanda de electricidad, inclusive considerando escenarios moderados de crecimiento económico, la demanda de energía eléctrica aumentará por encima del PIB. Esto tiene consecuencias importantes para los hacedores de políticas públicas, en efecto, obliga a incrementar con rapidez la capacidad de generación, así como a modernizar la estructura y ampliar los sistemas de transmisión y distribución (Díaz y Romero, 2007; Carreón, 2010).

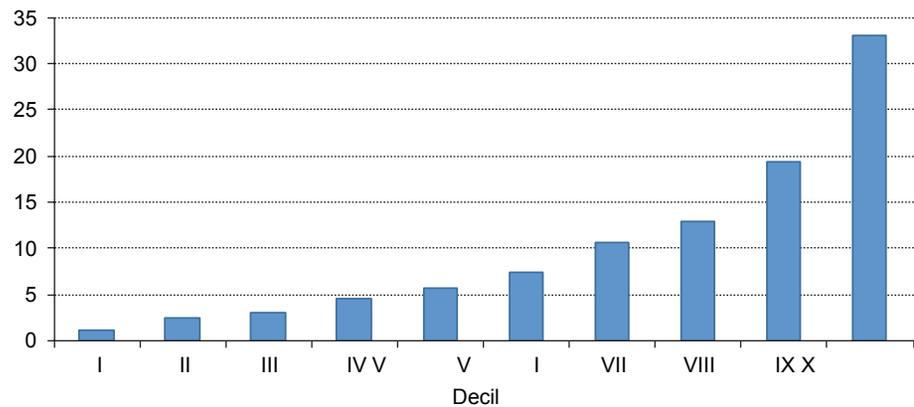
Los sectores industrial y residencial fueron los sectores con mayor consumo de electricidad con alrededor de 83% del total de las ventas internas sectoriales. Los sectores comercial, de servicios y agrícola presentan una participación en la estructura del mercado interno de 7.39%, 4.28% y 5.09%, respectivamente (Gráfica 37). Un aspecto destacable es que en los últimos años la participación del sector industrial en el total de las ventas ha disminuido, esto es, su participación relativa disminuyó de 60% en 2000 a 56% en 2009. Por el contrario, la participación del sector residencial creció pasando de 23% en 1999 a 27% en 2009 (Gráfica 37) (Carreón y Dardati, 2008).

El mercado eléctrico se compone de cuatro sub-mercados, que son la generación, la transmisión, la distribución y la comercialización.<sup>21</sup> Actualmente, dada la tecnología disponible y el tamaño de mercado, la generación de electricidad y de comercialización son consideradas actividades potencialmente competitivas, por el contrario, actividades como la transmisión y la distribución presentan carac-

<sup>21</sup> La transmisión se realiza a través de líneas y subestaciones que conducen la energía desde las centrales generadoras hasta los centros de consumo, para su distribución entre los usuarios finales. La comercialización es el proceso de medir, facturar y cobrar la energía eléctrica consumida.

GRÁFICA 36

### Distribución de la transferencia del IESP de la gasolina y el diesel por hogares (porcentaje)



Fuente: SHCP (2011), *Presupuesto de gastos fiscales*.

terísticas de monopolios naturales (Carreón, 2010). Las tarifas<sup>22</sup> para el suministro y venta de energía eléctrica se clasifican de acuerdo con su uso, nivel de tensión, región y estación del año.<sup>23</sup> Las tarifas del sector eléctrico se dividen en cinco categorías principales: servicio doméstico, servicio temporal, servicio para alumbrado público, servicio para el bombeo de aguas potables o negras, servicio agrícola y servicios generales (SENER, 2011). El monto de los cargos se establece de acuerdo con el costo para cada etapa del proceso de producción de la electricidad, por medio de dos criterios (Carreón y Dardati, 2008). El primero, es la metodología de costos marginales a largo plazo, que se utiliza para las tarifas industriales. El segundo es el criterio de costos contables, que se aplica al resto de las tarifas eléctricas. Todas las tarifas eléctricas se encuentran sujetas a ajustes mensuales, con excepción de las tarifas agrícolas, que se

<sup>22</sup> El concepto tarifa se encuentra íntimamente ligado a la figura de la concesión, en virtud de que el Estado otorga a particulares la realización de aquellos servicios públicos que no puede atender en forma directa.

<sup>23</sup> De hecho, la puesta en marcha de tarifas horarias para la industria así como el horario de verano, han generado un cambio en los patrones de consumo que se refleja en la reducción de las cargas durante las horas de mayor demanda (SENER, 2010).

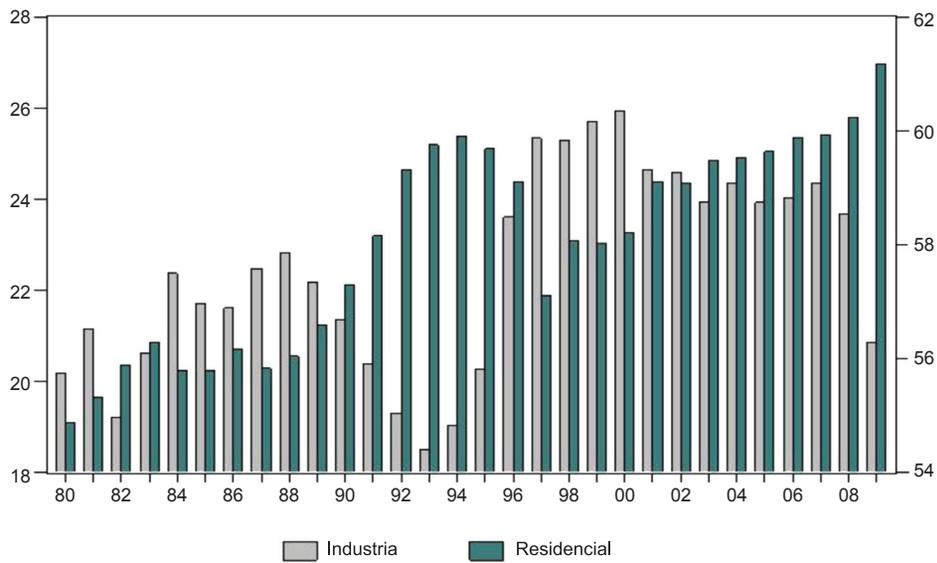
ajustan anualmente. Para el caso de las tarifas generales se ajustan mensualmente con base en la inflación y los precios de los combustibles fósiles empleados en la generación. Las tarifas en México están por debajo de los costos; las proporciones entre la tarifa eléctrica y el costo se pueden apreciar en la Gráfica 38.

Las tarifas para los diferentes consumidores sólo permiten cubrir los costos variables y una parte de la inversión, la diferencia es cubierta por subsidios.<sup>24</sup> En 2009, los subsidios a las tarifas eléctricas ascendieron aproximadamente a 98 mil millones de pesos a precios de 2003 (Cuadro 8). La tarifa del sector doméstico tuvo un subsidio de 61 mil millones de pesos (a precios de 2003) y el sector industrial de cerca de 15 mil millones de pesos (a precios de 2003) (SENER, 2010).

El subsidio al consumo de electricidad residencial en México es regresivo. En 2008, las personas con mayores ingresos reciben un mayor subsidio, esto es, a los últimos tres deciles se destina más de 35% del subsidio eléctrico y poco más de 20% del subsidio eléctrico se destina a los primeros tres deciles, lo cuales en algunos casos no tienen acceso a luz eléctrica (SHCP, 2010).

<sup>24</sup> Los subsidios son financiados mediante una transferencia contable, conforme a lo dispuesto en el Artículo 46 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica.

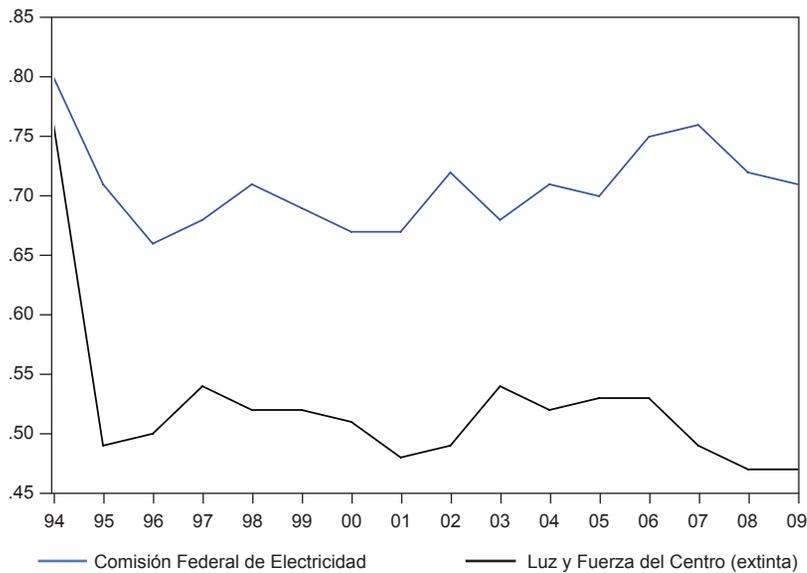
GRÁFICA 37  
**Evolución de la distribución de las ventas internas por sector, 1996-2009**  
*(porcentaje)*



**Nota:** el eje izquierdo de la gráfica corresponde al sector industrial, mientras que el eje derecho corresponde al sector residencial.

**Fuente:** elaboración propia con base en información estadística de la SENER.

GRÁFICA 38  
**Tarifas y relación precio-costo de energía eléctrica por sector de consumo**  
*(pesos/kilowatt-hora)*



**Fuente:** elaboración propia con base en información estadística de la SENER.

CUADRO 8  
Evolución de los subsidios del sector eléctrico en México: 1994-2009  
(millones de pesos a precios de 2003)

Periodo / Sector	Residencial	Industrial	Agrícola	Total
1994	21 007	2 465	3 765	26 371
1995	29 089	9 807	4 965	46 852
1996	33 160	11 300	6 818	54 721
1997	34 054	8 693	6 918	53 368
1998	34 508	9 444	6 469	53 904
1999	36 451	9 616	6 589	56 109
2000	41 437	13 952	7 010	67 169
2001	42 112	16 072	6 357	69 829
2002	40 717	16 393	6 522	69 291
2003	45 984	17 013	6 932	75 788
2004	54 075	16 285	7 330	85 287
2005	56 091	15 284	8 153	86 931
2006	56 964	12 966	7 032	84 930
2007	57 781	13 717	6 540	87 161
2008	77 800	15 977	8 308	103 722
2009	71 104	14 602	7 593	97 879

**Fuente:** elaboración propia con base en información estadística de la SENER.

La evidencia disponible muestra entonces la relevancia que tiene el consumo de gasolinas y electricidad en las emisiones de GEI en México y por tanto en el cambio climático y en las finanzas públicas, como consecuencia de la importancia que tiene la fijación de sus precios al consumo en el subsidio otorgado. De este modo, es posible construir un modelo econométrico que permite simular: la trayectoria del consumo de energía, la trayectoria de emisiones de GEI y su impacto en las finanzas públicas atendiendo a diversas estrategias de impuestos con base en un bloque exógeno de trayectoria del ingreso, de precios relativos y de la tasa impositiva.

Los impuestos verdes<sup>25</sup> al transporte normalmente se aplican al consumo de gasolinas, uso y compra de autos y uso de vialidades.<sup>26</sup> Estos impuestos verdes al

<sup>25</sup> La racionalización de un subsidio es como un impuesto en sentido inverso.

<sup>26</sup> Winston y Shirley (1998) muestran que poner un impuesto a la congestión genera ganancias en el bienestar.

transporte<sup>27</sup> normalmente se justifican atendiendo a las externalidades negativas del transporte en las vialidades,<sup>28</sup> los accidentes de tráfico, los costos de congestión, los costos de contaminación atmosférica, en salud,<sup>29</sup> contaminación de ruido y agua y su contribución al cambio

<sup>27</sup> Existe evidencia que señala que un control sobre las emisiones de los vehículos puede tener efectos regresivos (Walls y Hanson, 1999).

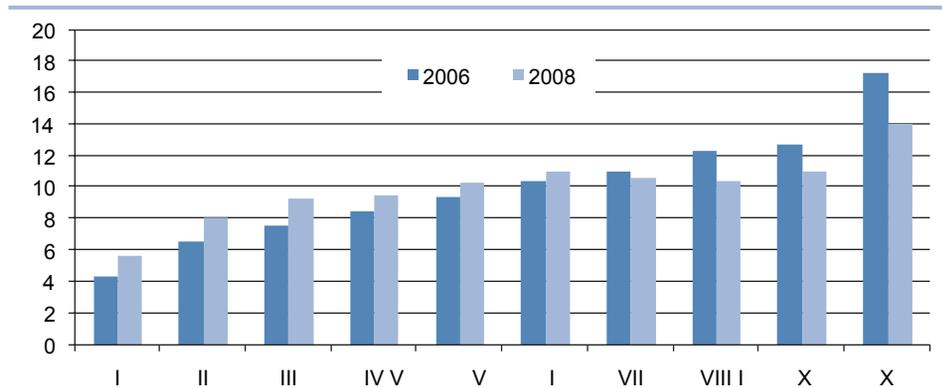
<sup>28</sup> Existen dos opciones para colocar impuestos o cargos sobre el uso de vialidades (Newbery, 2005) que pueden ser incluso complementarias:

1. Imponer un cargo igual a los costos totales de operar la red vial.

2. Imponer un cargo igual a la diferencia entre costo social marginal (MSC) y el costo privado promedio (average private cost -APC-) de utilizar la red vial y donde el primero es mayor por los costos de congestión. Por ejemplo, Keler y Small (1977) estiman la relación entre costos promedio y costos marginales en 1.03 y Kraus (1981a y 1981b) en 1.19.

<sup>29</sup> Por ejemplo, Chay y Greenston (2003) muestran que la reducción de la contaminación atmosférica reduce la tasa de mortalidad infantil.

GRÁFICA 39  
**Distribución del subsidio eléctrico, 2006 y 2008**  
 (porcentaje)



**Fuente:** SHCP (2000 y 2010), Distribución del pago de impuestos y recepción del gasto público por deciles de hogares y personas. Resultados para el año 2006 y 2008.

climático (Newbery, 2005). Existen, desde luego, diversas estimaciones sobre estos costos con variaciones significativas. Por ejemplo, estos costos para la Gran Bretaña y Santiago de Chile se sintetizan en los Cuadros 9 y 10. En ambos casos destaca la

importancia de los costos ambientales que justifican el uso de impuestos verdes aunque no existe una asociación directa entre el impuesto y el daño ambiental, ya que se presentan distintos niveles de emisiones dependiendo del consumo de ga-

CUADRO 9  
**Costos de los usuarios de los caminos y costos externos: Gran Bretaña, 2000**

	£ billones		
<i>Gastos de gobiernos locales y centrales</i>			
Inversión			2.28
Gastos recurrentes			2.6
Costos de accidentes cubiertos por NHS (National Health Service)			0.57
<i>Estimación de varios costos</i>			
	Bajo	Alto	Mediano
Intereses sobre inversiones	3.5	12	7.75
Depreciación/amortización	3	4	3.5
Otros costos de operación	0.5	1	0.75
Total de costos	7	17	12
<i>Costos externos</i>			
Accidentes	0	6	1.5
Contaminación atmosférica			
Partículas	0.6	1.8	1.2
Óxidos nitrógenos	0.1	0.3	0.2
Otros	0.9	3.6	1.8
Cambio climático	0.9	3.6	1.8
Contaminación del agua	0.5	1	0.75
Ruido	0.9	1.7	1.3
Costos ambientales totales	3.1	8.7	5.45

**Fuente:** Newbery (2005), "Road user and congestion charges" en S. Cossen (ed), *Theory and practice of taxation*, Oxford, Oxford University Press.

CUADRO 10

## Estimación de los daños por contaminación en Santiago

Efectos en salud	Efectos en salud		Costo por efecto (miles de dólares)
	Automóviles	Camiones	
Mortalidad aguda	83.1	69.7	1 600
Mortalidad de largo plazo	239.9	199.7	1 600
Admisión a hospitales	332.3	276.7	1.45
Admisiones a salas de emergencia	3 376.8	2 814	0.18
Bronquitis crónica	514.6	428.8	52.7
Bronquitis aguda	876.4	730.3	0.03
Ataques de asma	18693	15 577.5	0.03
Días de trabajo perdidos	157 450	131 320	0.03
Días de actividad restringida y días con síntomas	538 010	448 230	0.01
Costos en salud totales (millones de dólares)	555.6	463.4	
Daños materiales (millones de dólares)	85	73	
Costos totales de la contaminación (millones de dólares)	640.6	536.4	
Fracción de los costos debidos a la mortalidad	0.8	0.8	
Costos totales de la contaminación (millones de dólares/milla)	0.1	0.2	

**Fuente:** Parry y Strand (2011), "International Fuel Tax Assessment: An Application to Chile", IMF Working Papers.

solinas, del tipo de motor y características del auto y de las condiciones del recorrido. Por tanto, existen propuestas alternativas como aplicar un impuesto a la gasolina, a la distancia o al uso de vialidades o del automóvil (Newbery, 2005; Parry y Small, 2005).

Los costos del transporte directamente asociados al cambio climático son muy variados y representan una parte menor en el contexto de los impuestos verdes. En efecto, las estimaciones del impuesto sobre cambio climático para Reino Unido son una parte menor del total del impuesto que tienen actualmente las gasolinas (Cuadro 11). Por ejemplo, un precio de 80 dólares por tonelada de carbono genera un impuesto de 0.07 dólares por litro (Newbery, 2005).

En este sentido, la aplicación de un impuesto al consumo de gasolinas exclusivamente por cambio climático implica una tasa pequeña del total de la externali-

dad negativa que ocasiona su consumo. Este impuesto debe sin embargo considerarse en el contexto general de una reforma fiscal verde, como una contribución adicional que permita, en ese contexto, eliminar subsidios perversos a la energía. Esto es, resulta incompleto considerar exclusivamente un impuesto asociado al cambio climático sin considerar el subsidio adicional al consumo de gasolinas y su impacto en su trayectoria general. Por tanto las simulaciones realizadas en este trabajo contemplan tasas impositivas más elevadas que aquellas sugeridas por el precio a la tonelada de carbono. Ello además plantea la posibilidad de utilizar parte de los recursos para procesos de adaptación o mitigación asociados al cambio climático.

Los impuestos verdes a la electricidad son consecuencia, fundamentalmente, de las externalidades negativas que ocasiona el uso de combustibles fósiles para la

**CUADRO 11**  
**Peajes por kilómetro y por litro: Gran Bretaña, 2000**

<i>Categoría</i>	<i>Total (millones £)</i>	<i>Centavos por kilómetro</i>	<i>Centavos por litro de petróleo</i>	<i>Centavos por litro de diesel</i>
Impuesto a los combustibles	22 305	4.77	48.8	48.8
Impuesto a los vehículos	5 415	1.16	13	8.9
Total	27 720	5.92	61.8	57.7
Costos de carreteras (peajes)	12 000	2.56	25.2	25.2
Costos por accidente	1 500	0.32	3.2	3.2
Contaminación del aire	1 600	0.34	1.2	6.6
Calentamiento global	1 800	0.38	4.9	4.9
Contaminación del agua	750	0.16	1.6	1.6
Ruidos	1 300	0.28	3.1	2.1
Total (excluyendo los costos de accidentes)	17 450	3.7	36	40.4

**Fuente:** Newbery (2005), "Road user and congestion charges", en S. Cnossen (ed), *Theory and practice of taxation*, Oxford, Oxford University Press

**CUADRO 12**  
**Políticas de impuestos al carbono**

<i>País/Jurisdicción</i>	<i>Fecha de inicio</i>	<i>Tasa de impuesto por tonelada de CO<sub>2</sub> (\$USD)</i>	<i>Ingreso anual</i>	<i>Distribución del ingreso</i>
Finlandia	1990	30.58	\$750 millones	Presupuesto gubernamental acompañado por cortes en los impuestos al ingreso
Holanda	1990	30.32	\$4,819 billones <sup>a</sup>	Reducciones en otros impuestos, programas de mitigación climática
Noruega	1991	16.18 a 62.75	\$900 millones	Presupuesto gubernamental
Suecia	1991	Tasa estándar de 106.51 y de 23.41 en la industria	\$3.65 billones	Presupuesto gubernamental
Dinamarca	1992	16.67	\$905 millones	Subsidios ambientales y retornos a la industria
Boulder (EEUU)	2007	12.19-13.21	\$846 885	Programas de mitigación climática
Quebec (Canadá)	2007	3.25	191 millones	Programas de mitigación climática
British (Canadá)	2008	4.77 anualmente hasta 28.64 en 2012	\$292 millones	Reducción en otros impuestos
BAAQMD (California)	2008	0.046 <sup>b</sup>	\$1.1 millón (esperado)	Programas de mitigación climática
Francia	Propuesto	25.14	\$4.499 billones (esperado)	Reducción en otros impuestos
CARB (California)	Propuesto	0.157 en el año fiscal 2010-2011, cayendo a 0.09 dólares en 2014 <sup>c</sup>	\$63.1 millones en 2010-2013; \$36.2 millones iniciando en 2014, esperado	Programas de mitigación climática

**Notas:** <sup>a</sup> Los ingresos en Holanda corresponden a todos los impuestos relacionadas con el medio ambiente, de los cuales los impuestos al carbono son la clara mayoría. <sup>b, c</sup> Corresponden al impuesto por tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente. BAAQMD: Bay Area Air Quality Management District y CARB: Bay Area Air Quality Management District.

**Fuente:** adaptado de Sumner, Bird y Smith (2009).

CUADRO 13

Impuesto al CO<sub>2</sub> y equivalencias al consumo de gasolina y diesel

País/jurisdicción	Por tonelada de CO <sub>2</sub> (\$USD)	Litro de gasolina (US\$)	Litro de diesel (US\$)
Finlandia	30.48	0.06	0.07
Holanda	20.32	0.04	0.05
Noruega	16.18	0.03	0.04
Noruega	62.75	0.12	0.14
Suecia	106.51	0.21	0.24
Suecia	23.41	0.05	0.05
Dinamarca	16.67	0.03	0.04
Boulder (EEUU)	13.21	0.03	0.03
Quebec (Canadá)	3.25	0.01	0.01
British (Canadá)	9.70	0.02	0.02
BAAQMD (California)	0.05 <sup>b</sup>	0.0001	0.0001
Francia	25.14	0.05	0.06
CARB (California)	0.16 <sup>c</sup>	0.0003	0.0004

**Notas:** Las equivalencias del impuesto por tonelada de CO<sub>2</sub> al consumo de gasolina se realizó utilizando un factor de emisión de 8.8 kilogramos de CO<sub>2</sub> por galón de gasolina y de 10.1 kilogramos de CO<sub>2</sub> por galón de diesel (Davis, Diegel y Boundy, 2010).

**Fuente:** cálculos propios con base en Sumner et al., 2009 y Davis et al., 2010.

generación eléctrica; ello incluye contaminación. En específico, Parry y Small (2005) estiman que la generación de energía eléctrica con base en carbón debería tener un impuesto de entre 25 y 17.5 euros por tonelada de carbono debido a sus consecuencias en el cambio climático. Sin embargo, es poco común gravar la generación eléctrica por temor a dañar la competitividad de la economía o el comercio de electricidad entre países (Barde y Braathen, 2005). De este modo, los impuestos verdes a la electricidad se concentran en su consumo aunque con una alta variabilidad por países, sectores y por tipo de consumidores e incluso en términos de su arreglo institucional (Cuadro 14).

La estrategia impositiva verde a la electricidad se concentra entonces en gravar y/o eliminar o reducir los subsidios que se otorgan al consumo; ello es más común en el consumo residencial e industrial y en menor medida sobre el consumo agrícola o como ya se mencionó sobre la generación de electricidad. Ello desde luego plantea un potencial sesgo a largo plazo. Así, el uso de impuestos verdes sobre el

consumo de gasolinas y de electricidad en México puede tener consecuencias relevantes para reducir sus externalidades negativas, incluidas aquellas referidas al cambio climático, y generar recursos adicionales, en particular, para apoyar los procesos de adaptación y mitigación del cambio climático y también para fortalecer las finanzas públicas en México.

La demanda de gasolina es una demanda derivada de las necesidades de transporte de la población y puede modelarse como la demanda de cualquier otro bien normal. Así, la demanda de gasolinas ( $cg_i$ ) es función del gasto del agente económico, aproximado por su ingreso ( $y_i$ ), de los precios relativos de la gasolina ( $pg_i$ ) y del conjunto de bienes y servicios sustitutos y otros factores adicionales ( $X_{it}$ ) (Dahl, 2011; Sterner, 2007):

$$cg_i = \beta_0 + \beta_1 y_i + \beta_2 pg_i + \sum_{i=3}^k \beta_i X_{it} + u_t \quad (1)$$

La evidencia internacional sobre las estimaciones econométricas disponibles sobre la ecuación (1) se sintetiza en el Gráfica 40 y muestra que la demanda de gasolina es sensible al ingreso mientras que

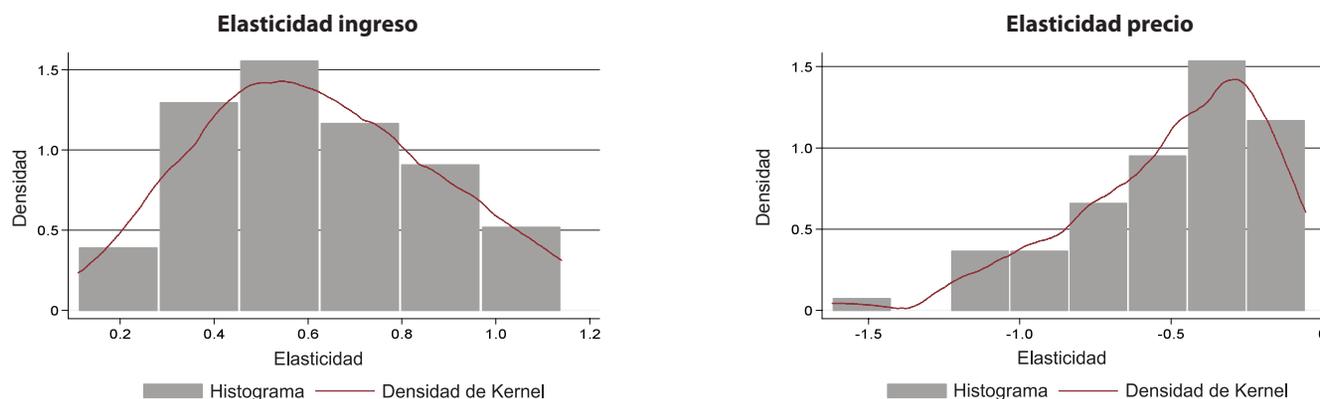
CUADRO 14

## Tasas impositivas sobre el consumo eléctrico

<i>País</i>	<i>Nombre</i>	<i>Base del impuesto</i>	<i>Precio nacional</i>	<i>Precio euro</i>
<b>Alemania</b>	Impuestos sobre electricidad	Autobuses y ferrocarril	11.42 €/MWh	11.42 €/MWh
	Impuestos sobre electricidad	Manufactura, industria, agricultura y silvicultura	12.30 €/MWh	12.30 €/MWh
	Impuestos sobre electricidad	Almacenamiento	12.30 €/MWh	12.30 €/MWh
	Impuestos sobre electricidad	Tasa de impuesto regular	20.50 €/MWh	20.50 €/MWh
<b>Austria</b>	Impuesto sobre la energía	Consumo de electricidad	15 €/MWh	15 €/MWh
<b>Bélgica</b>	Impuesto sobre la energía	Electricidad de baja tensión	1.36 €/MWh	1.36 €/MWh
<b>Dinamarca</b>	Impuesto sobre CO <sub>2</sub>	Electricidad	0.06 DKK/kWh	0.01 €/kWh
	Impuesto sobre electricidad	Consumo de electricidad para calefacción y otros usos	0.66 DKK/kWh	0.09 €/kWh
	Impuesto sobre electricidad	Consumo de electricidad para otros usos	0.73 DKK/kWh	0.10 €/kWh
<b>Finlandia</b>	Impuestos especiales sobre combustibles y electricidad	Hogares, sectores agrícola y servicios	0.02 €/kWh	0.02 €/kWh
	Impuestos especiales sobre combustibles y electricidad	Minería, manufactura e invernaderos	0.01 €/kWh	0.01 €/kWh
<b>Francia</b>	Impuesto sobre la energía	Hogares	0.0074 €/kWh	
<b>Italia</b>	Impuesto adicional a la electricidad	Propiedades que no sean viviendas	0.02 €/kWh	0.02 €/kWh
	Impuesto adicional a la electricidad	Industria	0.01 €/kWh	0.01 €/kWh
	Impuesto adicional a la electricidad	Hogares	0.02 €/kWh	0.02 €/kWh
	Impuesto a la electricidad (Estado)	Industria	3.10 €/MWh	3.10 €/MWh
	Impuesto a la electricidad (Estado)	Hogares	4.70 €/MWh	4.70 €/MWh
<b>Holanda</b>	Fiscalía Reguladora de Energía	Consumo de electricidad hasta 10 000 kWh por año	0.07 €/kWh	0.07 €/kWh
	Fiscalía Reguladora de Energía	Consumo de electricidad entre 10 000 kWh y 50 000 kWh al año	0.03 €/kWh	0.03 €/kWh
	Fiscalía Reguladora de Energía	Consumo de electricidad entre 50 000 kWh y 10 millones kWh	0.01 €/kWh	0.01 €/kWh
<b>Noruega</b>	Impuesto sobre electricidad	Consumo general	0.11 NOK/kWh	0.01 €/kWh
	Impuesto sobre electricidad	Consumo reducido	0.00 NOK/kWh	0.00 €/kWh
<b>España</b>	Impuesto sobre actividades dañinas al medio ambiente	Producción de energía nuclear	1.50 €/MWh	1.50 €/MWh
	Impuesto sobre electricidad	Hogares*	0.0025 €/kWh	
	Impuesto sobre electricidad	Industria	0.0056 €/kWh	
<b>Suecia</b>	Impuesto sobre electricidad	Algunos estados	0.19 SEK/kWh	0.02 €/kWh
	Impuesto sobre electricidad	Manufactura y comercial	0.01 SEK/kWh	0.00 €/kWh
	Impuesto sobre electricidad	Otros consumos	0.28 SEK/kWh	0.03 €/kWh
	Impuestos para la reducción de residuos nucleares	Producción de energía nuclear	0 - 0.012 SEK/kWh	0 - 0.0013 €/kWh
<b>Reino Unido</b>	Impuesto a combustibles no fósiles	Producción de electricidad	0.7% del precio	0.7% del precio
	Impuestos sobre el cambio climático	Consumo ordinario	4.85 GBP/MWh	5.65 €/MWh
	Impuestos sobre el cambio climático	Consumo reducido	1.68 GBP/MWh	1.95 €/MWh
<b>Japón</b>	Impuestos para el desarrollo de recursos energéticos	Consumo de electricidad	375.00 JPY/MWh	3.23 €/MWh

Fuente: elaboración propia a partir de la información de la OCDE <<http://www2.oecd.org/ecoinst/queries/index.htm>>.

## Distribución de las elasticidades a largo plazo de la demanda de gasolina



Fuente: elaboración propia.

es poco sensible a los precios relativos. Esto es, la media de la elasticidad ingreso se ubica en 0.60 mientras que la elasticidad precio es -0.43. De este modo, la trayectoria del PIB es fundamental para explicar la trayectoria del consumo de gasolinas y, por el contrario, los cambios de precios relativos dentro de rangos razonables inciden en menor medida aunque pueden tener una importante capacidad recaudatoria.

Asimismo, existe evidencia de que otros factores son relevantes para determinar la demanda de gasolinas tales como la evolución de la flota vehicular, los estándares de emisiones y de eficiencia vehicular, la densidad urbana, el precio de los autos y el costo agregado de utilizar el automóvil (Baltagi y Griffin, 1983; Dahl, 1986; Dahl y Sterner, 1991 y 1991a; Sterner y Dahl, 1992; Graham y Glaister, 2002; Basso y Oum, 2007; y Dahl, 2011). En este sentido, existe evidencia relevante que permite asociar el consumo de gasolina a la evolución de la trayectoria vehicular. De este modo, es posible buscar construir un modelo simultáneo que interrelacione el consumo de gasolina y la trayectoria de la flota vehicular ( $pv_t$ ). Así, se especificó el siguiente modelo econométrico:<sup>30</sup>

$$cg_t = \beta_0 + \beta_1 y_t + \beta_2 pg_t + \beta_3 pv_t + u_t \quad (2)$$

<sup>30</sup> Las variables se encuentran en logaritmos.

De la misma manera, se especificó un modelo para el consumo de diesel que incluye el parque vehicular de los autos con motores a diesel, aproximado por los camiones para pasajeros, así como los camiones y camionetas de carga registrados en circulación:

$$cd_t = \beta_0 + \beta_1 y_t + \beta_2 pd_t + \beta_3 pvd_t + u_t \quad (3)$$

La demanda de electricidad para sus distintos usos puede también modelarse como la demanda de cualquier otro bien normal (Deaton y Muellbauer, 1980; Varian, 1992); esto es, como función del gasto del agente económico, aproximado por su ingreso, y de los precios relativos de la electricidad del conjunto de bienes y servicios sustitutos (Fisher y Kaysen, 1962; Houthakker *et al.*, 1973; Taylor, 1975; Berndt y Samaniego, 1984; Dahl, 1993; Li y Maddala, 1994; Maddala *et al.*, 1997; Al-Faris, 2002; De Vita *et al.*; 2006; O'Ryan, 2008):

$$elec_t = \beta_0 + \beta_1 y_t + \beta_2 pelec_t + \beta_3 x_t + u_t \quad (4)$$

Donde  $elec_t$  es la demanda de electricidad,  $y_t$  es el ingreso,  $pelec_t$  son los precios relativos de la electricidad y  $x_t$  son otros determinantes de la demanda de electricidad. Las letras en minúsculas simbolizan el logaritmo natural de las series.

La demanda de electricidad distingue entre sectores o por nivel de ingresos; por ejemplo, el consumo residencial

(Houthakker *et al.*, 1973; Halvorsen, 1975; Archibald *et al.*, 1982; Bernard *et al.*, 1987; Westley, 1989; Al-Qudsi, 1989; Ang, 1992; Barnes *et al.*, 1992; Bernard, 1996; Silk y Joutz, 1997; Filippini, 1999; García, 2000; Akmal y Stern, 2001; Hondroyannis, 2004; Holtedahl y Joutz, 2004; Narayan y Smyth, 2005; Benavente *et al.*, 2005; Dergiades y Tsoulfidis, 2008; Ziramba, 2008; Sa'ad, 2009; Rehman *et al.*, 2010; Lee y Lee, 2010; Wasantha y Wilson, 2010; Eskeland y Mideksa, 2010; Lima *et al.*, 2011; Bernard *et al.*, 2011)<sup>31</sup> y el sector industrial (Baxter y Rees, 1968; Uri, 1983; Rushdi, 1984; Ang, 1987; Badri, 1992; Elkhafif, 1992; Dahl, 1993; Balabanoff, 1994; Delfino, 1995; Beenstock *et al.*, 1999; Bose y Shukla, 1999; Bjorner *et al.*, 2001; Fatai *et al.*, 2003; Kamerschen y Porter, 2004; Eltony, 2006; Al-Ghandoor y Samhour, 2009; Cebula y Herder, 2010; Olund, 2010; Chaudhry, 2010; Dilaver y Hunt, 2010). En este sentido, es relevante incluir variables específicas por sectores como la población en el consumo eléctrico residencial.

La evidencia internacional disponible sobre las estimaciones de las elasticidades ingreso y precio de la demanda de energía se sintetiza en la Gráfica 41, donde se observa que, en general, la demanda de energía es sensible al ingreso mientras que es poco sensible a los precios relativos. Esto es, la media de la elasticidad ingreso se ubica en 0.81 mientras que la elasticidad precio es de -0.38.<sup>32</sup>

La base de datos<sup>33</sup> utilizada para construir el modelo econométrico de la demanda de gasolinas es información trimestral de la economía mexicana para el periodo que va del primer trimestre de

1995 al último trimestre de 2010. El consumo de gasolinas ( $cg_t$ ) y el consumo de diesel ( $cd_t$ ) están medidos en millones de litros, el ingreso corresponde al PIB en miles de pesos de 2003, como variable de precios relativos de la gasolina ( $pgas_t$ ) y del diesel ( $pd_t$ ) se utilizan los respectivos precios al público divididos por el Índice Nacional de Precios al Consumidor. La flota vehicular ( $pv_t$ ) se deriva, para el modelo de gasolinas, del número de vehículos particulares de motor registrados en circulación, y como flota de vehículos a diesel ( $pvd_t$ ) se utilizaron los camiones para pasajeros, camiones y camionetas de carga registrados en circulación. Para la demanda de electricidad, la periodicidad de los datos van del primer trimestre de 1982 hasta el cuarto trimestre de 2010 para el sector residencial, y para el sector industrial los datos comienzan en el primer trimestre de 1992. Los datos de consumo de electricidad de los sectores residencial ( $cer_t$ ) e industrial ( $cei_t$ ) fueron obtenidos de las estadísticas históricas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía de México (INEGI). También, se utilizaron las de los precios relativos de la electricidad de los sectores residencial ( $per_t$ ) e industrial ( $pei_t$ ), los cuales se obtuvieron considerando el índice general de los precios de las demandas de electricidad respecto al Índice Nacional de Precios al Consumidor publicados por el Banco de México (Banxico). Finalmente, para las estimaciones del sector industrial se considero como medida de ingreso el PIB industrial ( $yi_t$ ) a precios de 2003.

La construcción del modelo econométrico de la demanda de gasolinas, diesel y electricidad, basado en las ecuaciones 2, 3 y 4 se basó en las propiedades del orden de integración de las series en el marco de un modelo de vectores autoregresivos (VAR) con cointegración (Engle y Granger, 1987; Johansen, 1988; Maddala y Kim, 1998). Las pruebas de raíces unitarias de Dickey Fuller Aumentada (ADF) (1981), de Phillips y Perron (PP) (1988) y de KPSS (Kwiatkowski *et al.*, 1992), se sintetizan en el Cuadro 15. La especificación de la prueba ADF se basó en el procedimiento "de lo

<sup>31</sup> Espey y Espey (2004) recopilan y analizan la evidencia en la literatura internacional de las elasticidades de demanda de electricidad en el sector residencial a través de un meta-análisis.

<sup>32</sup> Estos resultados se basan en una revisión de la literatura de la demanda de energía (59 estudios), que dio como resultado 402 estimaciones de la elasticidad precio a largo plazo y 399 estimaciones de la elasticidad ingreso a largo plazo.

<sup>33</sup> Una descripción de las series utilizadas está en el apéndice.

**CUADRO 15**  
**Pruebas de raíz unitaria de las series**

Variable	ADF			PP			KPSS		Orden de integración
	A	B	C	A	B	C	$\eta_{\mu}$	$\eta_{\tau}$	
<b>Niveles</b>									
$y_t$	<b>-3.78 (4)</b>	-0.44 (6)	3.62 (6)	<b>-5.78</b>	0.09	2.75	0.10	1.05	I(1)
$yi_t$	<b>-4.40 (4)</b>	-0.54 (5)	2.25 (5)	<b>-4.78</b>	-0.60	2.63	0.05	<b>0.85</b>	I(1)
$cg_t$	-1.04 (4)	-1.34 (4)	<b>2.62 (4)</b>	-3.60	0.20	3.61	<b>1.69</b>	<b>0.28</b>	I(1)
$cd_t$	-2.83 (4)	-0.68 (4)	1.26 (4)	<b>-5.08</b>	-4.58	2.40	<b>1.5</b>	0.12	I(1)
$ced_t$	-1.52 (4)	-1.73 (4)	2.51 (4)	<b>-4.90</b>	-1.87	1.84	<b>0.24</b>	1.01	I(1)
$cei_t$	-1.08 (4)	-2.03 (4)	1.10 (4)	-0.87	<b>-3.49</b>	3.58	<b>0.22</b>	<b>0.76</b>	I(1)
$pg_t$	-1.79 (2)	-1.57 (2)	<b>2.16 (2)</b>	-2.9	-2.2	1.86	<b>1.26</b>	<b>0.31</b>	I(1)
$pd_t$	-1.01 (2)	0.03 (2)	<b>2.51 (2)</b>	-1.24	-0.05	2.47	<b>1.29</b>	<b>0.17</b>	I(1)
$ped_t$	-1.88 (5)	-1.80 (5)	-0.67 (6)	<b>-4.29</b>	<b>-4.28</b>	-1.75	<b>0.19</b>	0.20	I(1)
$pei_t$	-2.94 (8)	-1.39 (8)	-0.99 (8)	-2.98	-0.88	-0.11	<b>0.16</b>	<b>0.62</b>	I(1)
$pv_t$	-2.71 (2)	-0.53 (2)	2.87 (1)	-2.37	0.25	11.23	<b>0.18</b>	<b>1.71</b>	I(1)
$pvd_t$	-1.63 (2)	-1.35 (2)	2.56 (2)	-1.74	0.04	8.67	<b>0.23</b>	<b>1.71</b>	I(1)
$pob_t$	-2.27 (4)	-1.00 (4)	1.38 (4)	-1.87	-1.54	10.31	<b>0.26</b>	1.07	I(1)
<b>Primeras diferencias</b>									
$\Delta y_t$	<b>-5.69 (5)</b>	<b>-5.72 (5)</b>	<b>-3.35 (3)</b>	<b>-19.90</b>	<b>-19.94</b>	<b>-17.73</b>	0.11	0.17	I(0)
$\Delta yi_t$	<b>-4.20 (4)</b>	<b>-4.23 (4)</b>	<b>-3.25 (3)</b>	<b>-12.65</b>	<b>-12.75</b>	<b>-11.40</b>	0.05	0.05	I(0)
$\Delta cg_t$	-2.91 (3)	<b>-3.14 (3)</b>	-1.55 (3)	<b>-15.78</b>	<b>-15.92</b>	-1.88	0.31	<b>0.25</b>	I(0)
$\Delta cd_t$	<b>-4.16 (3)</b>	<b>-4.76 (3)</b>	<b>-4.78 (3)</b>	<b>-11.36</b>	<b>-10.65</b>	<b>-9.75</b>	<b>0.5</b>	<b>0.2</b>	I(0)
$\Delta ced_t$	<b>-4.58 (3)</b>	<b>-4.38 (3)</b>	<b>-3.43 (3)</b>	<b>-13.08</b>	<b>-13.02</b>	<b>-12.41</b>	0.10	0.40	I(0)
$\Delta ced_t$	<b>-4.04 (5)</b>	<b>-5.85 (2)</b>	<b>-4.59 (2)</b>	<b>-9.59</b>	<b>-8.52</b>	<b>-7.60</b>	0.06	<b>0.53</b>	I(0)
$\Delta pg_t$	<b>-7.25 (1)</b>	<b>-7.29 (1)</b>	<b>-6.76 (1)</b>	<b>-11.05</b>	<b>-11.21</b>	<b>-2.63</b>	0.17	0.09	I(0)
$\Delta pd_t$	<b>-5.49 (1)</b>	<b>-5.52 (1)</b>	<b>-3.23 (2)</b>	<b>-7.93</b>	<b>-7.69</b>	<b>-7.15</b>	0.17	0.14	I(0)
$\Delta ped_t$	<b>-5.60 (4)</b>	<b>-4.67 (3)</b>	<b>-4.69 (3)</b>	<b>-11.67</b>	<b>-11.73</b>	<b>-11.8</b>	0.06	0.21	I(0)
$\Delta pei_t$	<b>-3.52 (5)</b>	<b>-3.03 (3)</b>	<b>-2.94 (3)</b>	<b>-11.99</b>	<b>-11.98</b>	<b>-11.76</b>	0.07	0.16	I(0)
$\Delta pv_t$	-3.00 (1)	<b>-3.12 (1)</b>	-1.07 (1)	-2.19	-2.36	-0.89	0.14	0.11	I(0)
$\Delta pvd_t$	-2.70 (1)	<b>-2.74 (1)</b>	-0.82 (1)	-2.15	-2.30	-0.64	0.26	<b>0.27</b>	I(0)
$\Delta pob_t$	<b>-13.93 (1)</b>	<b>-13.65 (1)</b>	<b>-6.02 (1)</b>	<b>-18.45</b>	<b>-17.51</b>	<b>-10.97</b>	0.13	0.31	I(0)

**Nota:** los valores en negrillas indican el rechazo de la hipótesis nula al 5% de significancia. Los valores críticos a 5% para la prueba ADF y PP, en una muestra de  $T = 500$ , son de -3.42 incluyendo constante y tendencia (modelo A), -2.87 únicamente la constante (modelo B) y -1.95 sin constante y sin tendencia (modelo C) (Maddala y Kim, 1998). Los valores entre paréntesis representan el número de rezagos utilizados en la prueba,  $\eta_{\mu}$  y  $\eta_{\tau}$  representan los estadísticos de prueba KPSS, donde la hipótesis nula considera que la serie es estacionaria en nivel o alrededor de una tendencia determinística, respectivamente. Los valores críticos a 5% en ambas pruebas son de 0.463 y 0.416 respectivamente (Kwiatkowski *et al.*, 1992). Las letras minúsculas representan el logaritmo de las series. Para  $ced_t$ ,  $ped_t$  y  $pob_t$  el periodo corresponde de 1982(1)-2010(4); para  $cd_t$  y  $ped_t$  el periodo de 1992(1)-2010(4).

CUADRO 16

## Estadístico del procedimiento de Johansen para la demanda de gasolinas y diesel

Ecuación de cointegración		$cg_t = \beta_0 + \beta_1 y_t + \beta_2 pg_t + \beta_3 pv_t + u_t$		$cd_t = \beta_0 + \beta_1 y_t + \beta_2 pd_t + \beta_3 pvd_t + u_t$	
Hipótesis nula	Hipótesis alternativa	Traza	Valor crítico 95% (traza)	Traza	Valor crítico 95% (traza)
$r = 0$	$r > 0$	86.07*	40.17	54.04*	47.86
$r \leq 1$	$r > 1$	39.79*	24.27	17.33	29.80
$r \leq 2$	$r > 2$	7.65	12.32	4.77	15.49
$r \leq 3$	$r > 3$	0.27	4.12	0.08	3.84

**Notas:** \* Rechazo a 5% de nivel de significancia. Traza = Prueba de la traza (Mackinnon, Haug y Michelis, 1999, tabla II, p. 571).  $r$  = número de vectores de cointegración. Número de rezagos en el VAR de ambos modelos es de 2. El modelo VAR para el modelo de gasolina incluye una constante, una dummy de pulso en el primer trimestre de 2009 y una dummy de nivel a partir del último trimestre de 1998. Ambos modelos está estimados para el periodo 1995(1)-2010(4).

general a lo específico" a través de estimar en principio regresiones con constante y tendencia, verificando su significancia estadística. El número de rezagos ( $k$ ) fue determinado mediante el criterio de significancia estadística de la prueba  $t$ , procedimiento que es conocido como  $t$ -sig (Ng y Perron, 1995). La especificación de los rezagos en la prueba de Phillips-Perron (1988) se basó en la estimación del ancho de banda a partir de  $T^{0.25}$ , donde  $T$  es el número de observaciones. Por su parte, la prueba KPSS utiliza una corrección semiparamétrica de la varianza de los errores de la prueba que depende del tamaño de la muestra (Kwiatkowski *et al.*, 1992). Los resultados obtenidos muestran que las variables son no estacionarias con orden de integración  $I(1)$ . Es factible que la presencia de cambios estructurales en

las series sea identificada como la presencia de una raíz unitaria (Perron, 1989; Maddala y Kim, 1998).

Atendiendo a que las variables consideradas son series no estacionarias, se procedió entonces a utilizar el procedimiento de Johansen (1988) de cointegración para estimar las relaciones a largo plazo de la demanda de gasolinas y de diesel y la demanda de electricidad para los sectores residencial e industrial. Así, se especificó un modelo de VAR para cada ecuación donde el número de rezagos fue seleccionado a partir de los criterios de información, tomando como base las pruebas de especificación del modelo de VAR (Cuadro 16 y Cuadro 17). Los resultados obtenidos muestran la presencia de relaciones a largo plazo para la demanda de gasolinas, diesel y electricidad.

CUADRO 17

## Estadístico del procedimiento de Johansen para el consumo de electricidad en el sector residencial e industrial

Ecuación de cointegración		$cer_t = \beta_1 y_t + \beta_2 per_t + u_t$		$cd_t = \beta_0 + \beta_1 y_t + \beta_2 pd_t + \beta_3 pvd_t + u_t$	
Hipótesis nula	Hipótesis alternativa	Traza	Valor crítico 95% (traza)	Traza	Valor crítico 95% (traza)
$r = 0$	$r > 0$	42.60*	29.79	43.56*	29.79
$r \leq 1$	$r > 1$	9.99	15.49	10.15	15.49
$r \leq 2$	$r > 2$	1.39	3.84	2.19	3.84

**Notas:** \* Rechazo a 5% de nivel de significancia. Traza = Prueba de la traza (Mackinnon, Haug y Michelis, 1999, tabla II, p. 571). L-max = Prueba de la raíz característica máxima (Johansen, 1995, tabla 15.1, p. 214).  $r$  = número de vectores de cointegración. Número de rezagos en el VAR = 3. Modelo residencial: Período 1982(1)-2010(4) y Modelo industrial: periodo 1992(1)-2010(4).

CUADRO 18				
Elasticidad ingreso a largo plazo de la gasolina y del diesel				
$cg_t = \beta_0 + \beta_1 y_t + \beta_2 pg_t + \beta_3 pv_t + u_t$ $cd_t = \beta_0 + \beta_1 y_t + \beta_2 pd_t + \beta_3 pvd_t + u_t$				
	$\beta_u$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$
$cg_t$	-	0.62	-0.37	0.54
$cd_t$	2.13	0.88	-0.36	0.31

**Nota:** periodo de estimación 1995(1)-2010(4).

Las relaciones a largo plazo obtenidas de los modelos de gasolina y diesel se muestran en el Cuadro 18. La evidencia obtenida sugiere que tanto el consumo de gasolina como el de diesel son sensibles a los cambios del ingreso y de los precios relativos, así como de la evolución de las respectivas flotas vehiculares. En este sentido, el mecanismo de precios es un instrumento relevante para la elaboración de políticas de contención del consumo que, sin embargo, tiene un impacto relativamente menor sobre dicho consumo al del crecimiento del ingreso y de la flota vehicular.

Las elasticidades ingreso y precio resultan similares para ambos modelos. Para el consumo de gasolinas, la elasticidad ingreso estimada es de 0.62, en el caso del diesel resulta superior, 0.88. Esto implica que el crecimiento económico se traducirá inevitablemente en un aumento, aunque menos que proporcional, en el consumo de combustibles.

La elasticidad precio, por su parte, es virtualmente igual para ambos modelos, siendo de -0.37 para el modelo de gasolinas y de -0.36 para el modelo de diesel. De esta forma, los precios relativos son una variable relevante para las políticas ambientales, aunque su efecto es menor que el del crecimiento económico. Ello implica, por ejemplo, que para controlar el crecimiento del consumo de gasolinas y diesel es necesario un aumento de los precios relativos mayor al aumento en el ingreso.

Estos resultados son consistentes con la evidencia internacional sintetizada en la Gráfica 40. Sin embargo, es importante destacar que las elasticidades ingreso y

precio obtenidas en este estudio tienden a ser menores a las reportadas en la literatura para el caso de México.<sup>34</sup> Esto puede explicarse considerando, por ejemplo, los resultados de Wohlgemuth (1997), que, mediante un análisis de panel, reporta que las elasticidades ingreso de los países en desarrollo tienden a ser mayores que las de los países de altos ingresos y las elasticidades precio tienden a ser inferiores. Ello sugiere que el nivel de ingreso y de desarrollo incide en la magnitud de las elasticidades, por lo que el periodo de estimación con su correspondencia en el ingreso resulta relevante.

Las estimaciones de las elasticidades del consumo de electricidad sintetizadas en el Cuadro 19, muestran que el sector residencial tiene una elasticidad ingreso positiva y mayor a la unidad. La magnitud a largo plazo de la elasticidad ingreso se encuentra dentro del rango de los estudios anteriores en otros países (Donatos y Mergos, 1991; Madala *et al.*, 1997; Zachariadis y Pashourtidou, 1997; Chumacero *et al.*, 2000; García, 2000; Hondroyiannis, 2004; Holtedahl y Joutz, 2004; Amarawickrama y Hunt, 2008; Sa'ad, 2009). En tanto que la elasticidad precio es negativa, con un valor de -0.6, y su magnitud es similar a las obtenidas en otras investigaciones (Westley, 1984; Donatos y Mergos, 1991; Bentzen y Engsted, 1993; Silk y Joutz, 1997; Filippini, 1999; Chumacero *et al.*, 2000; Hondroyiannis, 2004; Narayan y Smyth, 2005; Halicioglu, 2007; Sa'ad, 2009; Wasantha y Wilson, 2010).

<sup>34</sup> Para un resumen de los estudios y resultados para México véase Crôtte *et al.* (2010).

CUADRO 19

## Coeficientes normalizados del vector de cointegración

$cer_t = \beta_1 y_t + \beta_2 per_{it} + u_t$ $ceir_t = \beta_1 y_i + \beta_2 pei_t + u_t$		
	$\beta_1$	$\beta_2$
$cer_t$	1.053	-0.354
$cei_t$	0.958	-0.488

**Notas:** todas las variables están expresadas en logaritmos. Modelo residencial: periodo 1982(1)-2010(4). Modelo industrial: 1992(1)-2010(3).

El consumo de electricidad en el sector industrial de México está condicionado por la trayectoria del ingreso y que los precios relativos donde destaca una elasticidad mayor que en otros bienes pero de menor magnitud a la del ingreso. Ello muestra que en el sector industrial existe una mayor capacidad para ajustarse a los nuevos precios relativos. Estas estimaciones son consistentes con las estimaciones reportadas en diversas investigaciones empíricas a nivel internacional, sobre la sensibilidad del consumo de electricidad del sector industrial a cambios en el nivel de la actividad económica y los precios (Kamerschen y Porter, 2004; Egorova y Volchkova, 2008 y Cebula y Herder, 2010). A largo plazo, la demanda de electricidad del sector industrial presenta una elasticidad de 0.96. La cercanía a la unidad de elasticidad ingreso se debe, en alguna medida, a las necesidades crecientes de electricidad por parte de los sectores económicos. En tanto la elasticidad precio es negativa y con un valor cercano a -0.5. Este resultado confirma la evidencia de que el consumo de electricidad de las industrias es relativamente sensible a los cambios en los precios (Baxter y Rees, 1968; Beenstock *et al.*, 1999; Bose y Shukla, 1999; Matsukawa *et al.*, 1993; Kamerschen y Porter, 2004; Polemis, 2007; Hoseo y Akiyama, 2009; Bernstein y Madlener, 2010 y Chaudhry *et al.*, 2010). Sin embargo, aumentos en los precios no desalientan completamente el consumo de electricidad, ya que este va acompañando a la trayectoria de la economía.

Con base en la estimación de los vectores de cointegración reportados, para

gasolina y diesel, en el Cuadro 18, y para el consumo electricidad residencial e industrial en el Cuadro 19, se construyeron los modelos de corrección de errores respectivos (Engle y Granger, 1987) sintetizados en las ecuaciones 5 y 6, donde el ECM simboliza el mecanismo de corrección de error obtenido del procedimiento de Johansen. Los resultados se presentan en el Cuadro 20 para la gasolina y el diesel, y en el Cuadro 21 para el consumo de electricidad de los sectores residencial e industrial. Estos modelos no muestran problemas de autocorrelación, heteroscedasticidad y los errores no rechazan la hipótesis de normalidad (Lütkepohl y Krätzig, 2004; Lütkepohl, 2005). De este modo, no existe información adicional sistemática relevante. Los modelos simulan satisfactoriamente la trayectoria histórica del consumo de gasolinas, de diesel (Gráfica 42 y Gráfica 43) y de los consumos de electricidad residencial e industrial.

$$\Delta cg_t = \sum_{i=1}^4 y_i \Delta cg_{t-i} + \sum_{i=0}^4 \theta_i \Delta y_{t-i} \sum_{i=u}^1 v_i \Delta pg_{i-i} + \sum_{i=0}^4 \delta_i \Delta pv_{t-1} + \rho ECMG_{t-1} + \varepsilon_i \quad (5)$$

$$\Delta cd_t = \sum_{i=1}^4 y_i \Delta cd_{t-i} + \sum_{i=0}^4 \theta_i \Delta y_{t-i} \sum_{i=u}^1 v_i \Delta pd_{i-i} + \sum_{i=0}^4 \delta_i \Delta pd_{t-1} + \rho ECMD_{t-1} + \varepsilon_i \quad (6)$$

De esta manera, los modelos obtenidos permiten entonces proyectar y simular diversas trayectorias del consumo de

CUADRO 20

## Modelo de corrección de errores: efectos a corto plazo

Variable ( $i = \text{gasolina, diesel}$ )	$cg_t$	$cd_t$
C	0.05 (0.012)	0.031 (0.005)
$\Delta dependiente_{t-3}$	0.376 (0.097)	0.243 (0.058)
$\Delta y_t$	0.355 (0.069)	0.84 (0.12)
$\Delta pi_t$	-0.358 (0.089)	
$\Delta pi_{t-2}$		-0.269 (0.116)
$\Delta pi_{t-3}$		0.382 (0.086)
$ECM_{it-1}$	-0.006 (0.019)	-0.121 (0.036)
R <sup>2</sup>	0.94	0.95
Normalidad (J-B)	0.310 (0.856)	1.032 (0.596)
Autocorrelación LM (4)	0.386 (0.817)	1.476 (0.224)
Heteroscedasticidad ARCH (4)	0.538 (0.708)	0.588 (0.672)

**Nota:** el subíndice  $i$  se refiere a la variable específica relevante para el modelo de gasolina o diesel. Las variables están en logaritmos. Los valores entre paréntesis son los errores estándar para los coeficientes estimados y los  $p$ -values para las pruebas de diagnóstico. Periodo de 1995(1)-2010(4). Los modelos incluyen variables dummy estacionales.

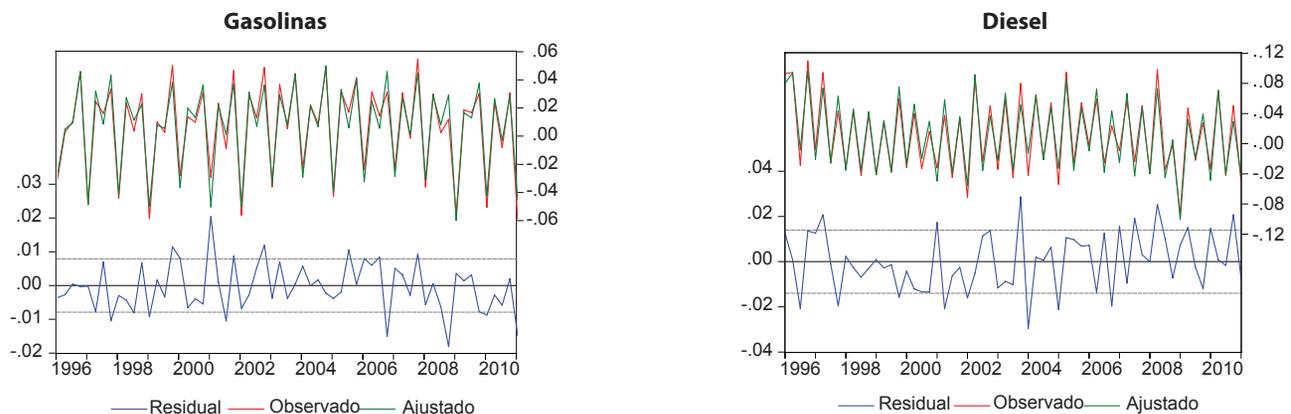
gasolina y diesel y de consumo de electricidad residencial e industrial (2010-2050) para analizar diversas políticas públicas alternativas. Para ello, es fundamental construir inicialmente un escenario base BAU como punto de referencia (Angrist y Pischke, 2008). Este escenario BAU se construyó bajo los siguientes supuestos:

- La trayectoria del PIB se construyó considerando que la trayectoria a lar-

go plazo sigue una tendencia ascendente con oscilaciones autocorrelacionadas en serie (Hodrick y Prescott, 1997; Blanchard y Fischer, 1989). Asimismo, se construyó un modelo ARIMA (Gráfica 44). Así, es posible identificar que el PIB mantendrá una trayectoria ascendente con una tasa de crecimiento promedio anual de 3% con un rango entre 2.3% y 3.6% anual con 60% de probabilidad.

GRÁFICA 42

## Valores actuales, estimados y residuales de la demanda de gasolina y diesel



Fuente: elaboración propia.

CUADRO 21

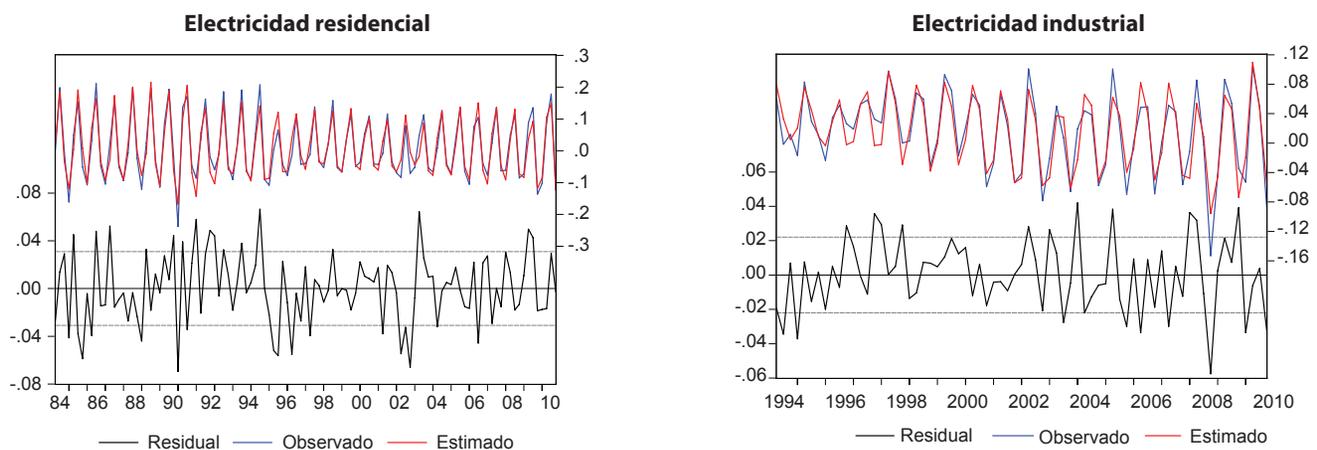
## Modelo de corrección de errores: efectos a corto plazo

Variables	$\Delta cer_t$	$\Delta cei_t$
$\beta$	-0.50 (0.20)	-0.12 (0.04)
$\Delta ced_{t-1}$	-0.20 (0.07)	
$\Delta ced_{t-2}$	-0.32 (0.07)	
$\Delta ced_{t-3}$	-0.14 (0.07)	
$\Delta ced_{t-4}$	0.38 (0.07)	
$\Delta y_t$		0.47 (0.09)
$\Delta y_{t-1}$	0.21 (0.10)	
$\Delta y_{t-2}$	0.21 (0.11)	
$\Delta y_{t-3}$	0.32 (0.10)	0.34 (0.11)
$\Delta p_t$		-0.13 (0.07)
$\Delta p_{t-1}$	-0.21 (0.04)	
$\Delta p_{t-4}$	-0.09 (0.04)	-0.33 (0.07)
$u_{t-1}$	-0.06 (0.02)	-0.02 (0.00)
$d_{t08}$		-0.02 (0.01)
Estimación por OLS		
R <sup>2</sup>	0.911	0.845
Jarque-Bera	$\chi^2 = 0.574$ [0.750]	$\chi^2 = 0.289$ [0.865]
LM (4 rezagos)	F = 0.788 [0.534]	F = 0.284 [0.887]
ARCH (4 rezagos)	F = 2.261 [0.067]	F = 1.657 [0.171]

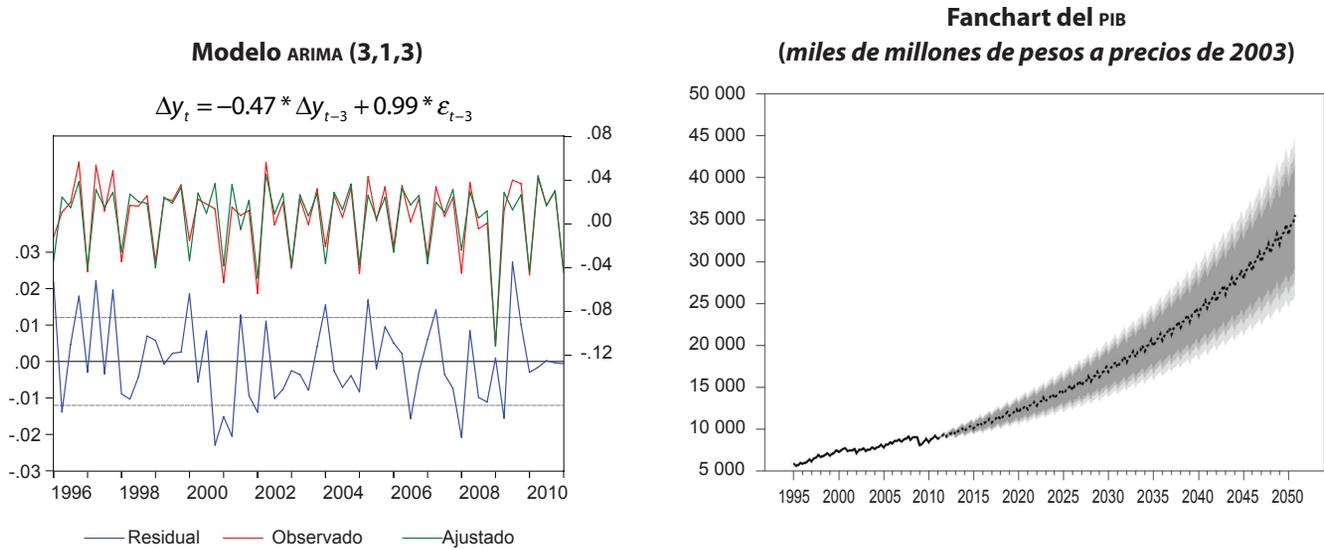
**Notas:** los números entre paréntesis de los coeficientes representan el error estándar. R<sup>2</sup> es el coeficiente de determinación. DW es el estadístico Durbin-Watson para autocorrelación. La normalidad se prueba a través del estadístico Jarque-Bera. LM (Multiplicadores de Lagrange) y ARCH (Heterocedasticidad Condicional Autorregresiva) son pruebas para autocorrelación y heteroscedasticidad, respectivamente, con un nivel marginal de significancia entre corchetes.  $d_{t08}$  es dummy de pulso en 2008. Modelo Residencial: periodo de 1982(1)-2010(4). Modelo industrial: periodo de 1992(1)-2010(4).

GRÁFICA 43

## Valores actuales, estimados y residuales de la demanda de electricidad



Fuente: elaboración propia.

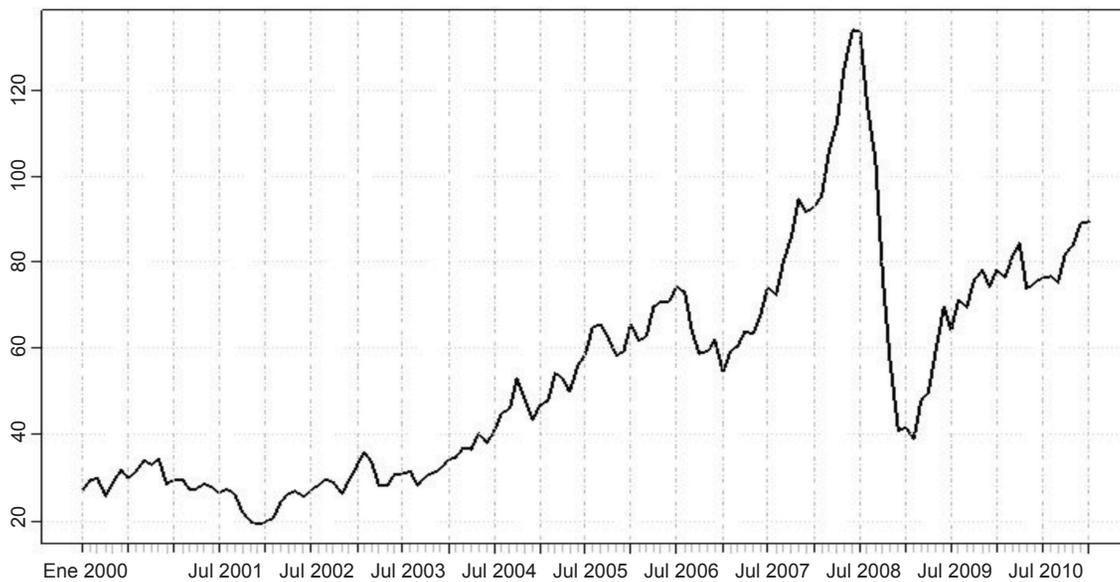


**Nota:** El modelo ARIMA incluye variables dummy estacionales y una dummy de pulso para el primer trimestre de 2009. Periodo de 1995(1)-2010(4).

**Fuente:** elaboración propia.

- b) Para la trayectoria del precio relativo de la gasolina, del diesel y de la electricidad se estableció un crecimiento 0%, lo que implica que los precios nominales crecen al nivel de la tasa de inflación. La evolución futura de los precios relativos está condicionada por la presencia de cambios estructurales potenciales. En efecto, la evidencia internacional muestra que los precios del petróleo y de la gasolina tienen una tendencia muy volátil y ascendente en particular en los últimos años (Gráfica 45 y Gráfica 46). En

GRÁFICA 45  
**Precios spot del petróleo (World Texas Intermediate)**  
*(dólares por barril)*



**Fuente:** FRED, Federal Reserve Economic Data, Federal Reserve Bank of St. Louis.

### Precios de la gasolina y el diesel en Estados Unidos (dólares por galón)



**Fuente:** FRED, Federal Reserve Economic Data, Federal Reserve Bank of St. Louis.

este sentido, es posible esperar una trayectoria ascendente en los precios internacionales que tendrá un impacto adicional sobre los precios internos. El escenario base es poco probable ya que implica que no existe un aumento del diferencial de precio internos y externos de la gasolina pero es útil para propósitos ilustrativos de distintas políticas impositivas.

- c) Las flotas vehiculares, tanto para las gasolinas como para el diesel, se proyectaron utilizando una tasa de crecimiento anual promedio de 4.5%. Para el periodo 2009-2025, la SENER estima un crecimiento de 4.8% anual para el parque vehicular de gasolina y de 5.2% para el parque vehicular con motor a diesel (SENER, 2010).
- d) La trayectoria del gasto público se obtiene atendiendo a su estrecha asociación con la trayectoria del ingreso sin suponer una causalidad unívoca. Así, se estableció la presencia de una relación de cointegración, con base en el procedimiento de Johansen (1988),

entre el gasto público y el PIB (Cuadro 22) con el vector de cointegración reportado en el Cuadro 23. De este modo, la trayectoria del ingreso permite identificar la trayectoria del gasto público. Este escenario se complementa con un modelo ARIMA del gasto público para consistencia y referente adicional (Gráfica 47). Así, el escenario BAU supone entonces una tasa de crecimiento del gasto público de 4.5% anual. Ello implica un aumento de la participación del gasto público en el ingreso.

- e) Se asume que el PIB industrial crece a la misma tasa que el PIB total, es decir 3% promedio anual entre 2010 y 2050. Ello para no modificar la estructura de la economía pero desde luego es un supuesto restrictivo.

Las simulaciones realizadas del escenario base para el consumo de gasolinas y diesel se sintetizan en el Cuadro 24 y en la Gráfica 48. Estas simulaciones muestran que el consumo de gasolinas aumentará a

CUADRO 22					
Estadísticos del procedimiento de Johansen para gasto público y el PIB					
Ecuación de cointegración			$gp_t = \beta y_t + \varepsilon_t$		
Hipótesis nula	Hipótesis Alternativa	Traza	Valor crítico 95% (traza)	L-max	Valor crítico 95% (L-max)
$r = 0$	$r > 0$	17.13*	12.32	13.41*	11.22
$r \leq 1$	$r > 1$	3.72	4.13	3.72	4.13

**Notas:** \* Rechazo a 5% de nivel de significancia. Traza = Prueba de la traza (Mackinnon, Haug y Michelis, 1999, tabla II, p. 571). L-max = Prueba de la raíz característica máxima (Johansen, 1995, tabla 15.1, p. 214).  $r$  = número de vectores de cointegración. Número de rezagos en el VAR = 3. Periodo 1980-2010.

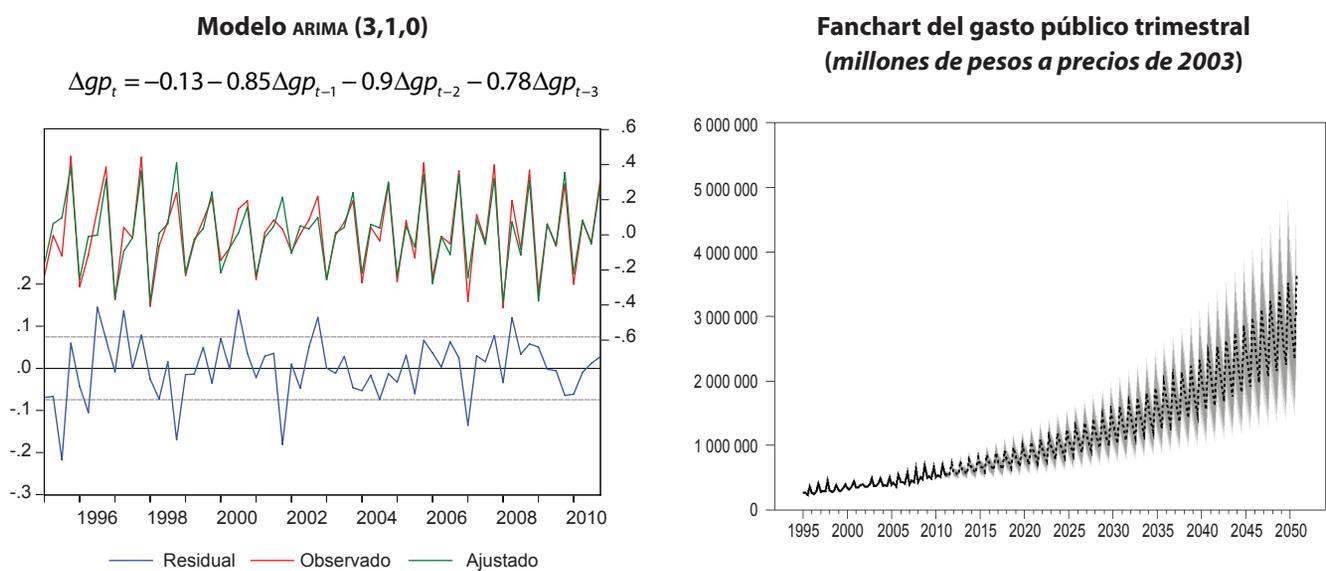
CUADRO 23	
Elasticidad ingreso a largo plazo del gasto público y el PIB	
$gp_t = \beta_1 y_t + u_t$	
	$\beta_1$
$gp_t$	1.5

**Nota:** variables en logaritmos. Número de rezagos en el VAR = 3. Datos anuales para el periodo 1980-2010.

una tasa promedio anual del 4.5% entre 4.3% y 4.7% con un rango de probabilidad de 60%. Por su parte, el consumo de diesel crecerá a una tasa promedio anual de 3.8%, entre 3.7% y 3.9% con 60% de probabilidades. Los rangos de probabilidad a 60% de esos escenarios se incluyen en el Cuadro 24.

El escenario alternativo sobre la evolución del consumo de gasolinas y diesel contempla un cambio en los precios relativos de la gasolina y el diesel de 2% anual. Este aumento es similar al experimentado históricamente por las gasolinas y ligeramente inferior al experimentado por el diesel. Así, la trayectoria obtenida a partir

GRÁFICA 47



**Nota:** el modelo ARIMA incluye variables dummy estacionales. Periodo 1995(1)-2010(4).  
**Fuente:** elaboración propia.

CUADRO 24

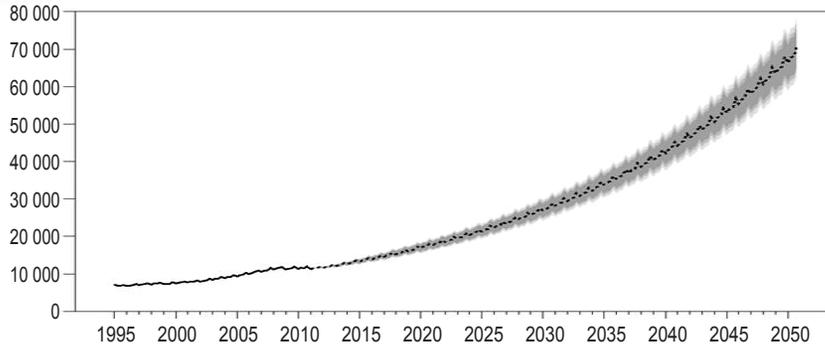
**Evolución del consumo de gasolinas y diesel: escenario BAU**

Variable	Límite inferior	Media	Límite superior
Gasolinas	4.3	4.5	4.7
Diesel	3.7	3.8	3.9

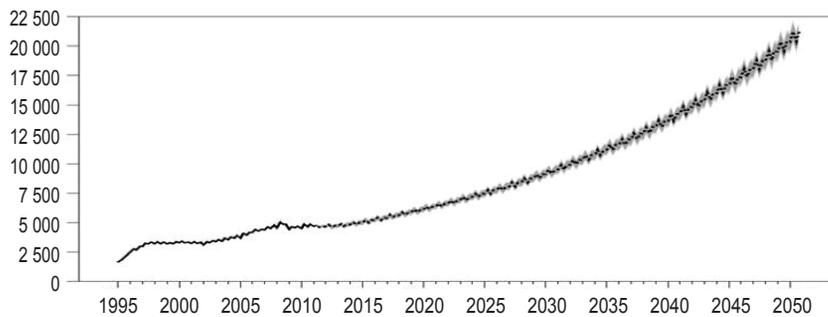
Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICA 48

**Simulación del modelo de consumo de gasolina: escenario BAU  
(millones de litros trimestrales)**



**Simulación del modelo de consumo de diesel: escenario BAU  
(millones de litros trimestrales)**



Fuente: elaboración propia.

de este supuesto, puede ser interpretada como el escenario de “reforma fiscal verde débil”. Los resultados del escenario alternativo se resumen en el Cuadro 25 y en la Gráfica 49. Este escenario muestra que el consumo de gasolinas crecerá 3.4%, con un rango de entre 3.2% y 3.6% con probabilidad de 60%, mientras que el de diesel lo hará en 3.1% con un rango entre 3% y 3.2% con probabilidad de 60%.

En el escenario alternativo de reforma fiscal verde débil, el consumo de gasolinas crece a una tasa de 3.4%, ello implica

que, no obstante el aumento en los precios relativos, se mantendrá el dinamismo en el consumo de gasolinas (Gráfica 50). Este escenario es ligeramente superior a la prospectiva de la SENER (2010), donde se proyecta que el consumo de gasolinas, aumentará en 2.9% anual entre 2009 y 2025<sup>35</sup> y que incluye un crecimiento del parque vehicular a una tasa de 4.7%, es

<sup>35</sup> Esta dinámica de crecimiento considera un aumento en la eficiencia del parque vehicular, que permitirá reducir los niveles de consumo de gasolina.

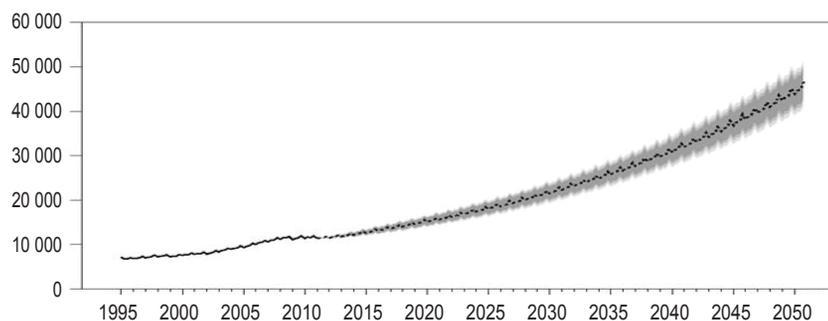
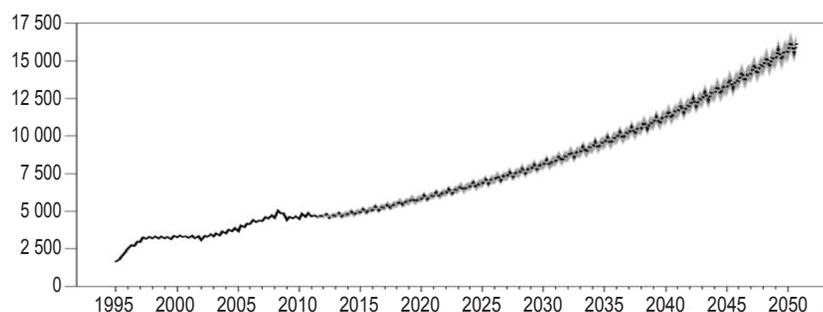
CUADRO 25

**Evolución del consumo de gasolinas y diesel: Escenario reforma fiscal**

Variable	Límite inferior	Media	Límite superior
Gasolinas	3.2	3.4	3.6
Diesel	3.0	3.1	3.2

Fuente: elaboración propia.

GRÁFICA 49

**Simulación del modelo de consumo de gasolina: Escenario reforma fiscal  
(millones de litros trimestrales)****Simulación del modelo de consumo de diesel: escenario reforma fiscal  
(millones de litros trimestrales)**

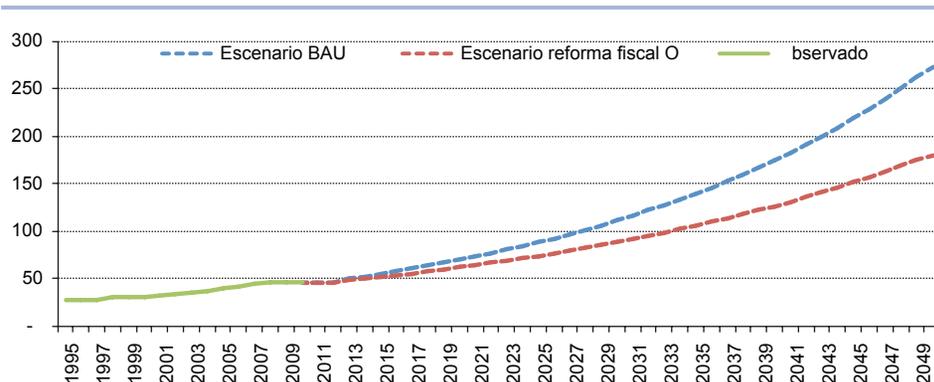
Fuente: elaboración propia.

decir, un incremento de 26 millones de automóviles, que estará conformado principalmente por automotores a gasolina, que representarán 95.6% del total de vehículos para el periodo 2009-2025. Este parque vehicular no incluye supuestos sobre una mayor eficiencia vehicular. Asimismo, SENER, (2010) estima que el consumo de diesel en el sector transporte, para el periodo de 2010 a 2025, tendrá un crecimiento promedio anual de 3.1%. Así, la competitividad observada en los precios del diesel, así como las ventajas que ofre-

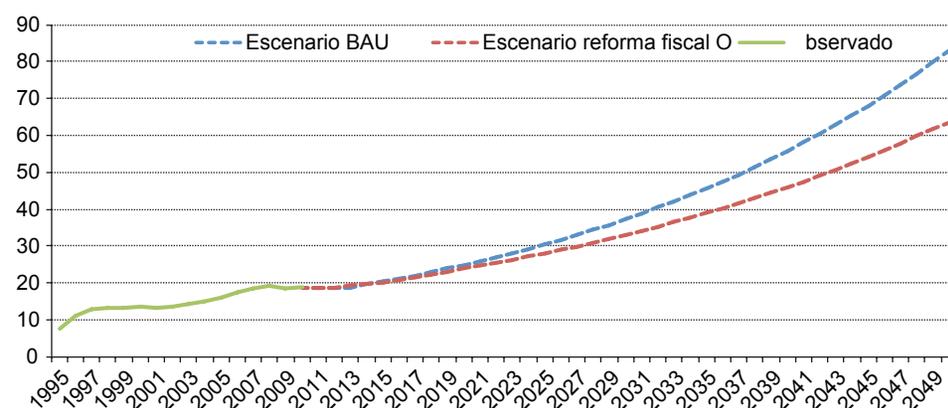
cen estos automotores y su mayor eficiencia mecánica respecto a los motores de gasolina son aspectos que pueden ocasionar un incremento en el parque vehicular de automotores a diesel, incidiendo en un aumento en el consumo de este combustible. De hecho, el aumento en el parque vehicular de diesel se estima en 5.2% de 2010 a 2025 (SENER, 2010), constituyendo el componente más dinámico del parque vehicular total.

Los escenarios BAU y de reforma fiscal verde débil implican un aumento conti-

GRÁFICA 50  
**Consumo de gasolina**  
*(miles de millones de litros)*



**Consumo de diesel**  
*(miles de millones de litros)*



Fuente: elaboración propia.

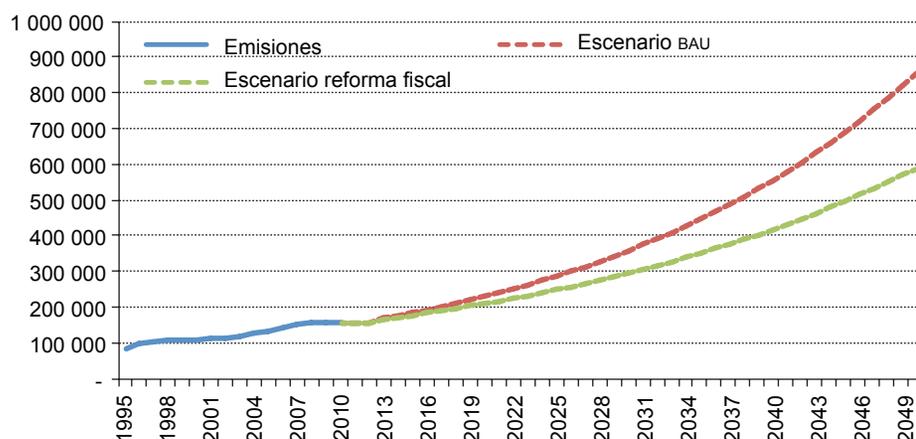
nuo de las emisiones de  $\text{CO}_2$ .<sup>36</sup> Esto es, las emisiones de  $\text{CO}_2$  aumentan a una tasa anual de 4.3% en el BAU y de 3.3% en el escenario de reforma fiscal verde débil asociadas al consumo de gasolinas y diesel (Gráfica 51). Es importante señalar que en dichos escenarios se considera que el factor de emisiones se mantiene inalterado en todo el periodo, lo cual equivale, en esencia, a mantener la tecnología inalterada.

En el escenario BAU el consumo de gasolinas muestra un crecimiento acelera-

do, en parte como consecuencia de que los precios relativos o los impuestos se mantienen constantes. Así, de mantenerse esta brecha entre los precios internos y externos de las gasolinas, similar a la experimentada en 2010 (i. e., 0.85 pesos de 2003 por litro para la gasolina Magna y de 0.60 pesos de 2003 por litro para la gasolina Premium) y suponiendo que se mantienen las cuotas del Artículo 2-A Fracción II de la Ley del IEPS (i. e., 0.24 pesos de 2003 por litro para gasolina Magna y 0.29 pesos de 2003 por litro para la gasolina Premium), se puede inferir el nivel de gasto necesario para subsidiar a los consumidores. Debido al aumento en el consumo de gasolina de 4.5%, el subsidio aumenta hasta 148 mil millones en 2050, es decir, en promedio 0.38% del PIB para cada año de 2011 a 2050. En caso de que los precios

<sup>36</sup> El factor de emisiones para la gasolina es de 69 300 kilogramos por terajoule de gasolina y de 74,100 kilogramos por terajoule de diesel. Esto equivale a aproximadamente 2.32 kilogramos por litro de gasolina y a 2.66 kilogramos por litro de diesel <<http://www.epa.gov/otaq/climate/420f05001.htm>>.

GRÁFICA 51  
Emisiones de CO<sub>2</sub> del consumo de gasolina y diesel  
(Gg)



Fuente: elaboración propia.

CUADRO 26  
Evolución de las emisiones del consumo de gasolinas y diesel  
(Gg)

	2010	2050	Crecimiento (%)
BAU	158 457	857 497	4.3
Reforma fiscal	158 457	588 457	3.3

Fuente: elaboración propia.

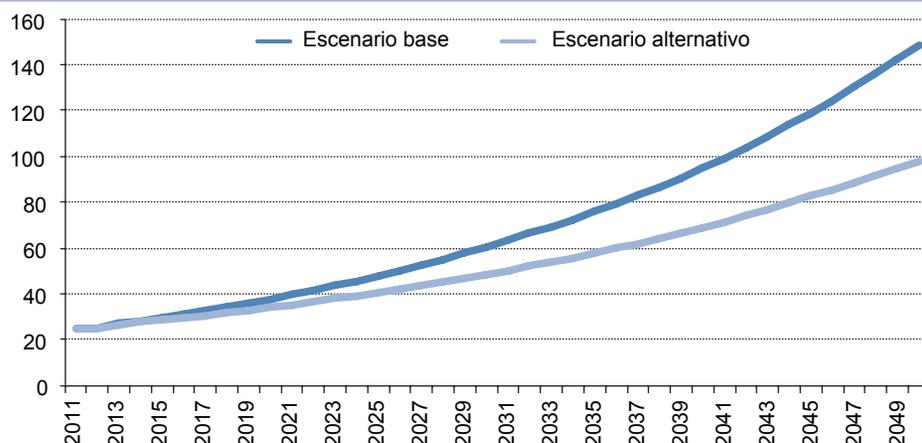
relativos aumenten a 2% anual (pero manteniendo la brecha del subsidio actual) entonces el subsidio alcanza para cada año, en promedio, 0.30% del PIB para el periodo 2011-2050, llegando a 98 mil millones en 2050 (Gráfica 52).

Para el caso del diesel, la brecha de precios en 2010 fue de 0.62 pesos de 2003 por litro por debajo del precio internacional, mientras que la cuota fue de 0.20 pesos de 2003 por litro. De mantenerse la brecha de precios y la cuota entonces el subsidio aumenta en el escenario base, de alrededor de 12 mil millones de pesos a 34 mil millones en 2050, en promedio 0.10% del PIB proyectado para cada año de 2011 a 2050, y en el escenario alternativo, de reforma fiscal débil manteniendo el subsidio actual, dicha suma asciende a 26 mil millones de pesos para 2050, es decir, 0.09% del PIB anual para el periodo proyectado (Gráfica 53).

En su conjunto, el subsidio total aumenta en el escenario base de 56 mil millones de pesos reales en 2010 a 183 mil millones en 2050, es decir, de 0.40% del PIB de 2010 a 0.64% de 2050, manteniendo la brecha de subsidio actual. En promedio, el subsidio es de aproximadamente 0.50% del PIB anual para cada año entre 2011 y 2050. En el escenario de reforma fiscal débil, el subsidio alcanza los 124 mil millones, es decir, más del doble del monto del subsidio actual, el subsidio correspondería en promedio a 0.40% del PIB para cada año de 2011 a 2050. En ambos escenarios, las cantidades superarían el monto actual, en términos del PIB, destinado a actividades tales como ciencia y tecnología y de desarrollo sostenible (Gráfica 54). Esto ilustra los problemas que implica mantener la estrategia fiscal actual con respecto a los combustibles.

GRÁFICA 52

**Estimación del monto de subsidio por el consumo de gasolina  
(miles de millones de pesos de 2003)**



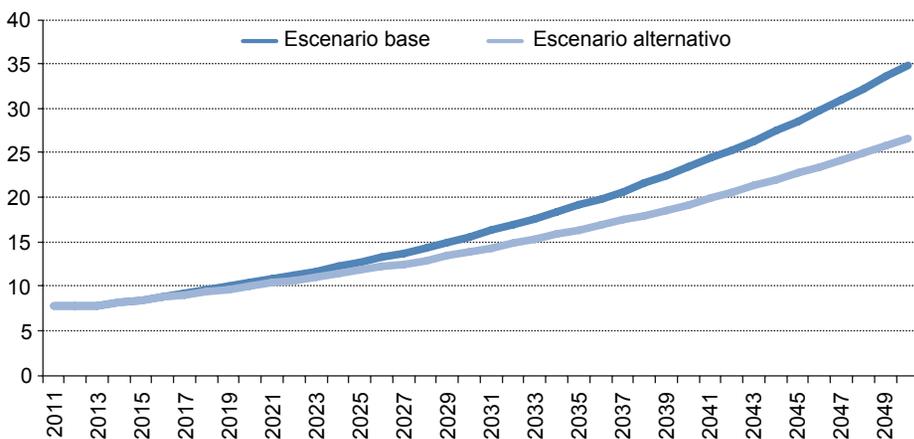
Fuente: elaboración propia.

Es relevante notar que los montos de subsidios que se presentan son parcialmente compensados por la cuota del IEPS. La cuota en el escenario BAU en promedio es de 0.22% del PIB anual para el periodo 2011-2050, mientras que el subsidio generado por el diferencial de precios domésticos e internacionales es igual a 0.70% del PIB, por tanto, el desembolso neto del gobierno por términos del IEPS es igual a la diferencia entre lo recaudado por la cuota menos lo generado por el di-

ferencial (0.70%-0.22%). En términos monetarios, la cuota del IEPS aumenta su recaudación de 20 mil millones de pesos en 2010 a 84 mil millones en 2050, mientras que el diferencial de precios genera una recaudación negativa que aumenta de 77 mil millones de pesos en 2010 a 267 mil millones de pesos en 2050, o aproximadamente 0.93% del PIB de 2050 (Gráfica 55). Esto es, el monto neto del subsidio a los combustibles llegará a casi 1% del PIB en el 2050.

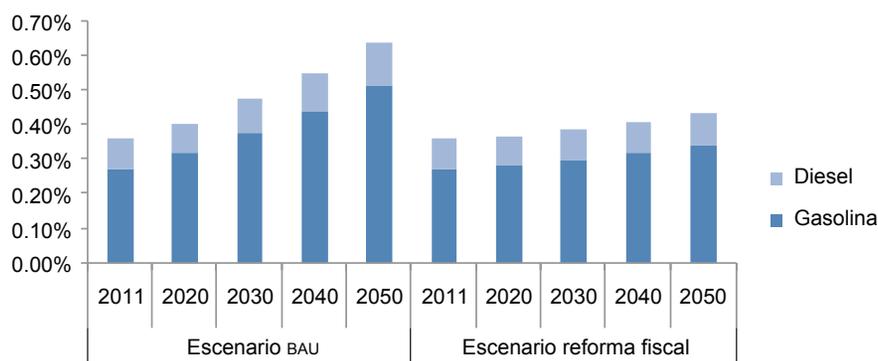
GRÁFICA 53

**Estimación del monto de subsidio por el consumo de diesel  
(miles de millones de pesos de 2003)**



Fuente: elaboración propia.

GRÁFICA 54  
**Subsidio total**  
 (% del PIB)



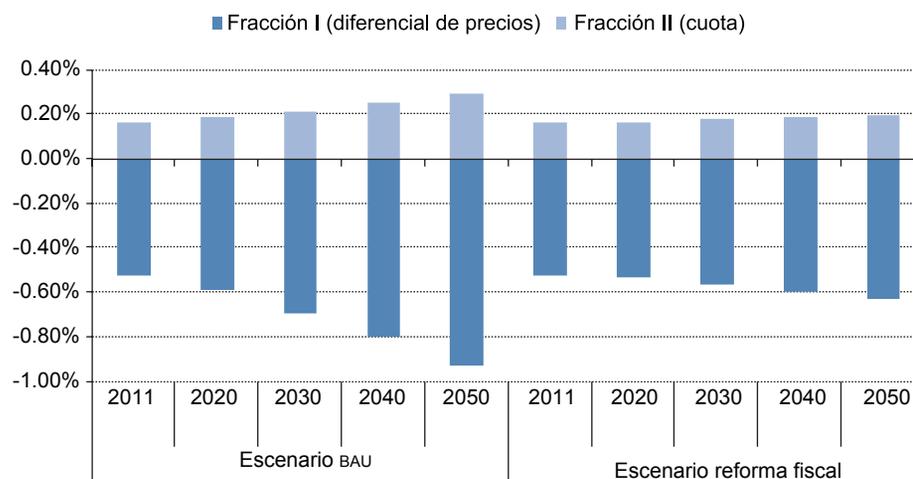
Fuente: elaboración propia.

En el escenario de reforma fiscal, la cuota recaudada en promedio es equivalente a 0.18% del PIB de cada año de 2011 a 2050, es decir, alcanza un monto de 57 mil millones de pesos en 2050. Por otro lado, el subsidio generado por el diferencial de precios aumenta a 181 mil millones de pesos en 2050, o alrededor de 0.57% del PIB anual de 2011 a 2050 (Cuadro 27). Esto es, casi medio punto porcentual del PIB.

Bajo el crecimiento de los precios de las gasolinas del escenario alternativo, de

2%, y un aumento de los precios de las gasolinas en Estados Unidos, de 1.8% (EIA, 2011), es evidente que dicho incremento generará una disminución de la brecha de precios y un paulatino aumento por arriba de los precios internacionales. Esto es, se generará una desaparición del subsidio para el año 2014 y una recaudación positiva desde 2013, de mantenerse una igualdad entre los precios domésticos y los internacionales, se alcanzará una recaudación por concepto de cuotas del Artículo

GRÁFICA 55  
**Recaudación por concepto del IEPS**  
 (% del PIB)



Nota: la suma de ambas fracciones es igual al total del subsidio.

Fuente: elaboración propia.

CUADRO 27

**Recaudación por concepto del IEPS**  
(millones de pesos de 2003 y % del PIB)

	Año	IEPS de gasolinas y diesel	Artículo 2-A Fracción I	Artículo 2-A Fracción II	IEPS de gasolinas y diesel	Artículo 2-A Fracción I	Artículo 2-A Fracción II
Escenario BAU	2011	-32 948	-48 089	15 141	-0.36%	-0.53%	0.17%
	2020	-48 280	-70 437	22 158	-0.41%	-0.59%	0.19%
	2030	-75 990	-110 843	34 853	-0.47%	-0.69%	0.22%
	2040	-118 137	-172 296	54 160	-0.55%	-0.80%	0.25%
	2050	-183 719	-267 904	84 185	-0.64%	-0.93%	0.29%
Escenario reforma fiscal	2011	-32 871	-47 977	15 106	-0.36%	-0.53%	0.17%
	2020	-43 650	-63 697	20 047	-0.37%	-0.53%	0.17%
	2030	-61 820	-90 203	28 383	-0.39%	-0.56%	0.18%
	2040	-87 949	-128 316	40 368	-0.41%	-0.60%	0.19%
	2050	-124 741	-181 982	57 241	-0.43%	-0.63%	0.20%

Fuente: elaboración propia.

2-A Fracción II de la Ley del IEPS, de 44 mil millones de pesos de 2003.<sup>37</sup> Si se considera un comportamiento similar para el caso del diesel, la brecha de precios se cerraría en 2014, y se obtendría recaudación positiva a partir de 2013. En el año 2050 se esperaría una recaudación de 12.8 mil millones de pesos de 2003, es decir de 0.04% del PIB de 2050.

Es posible simular el impuesto a los combustibles suponiendo que los precios relativos crecen a la misma tasa que la inflación y se aplica un impuesto  $\tau$  cada año, es decir, los precios relativos de los combustibles toman la forma  $P_{it} = P_{it-1}(1 + \tau)$  para  $i = Gasolina, Diesel$ . En términos prácticos, asumimos que la diferencia entre el escenario BAU y el escenario de reforma fiscal se debe a la aplicación de un impuesto anual de  $\tau = 2\%$ . Esto generaría un ahorro en promedio de 0.09% del PIB anual para el periodo 2011-2050. Es importante notar que la aplicación de dicho impuesto

coexiste con el subsidio derivado del diferencial de precios.

En caso de una eliminación de la Fracción I del IEPS, se ahorraría en promedio 0.70% del PIB anual de 2011-2050, en el escenario BAU, y el ahorro sería de 0.57% del PIB anual en el escenario de reforma fiscal.

La recaudación total en 2011 por concepto del gravamen a la gasolina asciende a 4 mil millones, y a 2 mil millones para el diesel, estos montos aumentan respectivamente a 700 mil y 329 mil millones en 2050. La recaudación derivada de dicho impuesto significa, en promedio, 0.70% del PIB anual para el periodo 2011-2050, alcanzando 3.5% del PIB en 2050.

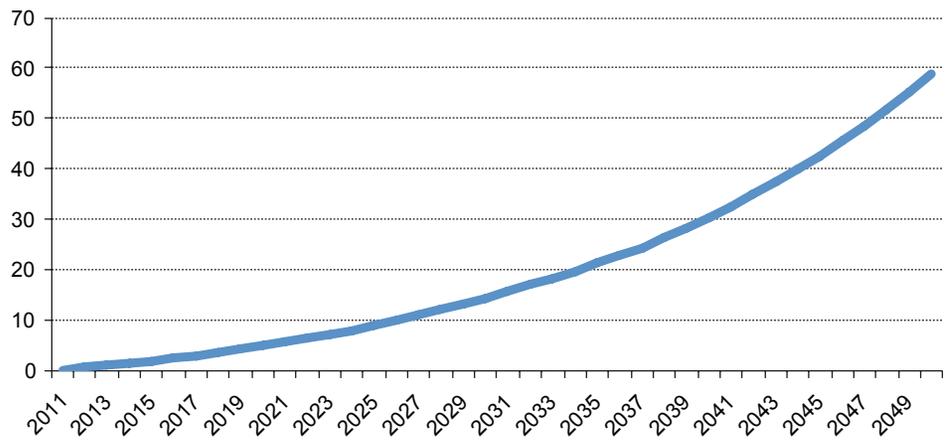
Las proyecciones del consumo de electricidad de los sectores residencial e industrial se reportan en la Gráfica 58. La tasa promedio anual de crecimiento del consumo de electricidad residencial con el escenario base es de 3.1% con un rango de entre 2.9% y 3.3% a 60% de probabilidad, mientras que el consumo en el sector industrial aumenta 4.5% promedio con un rango de 4.2% y 4.7% (Cuadro 28).

En el escenario de reforma fiscal verde, que considera un aumento de los precios relativos de 2%, se observa un ritmo de crecimiento de 2.5% del consumo del sector residencial y de 2.6% del consumo

<sup>37</sup> De mantenerse un crecimiento de 2% de los precios internos y un aumento de 1.8% de los precios externos, el aumento de la brecha a partir de 2014 (los precios domésticos ahora serán más altos) generarían una recaudación positiva de 2.7 billones de pesos. Sin embargo, un aumento sostenido en las brechas de precios es improbable.

GRÁFICA 56

**Ahorro del sector público al aplicar un impuesto anual de 2% a los combustibles  
(miles de millones de pesos de 2003)**



Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 28

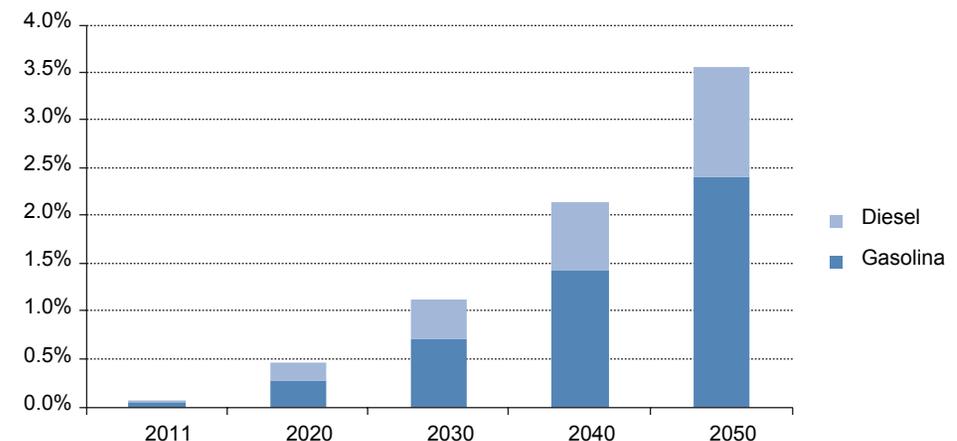
**Evolución del consumo de electricidad: escenario BAU**

Variable	Límite inferior	Media	Límite superior
Electricidad residencial	2.9	3.1	3.3
Electricidad industrial	4.2	4.5	4.7

Fuente: elaboración propia.

GRÁFICA 57

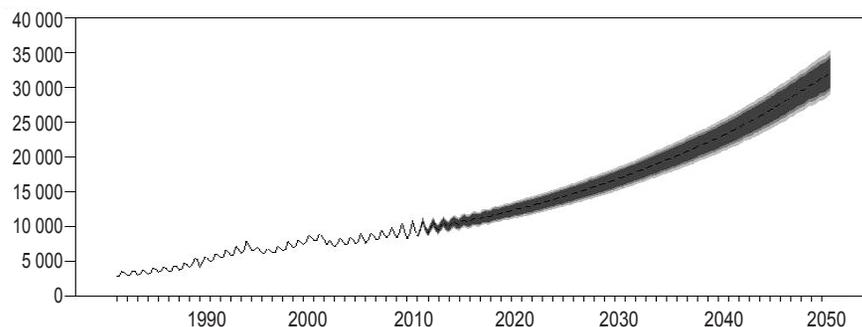
**Recaudación al aplicar un impuesto anual de 2% a los combustibles  
(% del PIB)**



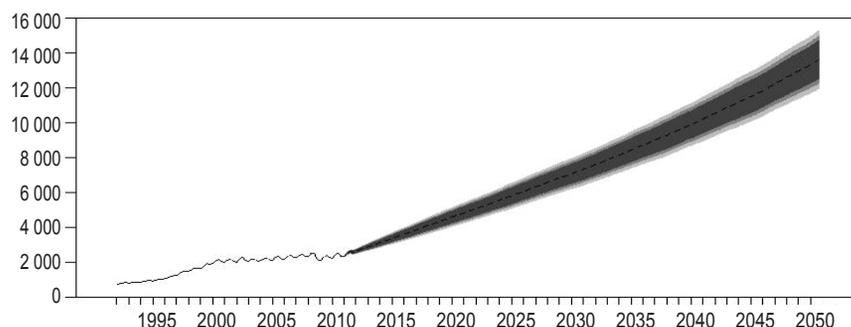
Fuente: elaboración propia.

Gráfica 58

**Simulación del modelo de consumo de electricidad residencial: escenario BAU (GWh)**



**Simulación del modelo de consumo de electricidad industrial: escenario BAU (GWh)**



**Fuente:** elaboración propia.

del sector industrial. Estos resultados muestran que la demanda de electricidad continuará aumentando en los próximos años, asociada a la trayectoria del ingreso y que el impacto en el aumento de precios relativos será insuficiente para contener este crecimiento (Cuadro 29).

A pesar de los cambios que se han llevado a cabo en los últimos años en el esquema de tarifas del sector eléctrico mexicano, este recibe fuertes recursos monetarios por concepto de subsidios (Carreón, 2010). De mantener la brecha

de tarifas y precio-costo, el subsidio del sector residencial aumenta en el escenario BAU poco más de 3% anual promedio sobre el nivel actual hasta 2050 (año base de referencia, 2010) y de 2.4% en el escenario de reforma fiscal verde débil (Gráfica 60). Por su parte, en el sector industrial, considerando el escenario base, los subsidios aumentan a una tasa de crecimiento anual de 4.4% y bajo el escenario de reforma fiscal de 2.6% (Gráfica 61).

De mantener la brecha de tarifas y precio-costo, el subsidio del sector resi-

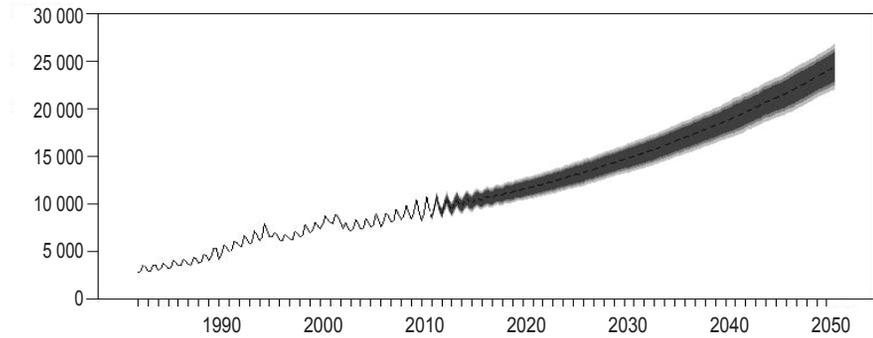
**CUADRO 29**  
**Evolución del consumo de electricidad: escenario reforma fiscal**

Variable	Límite inferior	Media	Límite superior
Electricidad residencial	2.2	2.5	2.6
Electricidad industrial	2.3	2.6	2.8

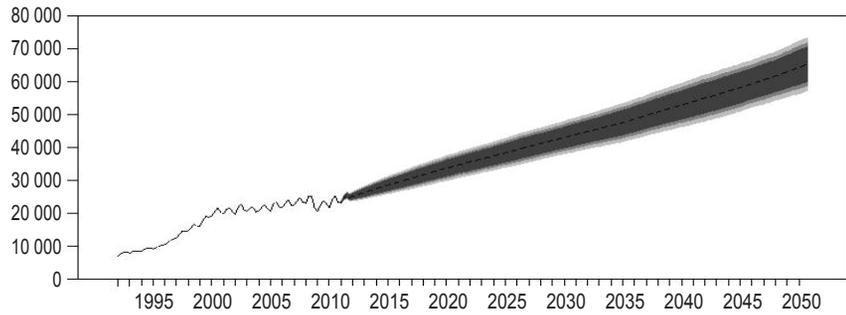
**Fuente:** elaboración propia.

GRÁFICA 59

**Simulación del modelo de consumo de electricidad residencial:  
escenario reforma fiscal  
(GWh)**



**Simulación del modelo de consumo de electricidad industrial:  
escenario reforma fiscal  
(GWh)**

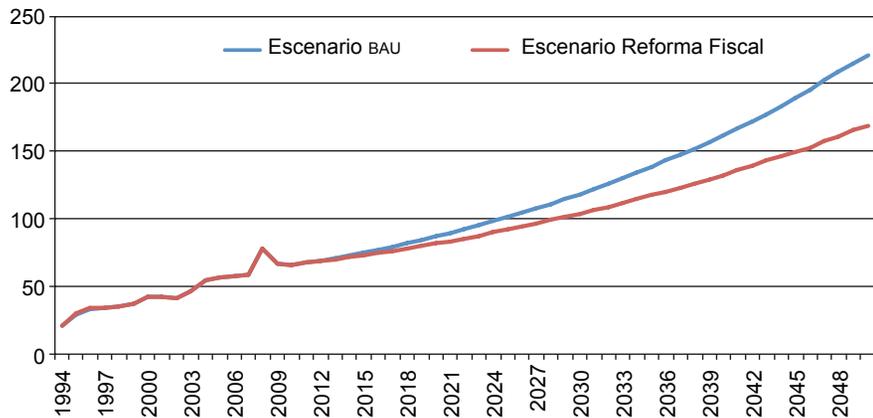


Fuente: elaboración propia.

dencial aumenta en el escenario BAU de 63 a 221 mil millones a precios de 2003 en 2050 (año base de referencia, 2010), es decir de 0.7% del PIB de 2010 a 0.8% del PIB de 2050 (Gráfica 60). En promedio el subsidio es de aproximadamente 0.75% del PIB para cada año entre 2011 y 2050. Considerando el escenario de reforma fiscal

Gráfica 60

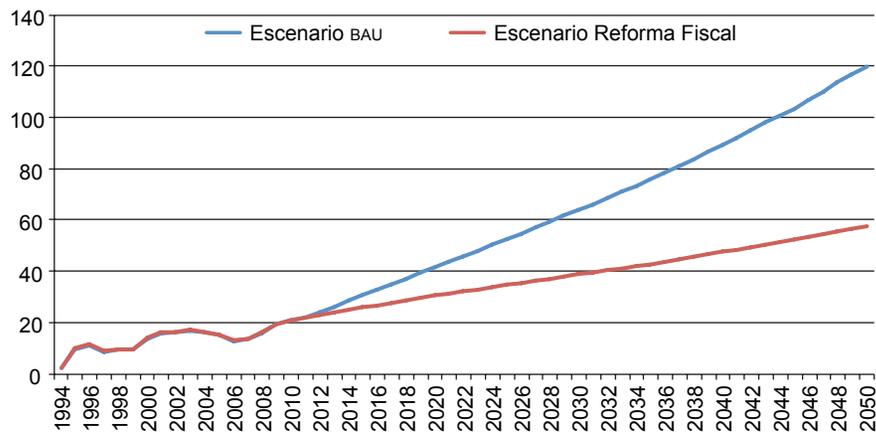
**Proyección de los subsidios en el sector eléctrico residencial en México, 2011-2050  
(miles de millones de pesos a precios de 2003)**



Fuente: elaboración propia con base en información estadística de la SENER.

Gráfica 61

**Proyección de los subsidios en el sector eléctrico industrial en México, 2011-2050**  
(miles de millones de pesos a precios de 2003)



**Fuente:** elaboración propia con base en información estadística de la SENER.

verde débil, los subsidios alcanzan 169 mil millones de pesos a precios de 2003, con un promedio anual de aproximadamente 0.65% del PIB entre 2011 y 2050.

En el sector industrial, considerando el escenario base, los subsidios alcanzan los 120 mil millones y en el escenario de reforma fiscal verde se sitúan en 60 mil millones (Gráfica 61). En términos porcentuales del PIB, tomando como referencia el escenario base, pasan de 0.2% del PIB a 0.4% en el periodo que va de 2011 a 2050. Considerando el escenario de reforma fiscal verde, su valor se sitúa en 0.24% del PIB, entre 2011 y 2050.

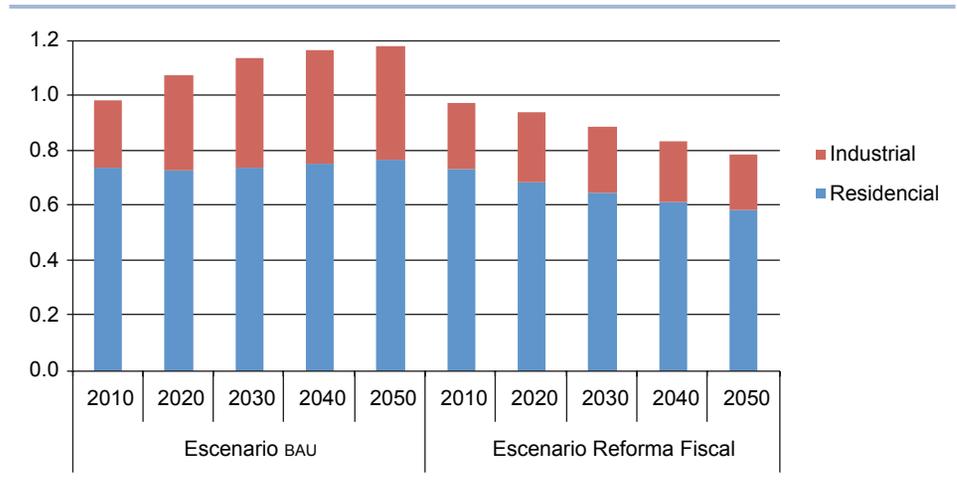
Los resultados de las proyecciones muestran que bajo las condiciones actuales, y de no registrarse cambios significativos en la política de precios, es decir, bajo un escenario base, los subsidios tienden a incrementarse. Ello implica que los subsidios correspondientes a los sectores residencial e industrial se ubiquen en 2050 en 341 mil millones de pesos a precios de 2003. En promedio el subsidio total es de aproximadamente 1.1% del PIB para cada año entre 2011 y 2050 (Gráfica 62). En el escenario de reforma fiscal débil, los subsidios alcanzan 226 mil millones (2003 = 100), es decir, más del doble de subsidio que se destina a estos dos sectores actualmente, el subsidio correspondería en pro-

medio a cerca de 0.9% del PIB en términos para cada año de 2011 a 2050, esto significaría que la cantidad de subsidios destinados a los sectores residencial e industrial no presenten ningún cambio, ya que actualmente este se ubica alrededor del 0.9 % con relación al PIB.

Se observa además un ahorro del sector público en caso de que el aumento de precios corresponda a una recaudación y ésta disminuya la cantidad de recursos que actualmente se destinan al consumo del sector eléctrico. Ello implica que se tendría un ahorro en 2050 de 114 mil millones de pesos a precios de 2003 originados en los sectores residencial e industrial. Esto generaría un ahorro de los dos sectores en promedio de 0.23% del PIB anual para el periodo 2011-2050.

Asimismo, una vez que se ha analizado la evolución de los subsidios en los sectores industrial y residencial, resulta interesante estimar la evolución de la recaudación por concepto de impuestos, en el caso en que el aumento de precios corresponde a un incremento de los impuestos sobre el consumo eléctrico. Ello implica que la recaudación llegue a 51 y 509 mil millones de pesos a precios de 2003 originados en los sectores residencial e industrial, respectivamente. Esto generaría una recaudación de los dos secto-

Gráfica 62  
**Subsidio total del sector eléctrico: residencia e industrial**  
 (% del PIB)



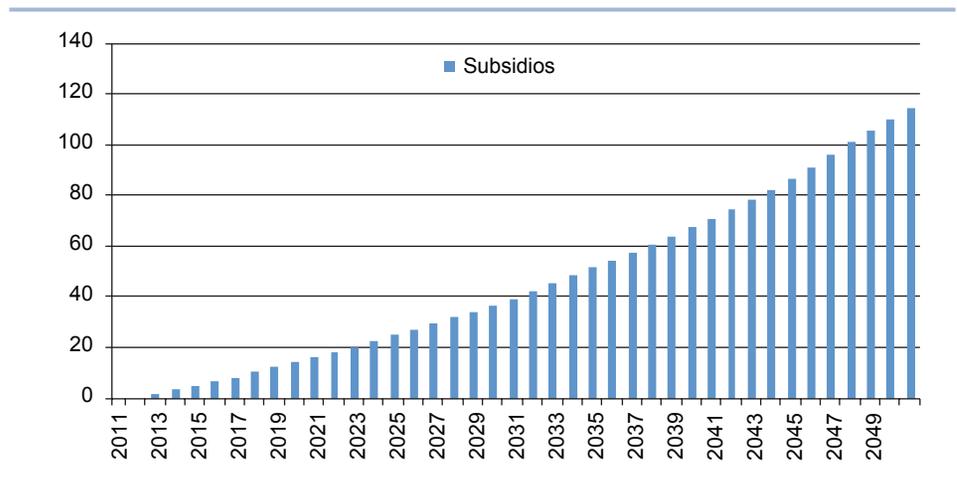
Fuente: elaboración propia con base en información estadística de la SENER.

res en promedio de 0.9% del PIB anual para el periodo 2011-2050.

Los sectores residencial e industrial son responsables de cerca de 87% de los subsidios relacionados con las tarifas en el sector eléctrico (SENER, 2010). De acuerdo con cifras del Instituto Nacional de Ecología (INE) (2000), actualmente, las emisiones por la generación de electricidad aportan 16% del total de GEI y 26% del total por consumo de energía. Como conse-

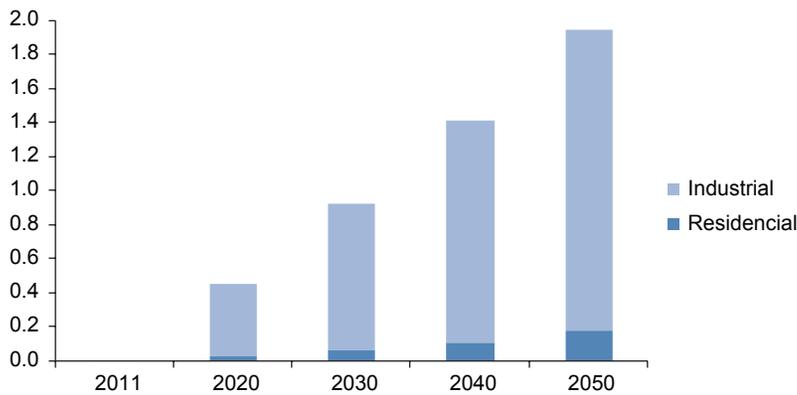
cuencia de la trayectoria del consumo de electricidad se espera un aumento anual de las emisiones de GEI de 2.5% provenientes del sector residencial y de 4.2% del sector industrial, manteniendo constantes la actual estructura de consumo de electricidad en México (Gráfica 65). Por su parte, en el escenario de reforma fiscal verde débil se observa una tasa de crecimiento de las emisiones del sector residencial de 1.8% y 2.45% del sector indus-

Gráfica 63  
**Ahorro del sector público al aplicar un impuesto anual de 2%**  
**en los sectores eléctricos residencial e industrial**  
 (miles de millones de pesos de 2003)



Fuente: elaboración propia con base en información estadística de la SENER.

GRÁFICA 64  
**Recaudación al aplicar un impuesto anual de 2%**  
**(% del PIB)**



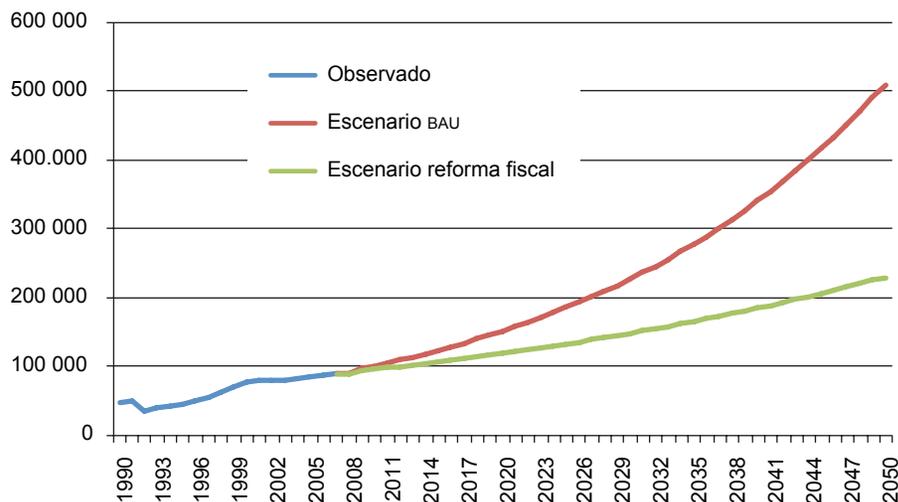
**Fuente:** elaboración propia con base en información estadística de la SENER.

trial. Finalmente, cabe señalar que de 1990 a 2006 las emisiones de  $\text{CO}_2$  que se generaron en el sector eléctrico crecieron a un ritmo anual de 3.3%. Para el periodo de 2007-2050, en promedio anual, las emisiones de  $\text{CO}_2$  del sector eléctrico presentan un ritmo de crecimiento de 3.4% bajo el escenario base y de 2.2% bajo la reforma fiscal verde.

Las principales consecuencias de estos escenarios se sintetizan en el cuadro 30, en donde destacan:

1. El escenario BAU donde se mantiene un precio interno fijo sobre el consumo de gasolinas, implica un aumento significativo del consumo de gasolinas; esto es, la tasa de crecimiento esperado del consumo de gasolinas es de 4.5% promedio anual para el período 2011-2050. Ello va acompañado de un aumento importante del monto anual de subsidio que se ubica en promedio en el 0.38% del PIB de cada año. Por su parte, en el escenario de reforma fiscal verde un aumento en

GRÁFICA 65  
**Emisiones de  $\text{CO}_2$  del consumo de electricidad residencial e industrial**  
**(miles de toneladas)**



- los impuestos reflejado en un aumento en el precio de la gasolina se traduce en un menor ritmo de crecimiento en su consumo y por tanto de las emisiones. Esto refleja la baja elasticidad precio de las gasolinas y su alta sensibilidad a la trayectoria del ingreso. En este sentido, una política impositiva más agresiva tiene consecuencias más sobre la recaudación que sobre el control de las externalidades. Así, se observa que el subsidio se reduce a un promedio de 0.30% del PIB de cada año, alcanzando los 98 mil millones de pesos a precios de 2003 en 2050, asimismo, el consumo de gasolina tiene una desaceleración, creciendo a una tasa promedio de 3.4%.
2. El diesel muestra un crecimiento acelerado en el escenario BAU, alcanzando una tasa de 3.8% promedio anual para el periodo 2011-2050. Al igual que en el caso de las gasolinas, las estimaciones muestran una baja sensibilidad al precio, así como una alta elasticidad con respecto a los movimientos en el ingreso, esto genera un progresivo aumento en los requerimientos de subsidios equivalente al 0.10% promedio anual para el periodo 2011-2050, alcanzando los 34 mil millones en 2050. El crecimiento del consumo de diesel disminuye ante la aplicación de una política impositiva, reduciendo su tasa de crecimiento anual a 3.1% para el periodo 2011-2050, lo cual no tiene gran repercusión en los montos de los subsidios, que disminuyen a 0.09% del PIB anual para el periodo considerado.
  3. Las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas del consumo de gasolina y diesel tienen un crecimiento significativo en el escenario BAU. La senda en el consumo de ambos combustibles genera un crecimiento de 4.3% de las emisiones, las cuales se elevan de 158 457 Gg en 2010 a 857 497 Gg en 2050. La política impositiva genera una caída de 31% de las emisiones sobre el BAU, las cuales se reducen a 588 457 Gg en 2050.
  4. La aplicación de una política impositiva es relevante en términos del gasto y el ingreso públicos. La política impositiva genera un ahorro, en términos de reducción del subsidio, de 0.09% del PIB anual para el periodo 2011-2050 y una recaudación por concepto del impuesto progresivo de 2% anual, en promedio, 0.70% del PIB anual para el periodo 2011-2050. La política impositiva será más efectiva si se elimina la política de subsidios, en este caso se ahorraría 0.70% del PIB en escenario BAU y 0.57% en el escenario de reforma fiscal. Asimismo, se recaudaría alrededor de 0.22% del PIB anual en el escenario BAU por concepto de cuota del IEPS y 0.18% del PIB en el escenario de reforma fiscal.
  5. Los escenarios para el consumo de electricidad muestran, en el escenario (BAU), un aumento importante del consumo residencial e industrial de 3.1% y 4.5% respectivamente. Ello está acompañado de un incremento anual de las emisiones de GEI substancial de 2.5% y 4.2% para los sectores residencial e industrial, respectivamente. Bajo estas condiciones el subsidio alcanza la cifra de 120 y 221 miles de millones de pesos a precios de 2003 para los sectores industrial y residencial, respectivamente, en el año 2050.
  6. Considerando el escenario de reforma fiscal, el consumo de electricidad continúa creciendo, en efecto, los sectores residencial e industrial presentan tasas de crecimiento anual promedio de 2.5% y 2.6% respectivamente. En este sentido, la definición adecuada de una estrategia para México requiere del conocimiento puntual de las diversas trayectorias de las emisiones de GEI, con este escenario las emisiones de GEI se incrementan 1.8% y 2.4% para los sectores residencial e industrial, respectivamente. El subsidio de los sectores industrial y residencial alcanza la cifra de 60 y 169 mil millones de pesos a precios de 2003 en el año

2050. Como porcentaje del PIB, los subsidios de estos sectores en promedio de 2011 a 2050 se sitúan en 0.9%.

7. Los escenarios planteados tienen consecuencias fuertemente diferenciadas para las finanzas públicas en México. Esto es, en el escenario BAU, los subsidios ascienden en promedio

a 1.6% del PIB anual para el periodo 2011-2050, mientras que en el escenario de reforma fiscal, dicha cifra se reduce a 1.3% del PIB anual. Asimismo, la recaudación esperada por concepto del impuesto adicional al consumo de gasolina, diesel y electricidad, es en promedio de 1.6% del PIB anual para el periodo 2011-2050.

**CUADRO 30**  
**Resumen de resultados**

Escenarios	Concepto	Periodo	
		1995-2010	2011-2050
	PIB	2.90	3.00
	PIB industrial	2.80	3.00
	Gasto público	4.68	4.50
	Ingreso público	3.91	4.07
	Déficit	25.33	6.57
	Parque automotora gasolina	7.17	4.50
	Parque automotora diesel	6.33	4.50
Escenario BAU	Consumo de gasolina	3.49	4.50
	Consumo de diesel	6.18	3.80
	Consumo de electricidad residencial	3.22	3.09
	Consumo de electricidad industrial	6.36	4.45
	Emisiones de gasolina	3.49	4.50
	Emisiones de diesel	6.18	3.80
	Emisiones de electricidad residencial	4.34	2.47
	Emisiones de electricidad industrial	2.69	4.21
	Subsidio a gasolinas y diesel	0.40	0.50
	Subsidio a electricidad	0.90	1.10
Escenario reforma fiscal	Consumo de gasolina	3.49	3.40
	Consumo de diesel	6.18	3.10
	Consumo de electricidad residencial	3.22	2.40
	Consumo de electricidad industrial	6.36	2.56
	Emisiones de gasolina	3.49	3.40
	Emisiones de diesel	6.18	3.10
	Emisiones de electricidad residencial	4.34	2.45
	Emisiones de electricidad industrial	2.69	1.83
	Subsidio a gasolinas y diesel	0.40	0.40
	Subsidio a electricidad	0.90	0.90
	Recaudación de gasolinas y diesel	-	0.70
	Recaudación de electricidad	-	0.95

Fuente: elaboración propia.

## ELASTICIDADES PRECIO DE LA GASOLINA Y ELECTRICIDAD POR DECIL

Por medio de la Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH) se pueden realizar estimaciones del impacto diferenciado que tendrían los impuestos en gasolina y electricidad sobre los diferentes deciles de la población. La estimación de elasticidades precio utilizando este tipo de encuestas debe considerar que el diseño muestral es complejo, y los estimadores deben reflejar la complejidad del diseño muestral (Chromy y Abeyasakera, 2005). Las características particulares de las encuestas de hogares son:

- (a) *Muestreo por ponderadores o pesos:* este tipo de encuestas contienen observaciones, las cuales son seleccionadas mediante un proceso aleatorio, pero muchas de ellas pueden tener diferentes probabilidades de selección, por lo tanto, se realizan diferentes tratamientos o ajustes a la muestra, que están fuertemente relacionados con los errores estándar. Con la omisión de estos ajustes mediante ponderadores los resultados pueden presentar sesgos muy importantes.
- (b) *Muestreo por clusters:* en las encuestas de los hogares los individuos no muestran independencia ya que son típicamente agrupados en grupos o *clusters*, por ejemplo, en países, entidades federativas, ciudades, cuadras, viviendas, hogares, etc. Además se pueden construir subgrupos o *sub-clusters* que se desprenden de una "muestra primaria de individuos o unidades", los cuales se pueden comparar y obtener una variabilidad reflejada en los errores estándar, en las pruebas de hipótesis y en otros tipos de inferencias.
- (c) *Estratificación:* se conocen comúnmente como estratos a los grupos de *clusters*, en las encuestas de hogares, que son frecuentemente tomados y separados y que son estadísticamente independientes, homogéneos y en un

principio son fijos, por ejemplo, en una muestra de país se puede dividir en dos estratos que en ese caso serían urbano y rural. Es importante señalar que si el estrato individual es más homogéneo que la población en su conjunto, existe homogeneidad que puede generar estimaciones de errores estándar más pequeños.

- (d) *Corrección de la población finita:* es un ajuste aplicado a la varianza debido a que se está utilizando una muestra sin reemplazo de una población que es finita.

Considerando lo anterior, es necesario realizar la estimación econométrica de la ENIGH a través del análisis de tipo *survey*. Las ponderaciones de la encuesta y la estimación estadística basada en los pesos son el enlace entre las observaciones de una muestra probabilística de hogares y de sus medidas de resumen o parámetros de la población acerca de la población de los hogares. Sin la aplicación del muestreo probabilístico y de la ponderación, no hay ningún soporte estadístico que establezca un vínculo entre las observaciones de la muestra y los parámetros de la población objetivo (Chromy y Abeyasakera, 2005).

Para estimar la elasticidad precio de la gasolina y de la electricidad con la ENIGH se utilizarán modelos de regresión lineal múltiple, la representación que involucra una variable continua explicatoria y una variable categórica explicatoria con base en el análisis *survey*.<sup>38</sup>

$$y_{hij} = \alpha x_0 + \beta_1 x_{1hij} + \sum_{d=1}^D \gamma_d x_{2dhij} + \varepsilon_{hij} \quad (7)$$

En donde  $y_{hij}$  representa la variable dependiente observada,  $x_0$  representa el intercepto,  $x_{1hij}$  es una variable explicatoria continua,  $x_{2dhij}$  es el conjunto de variables indicativas definidas en D niveles de una variable categórica y el término de error está determinado mediante  $\varepsilon_{hij}$ , que

<sup>38</sup> Se define como  $h$  a las variables por estrato y las unidades de muestra primaria están representadas por  $i$ .

mide la desviación del modelo asociado con la  $j$ -ésima observación, asociado con la  $i$ -ésima unidad del  $h$ -ésimo estrato. Finalmente se tiene que  $\alpha$ ,  $\beta$ , y  $\gamma_d$  ( $d = 1, 2, \dots, D$ ) representan los coeficientes estimados de la regresión.

Para entender los efectos que pueden existir, derivados de esta ecuación, tenemos por ejemplo una variable dependiente  $y$ , una variable explicativa  $x$  y cuatro categorías denominadas como  $d = \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  y  $\alpha_4$  (este último dominio de referencia). Entonces los coeficientes estimados de la regresión, para las variables de dominio, están definidos con respecto a la diferencia entre un dominio y otro.

La prueba de la significancia estadística de un coeficiente estimado entre, por ejemplo, para el dominio  $\alpha_1$ , actualmente comprueba si ese dominio y  $\alpha_4$  pueden ser ejemplares aleatorios derivados de una muestra común de una población específica, es decir, si el coeficiente de  $\alpha_1$  es estadísticamente significativo de cero, esto significa que es altamente improbable que la variable  $x$  de esos dominios son muestras de la población después del ajuste por el número de observaciones de la variable  $y$  (Chromy y Abeyasakera, 2005).

El modelo base para estimar elasticidades precio de la demanda usando precios de mercado y una forma funcional de proporción logarítmica es (Deaton, 1989):

$$w_{Gi} = \alpha_{Gi} + \beta_G \ln x_i + \sum \theta_{GH} \ln p_H + y'z_i + u_{Gi} \quad (8)$$

Donde  $w_{Gi}$  es la proporción del gasto dedicada al bien  $G$  del hogar  $i$ ,  $x_i$  es el gasto total del hogar  $i$ ,  $p_H$  son los precios de mercado, y  $z_i$  es un vector de características del hogar. Esta forma funcional en la que  $w_{Gi}$  no está en logaritmos fue seleccionada porque considera a todos los hogares aunque su consumo del bien sea nulo. Este método de utilizar modelos basados en proporciones del gasto e incluir los hogares con cero compras también es defendido y usado por casi todos los estudios que han utilizado el enfoque de Deaton para estimar la elasticidad de la de-

manda (Ayadi et al., 2003) y el análisis de una reforma fiscal (Nicita, 2004).

Las elasticidades precio  $\varepsilon_{GN}$  entonces, se encuentran con la estimación de la ecuación 8 y utilizado (Gibson y Kim, 2004):

$$\varepsilon_{GH} = \frac{\theta_{GH}}{w_G} - \delta_{GH} \quad (9)$$

Donde  $\delta_{GH}$  es el delta de Kronecker (que es igual a 1 si  $G = H$  y 0 en otro caso) y la proporción del gasto  $w_G$  está evaluada en su media.

Con base en la información de la ENIGH de 2008,<sup>39</sup> se especificaron funciones de demanda de gasolina y electricidad. La especificación se basó en Deaton (1989), la ecuación de demanda de gasolina es:

$$pgg_i = \beta gas_i + \gamma 1prg + \gamma 1vhi + \gamma 2trans\_pi + \gamma 3marg_i + \gamma 4tam\_hog_i + u_i \quad (10)$$

Dónde  $pgg$  es la proporción del gasto en gasolina respecto al gasto mensual,  $vhtot$  es el logaritmo del número de vehículos que utilizan gasolina en el hogar,  $gasm$  es el logaritmo del gasto total mensual del hogar,  $prg$  es el logaritmo del precio relativo de la gasolina, el cual es el mismo para todos los hogares  $trans\_p$  es la proporción del gasto en transporte público,  $marg$  es el índice de marginación en donde se encuentra el hogar, y  $tam\_hog$  es el número de habitantes por hogar.

Para el caso de la electricidad:

$$pge_i = \beta gasm_i + \theta pre + 1et_i + \gamma 2marg_i + \gamma tam\_hog_i + u_i \quad (11)$$

Donde  $pge$  es la proporción del gasto en electricidad respecto al gasto mensual,  $aptot$  es el logaritmo del total de electrodomésticos que hay en el hogar,  $gasm$  es el logaritmo del gasto total mensual del

<sup>39</sup> Los datos de la ENIGH se clasificaron por decil de acuerdo con la metodología del CONEVAL, en función del gasto mensual. Para el análisis, se eliminaron los valores extremos de las distribuciones por decil. Los pesos y estratos utilizados en el análisis para la extrapolación provienen directamente de la ENIGH.

hogar, *pre* es el logaritmo del precio relativo de la electricidad, el cual es el mismo para todos los hogares, *marg* es el índice de marginación en donde se encuentra el hogar, y *tam\_hog* es el número de habitantes por hogar.

Los datos de la ENIGH indican que el gasto promedio mensual de los hogares es de

\$25 985 pesos, en promedio se gastan \$1 116 al mes en gasolina y \$383 en electricidad. En promedio se cuenta con un 1 vehículo y con 12 electrodomésticos. La proporción del gasto en gasolina sobre el gasto total, considerando únicamente a los que compran este bien, es de 3.35%, mientras que en electricidad es de 1.58% (Cuadro 31).

CUADRO 31  
Estadísticas de los hogares ENIGH, 2008

	Variable	Número de observaciones	Población	Media	Error estándar
Gasto en gasolinas	<i>ggd</i>	13 195	12 829 689	1 116.64	18.327
Proporción del gasto en gasolina	<i>pgg</i>	12 912	12 646 887	3.35	0.037
Gasto mensual	<i>gasmon</i>	30 808	27 577 561	25 985.60	135.428
Vehículos en el hogar	<i>vh</i>	30 805	27 575 503	0.798 ≈ 1	0.007
Gasto en electricidad	<i>gel</i>	21 315	20 906 136	383.86	3.437
Proporción del gasto en electricidad	<i>pge</i>	21 315	20 906 136	1.58	0.012
Aparatos electrodomésticos en el hogar	<i>et</i>	30 586	27 413 061	12.182 ≈ 12	0.051

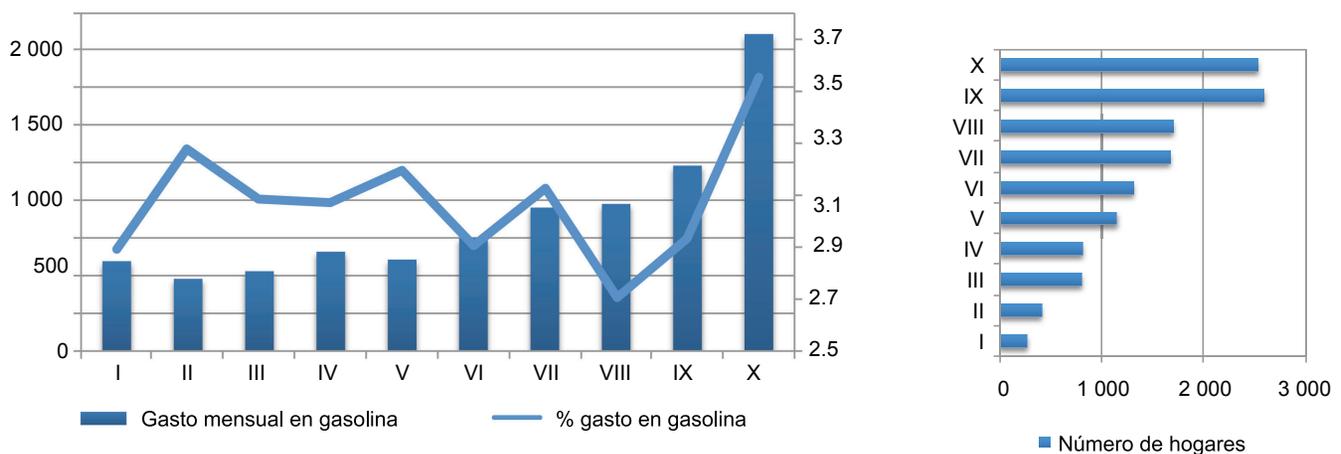
**Notas:** las variables *ggd*, *gasmon* y *gel* están medidas en pesos corrientes, para el caso de *pgg* y *pge* están en porcentaje y para *vh* y *aptot* están en unidades.

**Fuente:** elaboración propia con datos de la ENIGH (2008).

El gasto mensual promedio en gasolinas por decil de los hogares que declararon gastar en este bien oscila entre 384 a 1 689 pesos, en los primeros seis deciles no pasa de 600 pesos. La participación del gasto en gasolinas en el total es bastante homogénea entre los deciles, sin embar-

go, es en el último decil donde la proporción es mayor. El número de hogares que gasta en gasolinas es proporcional al decil, es decir entre mayor sea el decil más hogares pertenecientes a esa categoría consumen el bien (Gráfica 66). Por su parte la electricidad es un bien que se consu-

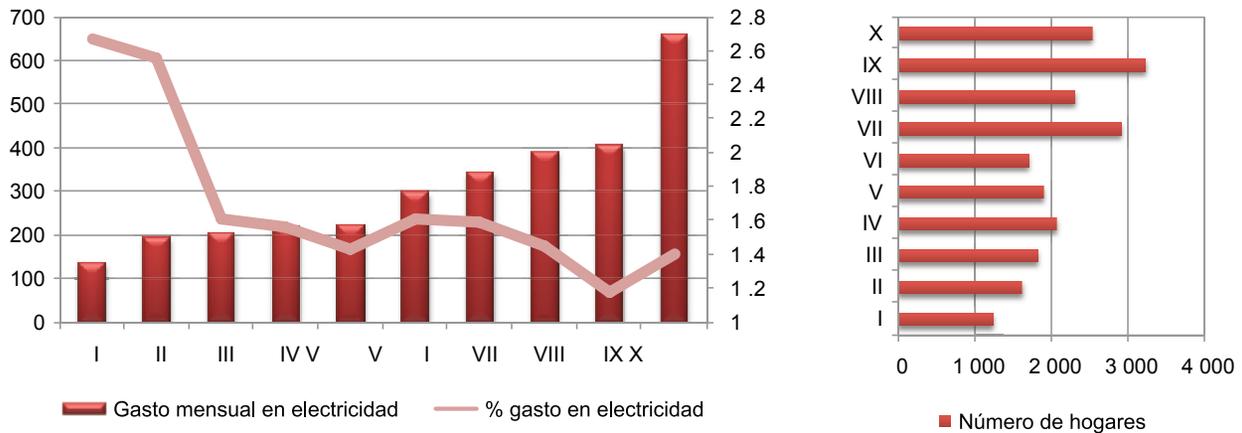
GRÁFICA 66  
Gasto mensual en gasolina y su proporción respecto al gasto total por decil



**Fuente:** elaboración propia con datos de la ENIGH (2008).

GRÁFICA 67

## Gasto mensual en electricidad y su proporción respecto al gasto total por decil



Fuente: elaboración propia con datos de la ENIGH 2008.

me de forma más homogénea entre los deciles (Gráfica 67). El gasto en electricidad oscila entre 137 a 661 pesos. Sin embargo, al ver los porcentajes de participación de ambos bienes en el decil uno se observa que es muy parecido al de las gasolinas. Tanto la gasolina como la electricidad son bienes normales, en el sentido que aumenta su consumo cuando aumenta el ingreso.

Los resultados de las estimaciones<sup>40</sup> de las ecuaciones 10 y 11 se presentan en los Cuadros 32 y 33, sólo se reportan los coeficientes que son estadísticamente significativos, los resultados muestran mucha diversidad, la cual está asociada a la distribución de los datos de la ENIGH, que presentan una alta heterogeneidad entre hogares. En el caso de la demanda de gasolinas, las variables que resultan significativas, además de los precios, son el número de vehículos en el hogar y el tamaño de los mismos; por su parte para la demanda de electricidad es relevante el tamaño del hogar.

Con los coeficientes estimados y la proporción del gasto en gasolina evaluado en la media ( $w_c$ ) se obtuvieron las elasticidades precio de la gasolina y electricidad (Gráficas 68 y 69). La elasticidad

precio de la gasolina con todos los hogares es de -0.15, sin embargo, al estimarse por decil se observa que los de menor ingreso reaccionan en mayor medida a cambios en el precio, por ejemplo, los deciles del I al III tienen elasticidades menores a -0.3, mientras que los deciles del VIII al X sus elasticidades son mayores a -0.10, indicando un menor ajuste a los precios. En este sentido un impuesto a la gasolina incide en mayor medida en el consumo de los hogares con menores ingresos, siendo el decil I el más afectado, donde un incremento de 1% en la gasolina se traduciría en una reducción de 4% en su consumo.

La elasticidad precio de la electricidad es mayor, de -0.28 considerando todos los hogares, sin embargo, en este caso la dispersión es menor, del decil IV al X el promedio es de -0.10, y en los deciles de menor ingreso es donde la elasticidad es mayor. Con estos resultados se puede inferir que una reducción al subsidio en el consumo de electricidad de nuevo generaría efectos más importantes en los deciles de menores ingresos, por lo cual es conveniente diseñar estrategias en las que se considere el nivel del consumo de energía eléctrica en la reducción del subsidio, con la finalidad de no generar mayores desigualdades.

<sup>40</sup> Las estimaciones se realizaron en el programa STATA usando los comandos *survey*, para considerar la complejidad de la ENIGH.

**CUADRO 32**  
**Modelos de demanda de gasolina total y por decil**

	Deciles										Total
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Núm. de observ.	356	358	506	570	1 294	790	1 908	1 397	1 568	1 747	15 338
Población	283 832	249 793	365 911	416 003	1 082 311	608 544	1 704 897	1 123 855	1 341 285	3 059 445	14 695 370
R <sup>2</sup>	0.533	0.442	0.508	0.603	0.628	0.788	0.677	0.587	0.707	0.940	0.600
gasm		-0.0046 (0.0024)				-0.0019 (0.004)	-0.0018 (0.0022)	0.0015 (0.0012)			-0.0053 (0.0004)
prg	-0.1858 (0.0265)	-0.1689 (0.1094)	-0.1298 (0.0319)	-0.1201 (0.0131)	-0.1683 (0.0119)	-0.1748 (0.1839)	-0.1446 (0.1084)	-0.1211 (0.0622)	-0.1634 (0.0129)	-0.1640 (0.0138)	-0.2378 (0.0198)
vh	0.0104 (0.0124)	-0.0107 (0.0022)	-0.0090 (0.0052)	0.0260 (0.0054)	-0.0166 (0.0024)	0.0129 (0.0016)	0.0274 (0.0024)	0.0047 (0.0019)	0.0267 (0.0022)	0.0122 (0.0014)	0.0177 (0.0007)
trans_p		0.0088 (0.0022)	-0.0019 (0.0011)	-0.0045 (0.001)		0.0031 (0.0006)		-0.0023 (0.0004)	0.0015 (0.0007)	-0.0166 (0.0002)	
marg	-0.0025 (0.0017)			0.0031 (0.0006)	-0.0006 (0.0007)		0.0025 (0.0006)	0.0004 (0.0004)	-0.0035 (0.0004)	0.0136 (0.0003)	0.0058 (0.0002)
tam_											
hog	-0.0032 (0.0011)	-0.0020 (0.0004)	-0.0010 (0.0007)	-0.0006 (0.0004)	-0.0006 (0.0004)	-0.0021 (0.0003)	-0.0007 (0.0004)	-0.0028 (0.0002)	-0.0011 (0.0003)		0.0005 (0.0001)
w <sub>G</sub>	0.4432	0.5164	0.8706	0.7461	1.2475	1.3059	1.1822	1.5094	1.6996	3.8114	1.5578

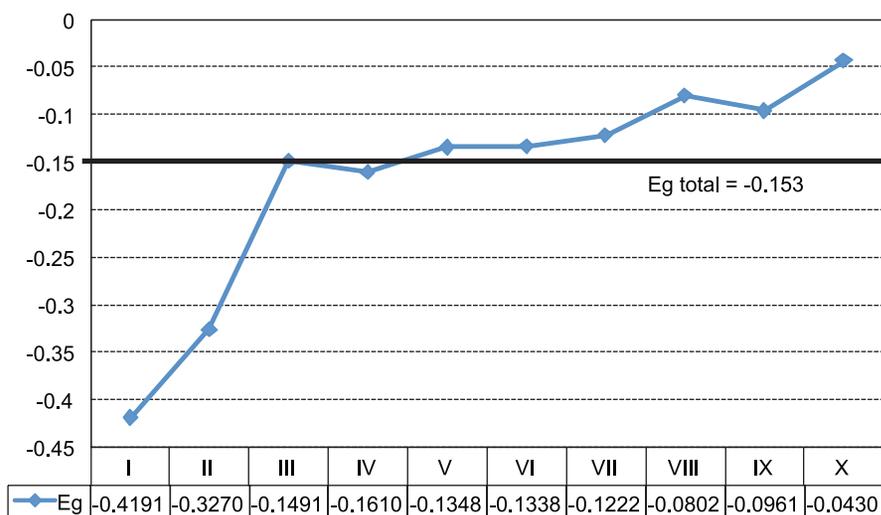
**Notas:** R<sup>2</sup> es el coeficiente de determinación. w<sub>G</sub> es la proporción del gasto evaluado en la media. El valor entre paréntesis significa el error estándar del coeficiente.

**CUADRO 33**  
**Modelos de demanda de electricidad total y por decil**

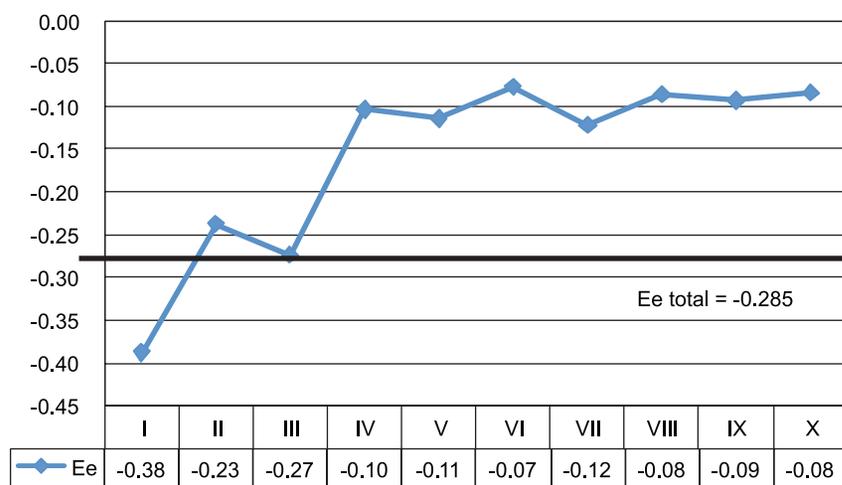
	Deciles										Total
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Núm. de observ.	2 438	2 462	2 812	2 976	2 907	3 046	3 748	3 202	4 092	3 093	30 582
Población	1 841 383	1 809 081	2 061 857	2 291 592	2 431 396	2 495 423	3 912 226	2 699 653	3 720 116	4 298 439	27 411 114
R <sup>2</sup>	0.351	0.386	0.331	0.419	0.481		0.499	0.423	0.509 ()	0.677 ()	0.443
gasmon	-0.0038 (0.0016)		-0.0018 (0.0009)		0.0003 (0.0007)			-0.0011 (0.0006)			-0.0055 (0.0003)
pre	-0.5573 (0.1449)	-0.4096 (0.0901)	-0.3075 (0.0958)	-0.1159 (0.0089)	-0.1099 (0.0721)	-0.0745 (0.0082)	-0.1617 (0.0107)	-0.0949 (0.0627)	-0.0950 (0.0047)	-0.1157 (0.0493)	-0.3423 (0.0217)
et		-0.0023 (0.0012)						0.0015 (0.0009)		-0.0014 (0.0007)	0.0045 (0.0002)
marg				0.0015 (0.0003)	0.0005 (0.0002)	0.0007 (0.0002)	0.0006 (0.0002)	0.0005 (0.0001)		0.0010 (0.0002)	0.0008 (0.0001)
tam_hog	-0.0013 (0.0002)	-0.0014 (0.0004)		-0.0011 (0.0001)	-0.0010 (0.0001)		-0.0006 (0.0001)		0.0002 (0.00004)	0.0012 (0.0001)	0.0003 (0.00003)
w <sub>G</sub>	0.0143	0.0172	0.0112	0.0111	0.0096	0.0097	0.0131	0.0109	0.0101	0.0137	0.0120

**Notas:** R<sup>2</sup> es el coeficiente de determinación. w<sub>G</sub> es la proporción del gasto evaluado en la media. El valor entre paréntesis significa el error estándar del coeficiente.

GRÁFICA 68  
Elasticidad precio de la gasolina por decil



GRÁFICA 69  
Elasticidad precio de la electricidad por decil



# VI

## Elasticidad ingreso de los impuestos y cambio climático

El cambio climático tiene además impactos potenciales en la recaudación a través de sus efectos negativos o de pérdida de PIB. Esto tiene efectos potenciales mayores atendiendo a la debilidad estructural de las finanzas públicas mexicanas que deben de evaluarse (Cárdenas, Ventosa-Santaulària y Gómez, 2008). Sin embargo, estudios recientes señalan una tendencia a la baja en la evasión fiscal global y para los impuestos al valor agregado, sobre la renta para asalariados y personas morales, y los impuestos especiales sobre producción y servicio (ITESM, 2009). El Cuadro 34 presenta los niveles de evasión fiscal reportados en México en 2000 y 2008. Ello debe traducirse en

una consolidación del sistema fiscal mexicano traducida a su vez en un aumento de la elasticidad ingreso de los impuestos.

Así, la evasión fiscal tomando en cuenta todos los impuestos se redujo en un poco más de 16 puntos porcentuales entre 2000 y 2008. En este mismo periodo la evasión del IVA disminuyó en cinco puntos porcentuales. En el año 2000 el porcentaje de evasión de este impuesto con respecto al PIB fue de 0.97, mientras que en el año 2008 el porcentaje fue de 0.81 (ITESM, 2009). Reducciones importantes en evasión se lograron también en el ISR, tanto el aplicado a los asalariados (16 puntos porcentuales) como el que deben

Cuadro 34 Evasión global y por impuestos en México, 2000 y 2008 (en porcentaje)					
Año	Global	IVA	ISR - A	ISR - PM	IEPS
2000	39.61	23.22	31.38	48.26	9.38 <sup>a</sup>
2008	23.36	17.77	15.00	13.43	9.11

**Notas:** ISR-A es el impuesto sobre la renta para asalariados, mientras ISR-PM es el impuesto sobre la renta de las personas morales. <sup>a/</sup> corresponde a la evasión del año 2001.

**Fuente:** servicio de Administración Tributaria (SAT) de la SHCP, con base en el estudio "Evasión Global de Impuestos: Impuesto Sobre la Renta, Impuesto al Valor Agregado e Impuesto Especial sobre Producción y Servicio no Petrolero".

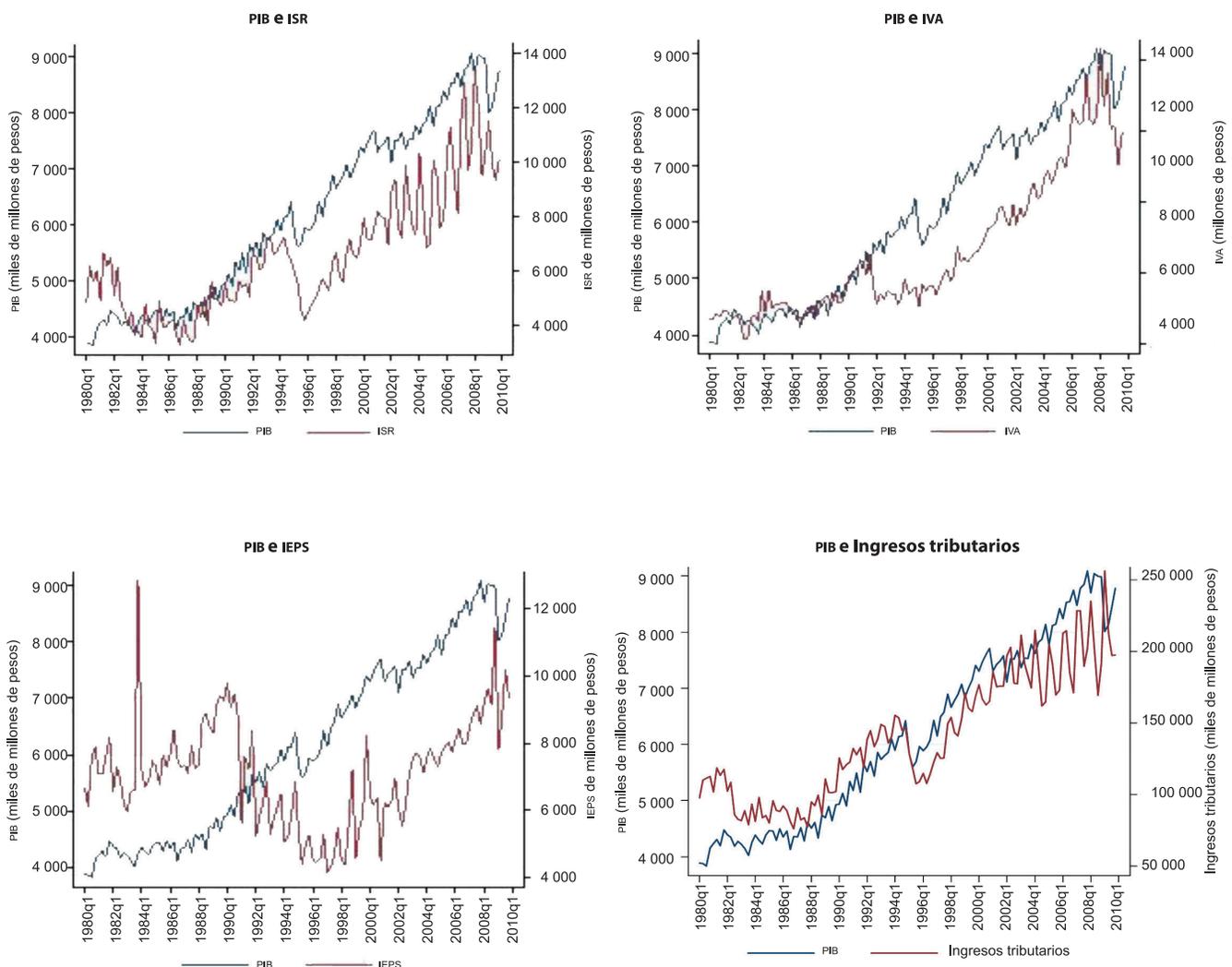
pagar las personas morales (35 puntos porcentuales). Algunos estudios (Hernández y Zamudio, 2004) han encontrado que en México el IVA es el gravamen con mayor peso para la recaudación. Hernández y Zamudio (2004), aplicando diferentes metodologías, encuentran que la evasión del IVA está entre 35 y 38% del potencial de recaudación, mientras Martín del Campo (1998) la ubica en 60%. Entre las causas de la alta evasión fiscal en México Hernández y Zamudio (2004) señalan la forma como se realizan las auditorías, los tratamientos especiales con tasa cero o exenciones en lugar de una

tasa preferencial positiva, la percepción de los contribuyentes sobre la eficiencia del gasto público y la percepción de inequidad de la carga fiscal.

La evidencia disponible muestra entonces que la evolución de las finanzas públicas está estrechamente asociada a la trayectoria del PIB y por esta vía es posible identificar los impactos del cambio climático en las finanzas públicas. En este sentido, resulta relevante para la recaudación impositiva conocer la elasticidad de los ingresos tributarios, respecto a las variaciones del PIB. Ello permite además identificar las pérdidas potenciales de ingresos

GRÁFICA 70

Trayectorias del PIB y de los ingresos por impuestos en México, 1980-2009



**Notas:** el PIB está expresado en miles de millones de pesos de 2003 y el ISR, IVA, IEPS y los ingresos tributarios en millones de pesos de 2003.  
**Fuente:** elaboración propia con base en información de INEGI para el PIB, Banco de México y SHCP para los impuestos.

asociadas a las pérdidas de PIB relacionadas con el cambio climático. Las elasticidades ingreso de los impuestos se estimaron para el periodo 1980-2009 a partir de las series trimestrales del PIB, ISR, IVA, IEPS y de los ingresos tributarios (TRIB). El PIB fue obtenido del INEGI, mientras las series de los impuestos del Banco de México para 1980I-1989IV y de la SHCP para 1990I-2009IV. Todas las series están expresadas en precios constantes de 2003.

La Gráfica 70 presenta la trayectoria de las series trimestrales utilizadas, donde se puede notar que los ingresos por cada uno de los impuestos presentan una tendencia ascendente y una fuerte asociación positiva con la dinámica del PIB.

Los ingresos por ISR ( $\tau_t^{ISR}$ ), IEPS ( $\tau_t^{IEPS}$ ), IVA ( $\tau_t^{IVA}$ ) y de los ingresos tributarios ( $\tau_t^{TRIB}$ ) pueden ser modelados como una función del nivel de ingresos, medido a través del PIB ( $y_t$ ) como se muestra en la ecuación 12 (Capistrán, 2000; Cárdenas *et al.*, 2008).

$$\tau_t^i = \beta_0 + \beta_1 y_t + \sum_{k=1}^{ni} \beta_{2k} (y_t \cdot DU_t^{TBk}) + \varepsilon_t \quad (12)$$

Donde  $\tau_t^i$  es el logaritmo de la recaudación del impuesto ( $i = ISR, IVA, IEPS$  y  $TRIB$ ) en el periodo  $\tau$ ,  $y_t$  es el logaritmo del PIB en el periodo  $t$ ,  $DU_t^{TBk}$  representa una variable dummy que indica la presencia de un posible cambio estructural en las series. Según la ecuación 12, se espera que el parámetro  $\beta_1$  sea positivo y pueda ser interpretado como la elasticidad ingreso a largo plazo del impuesto  $i$ .

La estimación de las elasticidades a partir de la ecuación 12 se basó en el procedimiento de Johansen (1988), atendiendo la presencia de series no estacionarias, para obtener un vector de cointegración para los ingresos tributarios y por cada uno de los impuestos. Asimismo, se utilizó el teorema de representación de Engle y Granger (1987), de modo que el vector de cointegración se consideró como un mecanismo de corrección de errores que aproxima las variaciones a corto plazo.

Así, para conocer el orden de integración de las series se aplicaron las pruebas de raíces unitarias ADF, PP y KPSS, donde es

importante considerar que las pruebas ADF y PP utilizan como hipótesis nula que la serie tiene raíz unitaria, a diferencia de la prueba KPSS, que tiene como hipótesis nula el que la serie es estacionaria, lo que busca minimizar la posibilidad de realizar inferencias estadísticas equivocadas (Maddala y Kim, 1998). La longitud del rezago ( $k$ ) en la prueba ADF es seleccionada usando el procedimiento  $t$ -sig, iniciando con un número de rezagos igual a cuatro y luego reduciendo la ecuación hasta que los rezagos sean estadísticamente significativos (Ng y Perron, 1995). Adicionalmente, la especificación en las pruebas ADF y PP se determina por el procedimiento de lo general a lo específico, estimando inicialmente una regresión con constante y tendencia y probando su significancia estadística. Los resultados de estas pruebas presentadas en el Cuadro 35 indican que  $y_t$ ,  $\tau_t^{ISR}$ ,  $\tau_t^{IVA}$ ,  $\tau_t^{IEPS}$  y  $\tau_t^{TRIB}$  son series no estacionarias I(1).

La presencia de cambios estructurales en las series puede hacer que las pruebas de raíz unitaria ADF, PP y KPSS pierdan fuerza, esto es, los cambios estructurales en las series pueden ser identificados como la presencia de raíz unitaria, haciendo difícil distinguir entre series estacionarias con cambio estructural de aquellas series con raíces unitarias genuinas (Maddala y Kim, 1998). Una opción es complementar el análisis de las pruebas anteriores, con las pruebas de raíces unitarias que permiten la estimación endógena del punto de quiebre ( $TB_k$ ) como las pruebas de  $t$  mínimo desarrolladas por Zivot y Andrews (1992) y la prueba de Perron (1997), cuyos resultados se presentan en los Cuadros 36 y en el Cuadro 37 respectivamente.

En los procedimientos desarrollados por Zivot y Andrews (1992), y Perron (1997) se considera la hipótesis nula de raíz unitaria sin cambio estructural frente a la alternativa de presencia de cambio estructural, lo cual incluye la posibilidad de raíz unitaria con quiebres estructurales (Rodríguez, 2009). Al mismo tiempo esta prueba identifica endógenamente el punto del cambio estructural más significati-

CUADRO 35

## Pruebas de raíz unitaria de las series

Prueba Variable	ADF			PP (5)			KPSS (11)	
	A	B	C	A	B	C	$\eta_\mu$	$\eta_\tau$
$y_t$	-3.449 (4)	-0.680 (4)	1.854 (4)	<b>-4.904</b>	-0.691	3.268	<b>1.091</b>	0.101
$\Delta y_t$	<b>-3.942 (3)</b>	<b>-3.959 (3)</b>	<b>-3.464 (3)</b>	<b>-19.609</b>	<b>-19.655</b>	<b>-17.203</b>	0.083	0.077
$\tau_t^{ISR}$	-3.380 (4)	-1.078 (4)	0.588 (4)	<b>-4.835</b>	-1.964	0.667	<b>0.887</b>	0.126
$\Delta \tau_t^{ISR}$	<b>-4.372 (3)</b>	<b>-4.337 (3)</b>	<b>-4.305 (3)</b>	<b>-17.201</b>	<b>-17.099</b>	<b>-17.090</b>	0.093	0.059
$\tau_t^{IVA}$	-2.714 (1)	-0.531 (1)	1.578 (1)	-3.822	-0.608	1.636	<b>1.009</b>	<b>0.214</b>
$\Delta \tau_t^{IVA}$	<b>-16.597 (0)</b>	<b>-16.652 (0)</b>	<b>-16.466 (0)</b>	<b>-17.521</b>	<b>-17.534</b>	<b>-16.872</b>	0.102	0.063
$\tau_t^{IEPS}$	-1.174 (3)	-1.169 (3)	0.358 (3)	<b>-4.050</b>	<b>-4.052</b>	0.311	0.188	0.192
$\Delta \tau_t^{IEPS}$	<b>-11.815 (2)</b>	<b>-11.786 (2)</b>	<b>-11.825 (2)</b>	<b>-20.168</b>	<b>-20.145</b>	<b>-20.180</b>	0.140	0.095
$\tau_t^{TRIB}$	<b>-3.538 (4)</b>	-0.769 (4)	0.878 (4)	<b>-4.520</b>	-1.372	0.899	<b>0.976</b>	0.075
	<b>-4.413 (3)</b>	<b>-4.388 (3)</b>	<b>-4.299 (3)</b>	<b>-15.897</b>	<b>-15.915</b>	<b>-15.802</b>	0.074	0.070

**Notas:** los valores en negritas representan el rechazo de la hipótesis nula. Los valores críticos a 5% de significancia para las pruebas Dickey-Fuller Aumentada (ADF) y Phillips-Perron (PP) tomando una muestra  $T = 100$  son: Modelo A = -3.45 (incluye constante y tendencia), Modelo B = -2.89 (incluye constante) y Modelo C = -1.95 (no incluye constante y tendencia).

**Fuente:** Maddala y Kim (1998), pp. 64. Los valores críticos de la prueba KPSS a un nivel de 5% de significancia son:  $\eta_\mu = 0.463$  (incluye constante) y  $\eta_\tau = 0.146$  (incluye constante ni tendencia).

**Fuente:** Kwiatkowski, Phillips, Schmidt y Shin (1992). Periodo 1980I-2009IV.

vo en la serie de tiempo examinada (Wahed, 2006). Los resultados presentados en los Cuadros 36 y 37 permiten concluir que las series  $y_t$ ,  $\tau_t^{ISR}$ ,  $\tau_t^{IVA}$ ,  $\tau_t^{IEPS}$  y  $\tau_t^{TRIB}$  no presentan cambios estructurales.

Dado que el PIB, ISR, IVA, IEPS y los ingresos tributarios son series no estacionarias  $I(1)$ , se especificó para cada impuesto un modelo VAR a fin de aplicar el procedimiento de Johansen (1988) por cointegración. De esta manera, la prueba de la traza indica que existe una relación estable a largo plazo entre los ingresos tributarios y cada uno de los impuestos con el PIB (Cuadro 38).

Normalizando el primer vector de cointegración en cada uno de los modelos estimados se encuentra la elasticidad ingreso a largo plazo de los impuestos. Estos resultados indican entonces que ante un aumento de un punto porcentual en el PIB de México, la recaudación a largo plazo

del ISR y del IEPS se incrementa 1.26%, la del IVA 1.28% y los ingresos tributarios 1.35% (Cuadro 39).

Estos resultados son consistentes con la evidencia encontrada para México y aquella referida a la evidencia internacional (Cuadro 40). Cárdenas *et al.* (2008), utilizando datos del primer trimestre de 1980 al segundo trimestre de 2005, encontró para México una elasticidad ingreso a largo plazo de 1.15 para el ISR, de 1.12 para el IVA, de 1.04 para el IEPS y de 1.20 para los ingresos tributarios totales. También para México, utilizando un enfoque de cointegración, Capistrán (2000) encontró una elasticidad ingreso a largo plazo del ISR de 1.46. Para Argentina, Martín (s.f.) estimó la elasticidad ingreso del IVA tanto para el periodo de recesión (1999-2002) como para el de recuperación económica (2003-2007), encontrando que ésta es de 1.28 para el primero y de 1.77 para el se-

CUADRO 36

## Pruebas de raíces unitarias con cambio estructural, Zivot y Andrews (1992)

Variables	Modelo		
	A	B	C
$y_t$	-4.211	-4.216	-3.791
Fecha de cambio	1990I	1991IV	2002III
$\tau_t^{ISR}$	-4.054	-3.672	-3.884
Fecha de cambio	1988I	1994IV	1985III
$\tau_t^{IVA}$	-4.823	-4.355	-3.821
Fecha de cambio	1991IV	1991IV	1995II
$\tau_t^{IEPS}$	-4.194	-4.215	-2.868
Fecha de cambio	1991I	1991I	1996IV
$\tau_t^{TRIB}$	-3.951	-3.932	-3.565
Fecha de cambio	1988I	1989IV	2003IV

**Notas:** el modelo a: constante y tendencia; modelo b: constante, y modelo c: tendencia. Valores críticos a 5%: modelo a: -5.08; modelo b: -4.80 y modelo c: -4.42. Valores críticos a 1%: modelo a: -5.57; modelo b: -5.34 y modelo c: -4.93. Periodo: 1980I-2006IV.

CUADRO 37

## Pruebas de raíces unitarias con cambio estructural, Perron (1997)

Variables	Modelos		
	IO1	IO2	AO
$y_t$	-4.178	-4.238	-3.964
Fecha de cambio	1991II	1990QII	2004IV
$\tau_t^{ISR}$	-4.579	-4.542	-4.195
Fecha de cambio	1982I	1982I	1981I
$\tau_t^{IVA}$	-4.337	-4.993	-3.983
Fecha de cambio	1991II	1991II	1996II
$\tau_t^{IEPS}$	-4.158	-4.140	-2.490
Fecha de cambio	1990III	1990III	1998I
$\tau_t^{TRIB}$	-4.205	-4.182	-4.114
Fecha de cambio	1981III	1981III	1981I

**Notas:** IO1 (*innovational outlier*) con cambio en el intercepto; IO2 (*innovational outlier*) cambio en el intercepto y en la pendiente de la tendencia, y AO (*additive outlier*) cambio instantáneo en la pendiente de la tendencia. Valores críticos a 5%: IO1: -5.23; IO2: -5.59 y AO: -4.83 (Perron, 1997). Valores críticos a 10%: IO1: -4.92; IO2: -5.29 y AO: -4.48 (Perron, 1997). Periodo: 1980I-2009IV.

CUADRO 38

## Estadístico del procedimiento de Johansen para los impuestos en México

$H_0$	$\tau_t^{ISR}$		$\tau_t^{IVA}$		$\tau_t^{IEPS}$		$\tau_t^{TRIB}$	
	Prueba de la traza	Valores críticos (5%)	Prueba de la traza	Valores críticos (5%)	Prueba de la traza	Valores críticos (5%)	Prueba de la traza	Valores críticos (5%)
$r = 0$	38.89*	12.28	14.82*	12.28	13.05*	12.32	16.63*	12.28
$r \leq 1$	10.03*	4.07	1.51	4.07	2.08	4.12	4.82*	4.07

**Notas:** \* indica rechazo a la hipótesis nula. La hipótesis nula es aceptada cuando el valor calculado del estadístico de la traza es menor al valor crítico. Número de rezagos en el VAR: cuatro para la ecuación de ISR, siete para la del IVA y del IEPS y cinco para los ingresos tributarios. Periodo: 1981I-2009IV para ISR e ingresos tributarios, 1981III-2009 para el IVA y 1982I-2009IV para el IEPS.

CUADRO 39

## Elasticidad ingreso a largo plazo de los impuestos

Variable	$\tau_t^{ISR}$	$\tau_t^{IVA}$	$\tau_t^{IEPS}$	$\tau_t^{TRIB}$
Y	1.265	1.285	1.262	1.355

**Notas:** periodo: 1981I-2009IV para ISR e ingresos tributarios, 1981III-2009 para IVA y 1982I-2009IV para el IEPS.

gundo. Para este mismo país, Brodersohn (1964) había estimado la elasticidad ingreso del ISR en 1.65 para el año 1955. Colombia, Salazar y Prada (2003) estimaron la sensibilidad de los ingresos fiscales al ciclo económico utilizando series anuales de 1980 a 2002 y a través de mínimos cuadrados ordinarios encontraron una elasticidad de 1.03 para los ingreso tributarios totales, de 1.00 para el ISR y de 2.80 para los recaudos por el IVA. En un trabajo similar Tapia (2003) estimó para Chile las elasticidades cíclicas por tipo de ingreso tributario utilizando datos trimestrales del periodo 1991I-2001IV. Se encontró una elasticidad de 1.12 para el ISR, de 1.02 para el IVA, de 0.91 para el IEPS y de 1.11 para los ingresos tributarios totales. Las bajas elasticidades son en muchos casos el resultado de las excepciones en el sistema tributario (Gruber, 2009).

Con base en los resultados encontrados para cada tipo de impuesto se estimó un modelo de corrección de errores (Engle y Granger, 1987) con el objeto de modelar las variaciones a corto plazo de los recaudos por cada impuesto. Los resultados se presentan en el Cuadro 41, donde las pruebas de diagnóstico indican que

los errores no siguen un patrón sistemático, toda vez que rechazan la presencia de autocorrelación, heteroscedasticidad y se distribuyen como una distribución normal.

En México, la Recaudación Federal Participable (RFP) es la base a partir de la cual se definen las transferencias que el Gobierno Federal hace a los gobiernos estatales y municipales. De acuerdo con Cárdenas (2008), los fondos que se financian con los recursos de la RFP, como el fondo general de participaciones, entre otros,<sup>41</sup> representan 43.4 y 64.0% de los ingresos estatales y municipales respectivamente, y dado que durante el periodo de estudio los ingresos tributarios por ISR, IVA e IEPS constituyeron en promedio 63.35% de la RFP, las variaciones que se presenten en la recaudación de estos impuestos afectarán 27.5 y 40.5% de los ingresos de los estados y municipios respectivamente. De igual manera, teniendo en cuenta la participación del ISR, IVA e IEPS en la RFP y las elasticidades encontradas en este trabajo, se puede afirmar que un crecimiento del PIB de 1%

<sup>41</sup> El detalle de los fondos que se derivan de la RFP se encuentran en la Ley de Coordinación Fiscal.

CUADRO 40

## Evidencia internacional sobre la elasticidad ingreso de las tasas impositivas

		ISR	IVA
<b>Autor</b>	<b>Países en desarrollo y economías emergentes</b>		
Brodersohn (1964)	Argentina	0.77	
Shome (1988)	Bangladesh	0.71	
Shome (1988)	Malasia	0.50	
Shome (1988)	Filipinas	0.50	
Shome (1988)	Tailandia	0.92	
Shome (1988)	Sri Lanka	0.74	
Cossio (2001)	Bolivia		1.83
Salazar y Prada (2003)	Colombia	1.00	2.80
Tapia, H. (2003)	Chile	1.13	1.02
Schenone y De la Torre (2003)	Guatemala	1.26	2.26
Fuentes y Tobar (2004)	El Salvador	1.49	1.00
Kustepeli y Sapci (2006)	Turquia	0.94	
Bilquees (2004)	Pakistan	1.21	1.50
	<b>Resultados para México</b>		
Capistrán (2000)	México	1.54	
Cárdenas, <i>et al.</i> (2008)	México	1.15	1.12
CEFP (2009)	México	1.36	1.88
Fonseca y Ventosa (2011)	México	1.36	1.88
	<b>Países desarrollados</b>		
Prest (1962)	Reino Unido	2.14	
Hansen (1969)	Reino Unido	1.10	
Pechman (1956)	Estados Unidos	1.60	
Giorno, <i>et al.</i> (1995)	Estados Unidos	2.30	
Sobel y Holcombe (1996)	Estados Unidos	1.22	0.66
Alison (2008)	Estados Unidos	1.17	
Giorno <i>et al.</i> (1995)	Japón	1.40	
Giorno <i>et al.</i> (1995)	Alemania	0.80	

estaría incrementando más que proporcionalmente el 63.3% de la recaudación federal participable.

Los impactos fiscales asociados a la disminución de la base gravable, como consecuencia de la disminución en la actividad productiva relacionada con el cambio climático, pueden analizarse con base en los costos estimados en Galindo (2008). Esto es, la valuación de los costos y beneficios totales del cambio climático en México estimados por Galindo (2008) se

sintetizan en el cuadro 42. Se hace una separación entre los costos de mercado y aquellos que no pasan por el mercado. Los costos totales del cambio climático alcanzan al 2100, con una tasa de descuento de 4%, alrededor de 6.2% del PIB y llegan a 30% del PIB con una tasa de 0.5%. Estos costos no incluyen impactos adicionales estimados tales como actividades pecuarias y eventos extremos y los costos fuera del mercado en biodiversidad y vidas humanas. Desde luego, estos costos

CUADRO 41

## Modelo de Corrección de Errores: efectos a corto plazo

Variable	$\tau_t^{ISR}$	$\tau_t^{IVA}$	$\tau_t^{IEPS}$	$\tau_t^{TRIB}$
C		-0.057 (-2.593)	-0.118 (-2.200)	
$\Delta\tau_t^{ISR} (-1)$	-0.225 (-2.764)			
$\Delta\tau_t^{ISR} (-2)$	-0.204 (-2.654)			
$\Delta\tau_t^{ISR} (-3)$	-0.189 (-2.445)			
$\Delta\tau_t^{ISR} (-4)$	0.471 (6.255)			
$\Delta\tau_t^{IVA} (-1)$		-0.384 (-5.670)		
$\Delta\tau_t^{IEPS} (-1)$			-0.586 (-8.879)	
$\Delta\tau_t^{IEPS} (-2)$			-0.518 (-7.526)	
$\Delta\tau_t^{IEPS} (-3)$			-0.392(-5.893)	
$\Delta\tau_t^{TRIB} (-1)$				-0.179 (-2.049)
$\Delta\tau_t^{TRIB} (-2)$				-0.162 (-1.970)
$\Delta\tau_t^{TRIB} (-3)$				-0.168 (-2.056)
$\Delta\tau_t^{TRIB} (-4)$				0.471 (5.556)
$\Delta y_t$			0.624 (2.482)	
$\Delta y_t (-1)$	0.734 (2.775)	0.519 (3.285)		0.418 (1.903)
$\Delta y_t (-2)$	0.625 (2.423)			0.384 (1.845)
$\varepsilon cm^i (-1)$	-0.197 (-3.379)	-0.135 (-3.153)	-0.056 (-2.309)	-0.206 (-3.262)
d83I		0.231 (4.946)		
d95I		-0.258 (-6.561)		
d08I		0.207 (3.152)		
d83IV			0.696 (6.770)	
d91I			-0.466 (-4.539)	
d00IV			-0.489 (-4.744)	
<b>Test</b>				
R2	0.69	0.55	0.66	0.60
Normalidad (J-B)	0.478 (0.787)	2.859 (0.239)	0.923 (0.630)	0.550 (0.759)
Autocorrelación LM (2)	F: 2.245 (0.109)	F: 0.591 (0.555)	1.385 (0.254)	0.229 (0.794)
Heterocedasticidad ARCH (2)	F: 0.825 (0.440)	F: 0.073 (0.928)	1.213 (0.300)	0.184 (0.831)

**Notas:** el valor entre paréntesis junto a cada coeficiente corresponde al t-estadístico. d83I es la variable dummy para el primer trimestre de 1983. d95I es la variable dummy para el primer trimestre de 1995. d08I es la variable dummy para el primer trimestre del 2008. d83IV es la variable dummy para el cuarto trimestre de 1983. d91I es la variable dummy para el primer trimestre de 1991. d00IV es la variable dummy para el cuarto trimestre del año 2000. Periodo: 1980III-2009IV, para IVA; 1981I-2009IV para IEPS y 1981II-2009IV, para ISR e ingresos tributarios.

**CUADRO 42**  
**Costos totales del cambio climático para la economía mexicana al 2050**

Sector	2050											
	Tasa de descuento 0.5%				Tasa de descuento 2%				Tasa de descuento 4%			
	B1	A1B	A2	Promedio de los escenarios	B1	A1B	A2	Promedio de los escenarios	B1	A1B	A2	Promedio de los escenarios
TOTAL	9.90%	10.84%	10.60%	10.45%	5.49%	6.68%	5.87%	6.01%	3.04%	3.36%	3.21%	3.20%
TOTAL (incluyendo pecuario y biodiversidad indirecto)	11.22%	12.70%	12.01%	11.98%	6.34%	7.78%	6.73%	6.95%	3.53%	3.92%	3.68%	3.71%
Sector	2100											
TOTAL	26.24%	30.58%	30.64%	29.16%	12.73%	14.46%	14.30%	13.83%	5.86%	6.48%	6.32%	6.22%
TOTAL (incluyendo pecuario y biodiversidad)	33.63%	44.38%	43.40%	40.47%	15.76%	19.82%	19.14%	18.24%	6.96%	8.21%	7.86%	7.68%

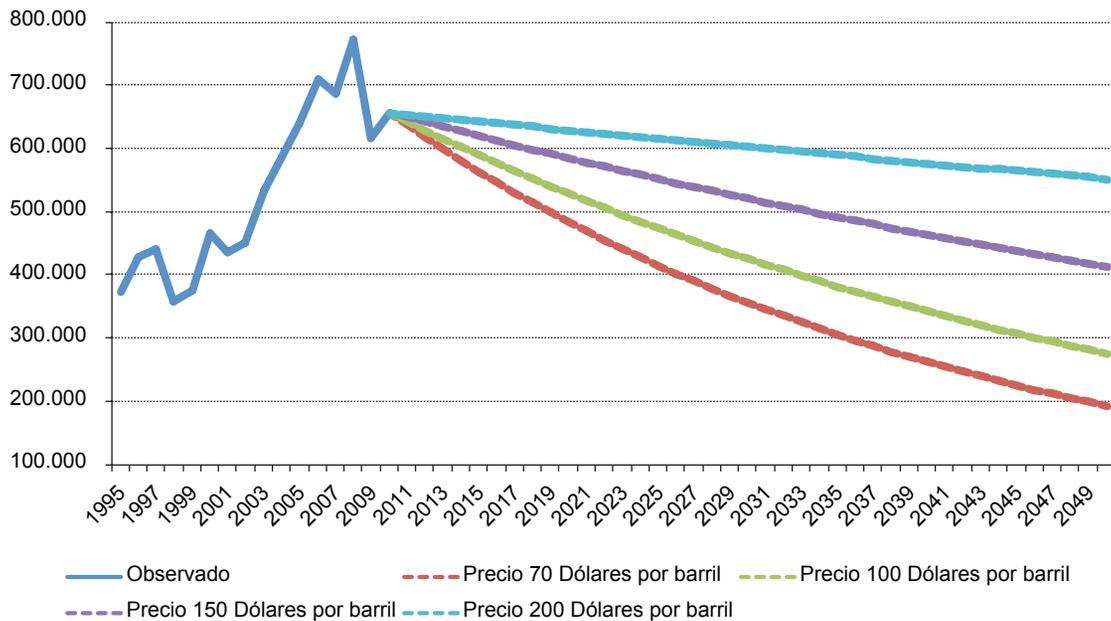
Fuente: Galindo (2008).

**CUADRO 43**  
**Reducción potencial de la recaudación total participable asociada al cambio climático para la economía mexicana al 2050**

Sector	2050											
	Tasa de descuento 0.5%				Tasa de descuento 2%				Tasa de descuento 4%			
	B1	A1B	A2	Promedio de los escenarios	B1	A1B	A2	Promedio de los escenarios	B1	A1B	A2	Promedio de los escenarios
TOTAL	8.49%	9.30%	9.09%	8.96%	4.71%	5.73%	5.03%	5.15%	2.61%	2.88%	2.75%	2.74%
TOTAL (incluyendo pecuario y biodiversidad indirecto)	9.62%	10.89%	10.30%	10.28%	5.44%	6.67%	5.77%	5.96%	3.03%	3.36%	3.16%	3.18%
Sector	2100											
TOTAL	22.51%	26.23%	26.28%	25.01%	10.92%	12.40%	12.27%	11.86%	5.03%	5.56%	5.42%	5.33%
TOTAL (incluyendo pecuario y biodiversidad indirecto)	28.84%	38.07%	37.22%	34.71%	13.52%	17.00%	16.42%	15.64%	5.97%	7.04%	6.74%	6.59%

Fuente: Galindo (2008).

Gráfica 66  
**Ingresos petroleros en México, 1995-2050**  
 (millones de pesos de 2003)



deben tomarse con precaución ya que suponen que no existen procesos y costos de ajuste y adaptación.

Con base en las estimaciones de las elasticidades de los ingresos tributarios de la sección anterior y los costos de los impactos del cambio climático se realizaron estimaciones de la reducción en los ingresos tributarios. Los resultados indican que la RFP presentará importantes reducciones *potenciales*, que estarán en función del escenario climático y la tasa de descuento seleccionados. De esta forma para 2050 se espera que se tenga en promedio una reducción potencial de 10.28%, para una tasa de descuento de 0.5%, y de 3.18% con 4% de descuento. Esto es, estas serían las pérdidas potenciales o montos que no se recaudarían como consecuencia de un ritmo de crecimiento menor y, en ese sentido, no son pérdidas observables sino hipotéticas.

Finalmente, es importante destacar la evolución de los ingresos petroleros en México. La SENER (2010) estima que el volumen de exportaciones de petrolíferos se reducirá a una tasa promedio anual de 2.9% para el periodo 2009-2025. Si dicha tasa se mantiene, la evolución de los ingresos presupuestales estará determinada por los precios esperados del petróleo. Suponiendo cuatro escenarios de precios, 70, 100, 150 y 200 dólares por barril, los ingresos petroleros disminuirían en todos los escenarios. En el escenario de 70 dólares por barril, los ingresos caen a una tasa de 3% promedio anual a 2050, mientras que en el escenario más optimista, de un precio de 200 dólares por barril, los ingresos disminuyen 0.4% promedio anual a 2050 (Gráfica 66). Esto significa una reducción de los ingresos petroleros como porcentaje del PIB de 7.4% en 2010 a 4% en 2050 para el escenario de 200 dólares por barril y a 2.7% para el escenario de 70 dólares por barril.

# VII

---

## Gasto público en cambio climático

Entre los impactos directos que el cambio climático generará en las finanzas públicas resaltan dos aspectos en el gasto público: 1) El gasto medidas de adaptación, aunque se debe reconocer que no todas las medidas son públicas, muchas serán implementadas por agentes privados y 2) Gasto público para hacer frente a eventos extremos, cada vez más frecuentes e intensos.

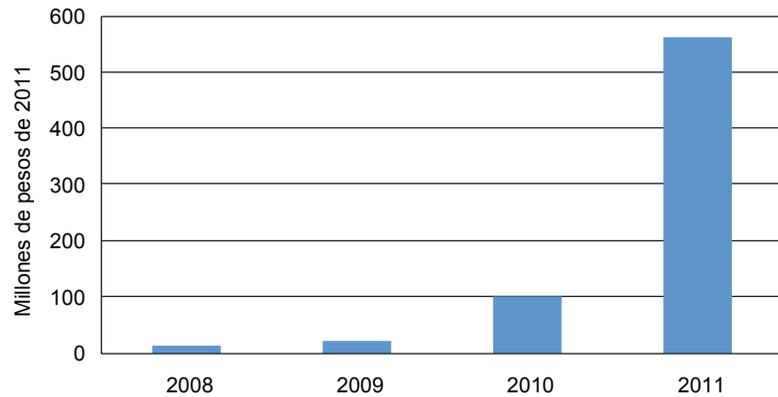
El Gobierno Federal está incorporando en los paquetes fiscales fondos para programas de investigación y formación de capacidades en el tema del cambio climático, de esta forma en los últimos años el presupuesto a los programas sobre cambio climático se ha incrementado considerablemente. En 2008 se inició el primer programa, el cual tuvo un presupuesto de 14.9 millones de pesos, en 2011 se tuvo un presupuesto de 564.5 millones de pesos. Es de esta manera como podemos prestar atención al notable aumento en los presupuestos asignados a los programas sobre cambio climático en los últimos años, observando una tasa de crecimiento significativa. Sin embargo, este crecimiento estará sujeto a condiciones políticas y acuerdos internacionales.

En lo referente al gasto en medidas

de adaptación, aún no se sientan las bases legales para su implementación. En el mes de marzo de 2010, se presentó ante el Senado de la República la iniciativa de la Ley General de Cambio Climático, la cual tiene por objeto propiciar la adaptación y mitigación al cambio climático y coadyuvar al desarrollo sustentable. Establece las bases de coordinación entre la Federación, los Estados y sus municipios, el Distrito Federal y la sociedad en general; define las estrategias, políticas públicas y metas que tengan por objeto la mitigación y la adaptación al cambio climático.

La iniciativa de ley fomenta la implementación del *Fondo Verde Mexicano* que será el fideicomiso de captación y canalización de recursos económicos provenientes de organismos financieros nacionales e internacionales, a fin de financiar proyectos aplicables a la realización de acciones encaminadas a la mitigación y a la adaptación del cambio climático.

En lo referente a gasto público vinculado a los desastres naturales asociados al cambio climático, el Gobierno Federal cuenta con un instrumento que ayuda a reparar la infraestructura federal, estatal o municipal de daños como con-

**Gasto federal en programas de cambio climático en México, 2008-2011**

Fuente: CEFP (2011).

secuencia de la ocurrencia de un desastre natural: el Fondo de Desastres Naturales (FONDEN).

A partir de 1996 la SHCP incluyó en el Presupuesto de Egresos de la Federación una previsión de gasto para la atención de los daños causados por desastres naturales. Para asegurar la aplicación eficiente de estos recursos, la SHCP formó un grupo interdisciplinario de economistas, abogados y expertos en seguros y riesgos, para el diseño de reglas de funcionamiento del FONDEN. La necesidad de contar con un fondo de esta naturaleza, se ha hecho más evidente a partir del cambio climático, ya que el problema de la sequía y los daños causados por los huracanes han requerido de un monto importante de recursos aprobados por la H. Cámara de Diputados.

El FONDEN es un instrumento financiero mediante el cual, dentro del Sistema Nacional de Protección Civil, a través de las reglas de operación del propio fondo y de los procedimientos derivados de las mismas, se integra un proceso donde se definen las competencias, responsabilidades

y necesidades de los diversos órdenes de gobierno, y busca apoyar a las entidades federativas de la República Mexicana, así como a las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, en la atención y recuperación de los efectos que produzca un fenómeno natural, de conformidad con los parámetros y condiciones previstos en sus reglas de operación. El FONDEN permite estimar el costo de los desastres naturales en materia de infraestructura básica.

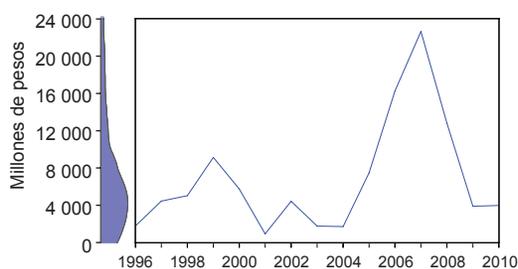
Durante el periodo 1996-2010 los recursos destinados al FONDEN presentaron una tasa de crecimiento promedio anual de 5.72%, sin embargo, se observa que su comportamiento es muy volátil ya que depende de la asignación presupuestaria. El año con mayor presupuesto fue 2008, para después presentar una abrupta caída (Cuadro 43).

Esto sugiere que es de esperarse que se mantenga un ritmo de crecimiento de los fondos destinados a desastres naturales en México, probablemente a esta tasa histórica.

CUADRO 43

**Trayectorias, densidades de Kernel y estadísticos básicos del gasto en el FONDEN: 1996-2010**  
(millones de pesos y porcentaje)

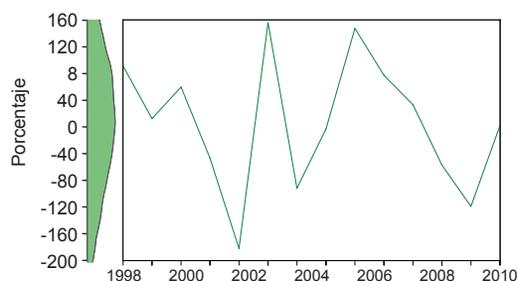
**Niveles**



**Estadísticos**

Media:	7 158.98
Desviación estándar:	6 192.57
Kurtosis:	3.89
Sesgo:	1.34
Jarque-Bera:	4.63 (0.09)

**Tasas de crecimiento**



**Estadísticos**

Media:	5.72
Desviación estándar:	98.53
Kurtosis:	2.29
Sesgo:	-0.20
Jarque-Bera:	0.38 (0.82)

**Notas:** los valores entre paréntesis señalan la probabilidad de la distribución ji-cuadrada ( $\chi^2$ ).

\* indica rechazo de la hipótesis nula.

**Fuente:** elaboración propia con datos de la SHCP.

**Periodo:** 1996-2010.

# VIII

---

## Conclusiones y comentarios generales

El cambio climático, resultado fundamentalmente de las actividades antropogénicas, tiene consecuencias significativas en las actividades económicas y sociales y en los ecosistemas (Stern, 2008; Galindo, 2009). La magnitud de los costos económicos ocasionados por el cambio climático, tanto en impactos directos como en los procesos de adaptación y de mitigación, incidirá de manera fundamental en el estilo de desarrollo y en los ritmos de crecimiento de la economía mundial durante este siglo.

En este contexto, el cambio climático establece una multiplicidad de canales de transmisión y de retroalimentación con las finanzas públicas. En efecto, el cambio climático, desde una óptica económica, es una externalidad negativa resultado de una falla de mercado global. Ello justifica la intervención pública como una forma de corregir, amortiguar y/o eliminar estas fallas de mercado y por tanto la externalidad negativa. En este contexto, destaca el uso de políticas fiscales específicas tales como impuestos o subsidios; asimismo, el cambio climático incide, en forma colateral, sobre las finanzas públicas, a través de sus efectos sobre las actividades económicas y el bienestar de la población, mo-

dificando la base gravable o modificando las prioridades o incrementando las necesidades de gasto público.

Las consecuencias de estas interrelaciones se intensifican en países como México, donde los impactos del cambio climático son significativos y atendiendo a la debilidad estructural de las finanzas públicas expresada en una baja presión tributaria (combinada con altas tasas de evasión y elusión fiscal), con sesgos e ineficiencias significativas, con fuerte dependencia recaudatoria de algún recurso específico como el petróleo y con una demanda creciente de recursos públicos. Destaca una tendencia creciente a un mayor equilibrio fiscal en años recientes pero aun en un contexto de baja recaudación fiscal y donde las presiones fiscales asociadas al medio ambiente y el cambio climático se incrementarán. En este contexto, existe un interés creciente por el desarrollo de opciones de políticas fiscales como impuestos específicos o mejor manejo de subsidios con consecuencias ambientales positivas y en la eficiencia económica y el bienestar de la población.

La evidencia internacional sobre los “impuestos verdes” proviene fundamentalmente de países de la OCDE, en particular a

partir de 1990, en donde se estima que actualmente este tipo de impuestos verdes representan en promedio 1.5% del PIB aunque con un comportamiento heterogéneo por países. Destaca el esfuerzo, a partir de 1990, de diversas experiencias sobre reformas fiscales verdes en Europa, que incluyen impuestos verdes a la energía en Alemania, Francia, Reino Unido y Países Bajos e incluso impuestos específicos al  $\text{CO}_2$  en países nórdicos tales como Finlandia, Noruega, Dinamarca y Suecia e incluso Italia. En principio, la mayor parte de los impuestos verdes corresponden a impuestos sobre gasolinas o vehículos automotores, sobre energía o desechos, en este contexto, los impuestos exclusivamente por cambio climático son una proporción menor. Destaca además que los impuestos verdes, con fundamento en el impuesto del tipo Pigou, presentan aún diversos problemas en donde destacan que la relación directa y explícita entre la externalidad negativa y el impuesto es baja o en muchos casos inexistente, que las tasas aplicadas no corresponden a la externalidad negativa, que las bases tributarias tienen muchas excepciones, que el uso de esos impuestos verdes se cruzan con diversas regulaciones y la falta de coordinación internacional en su aplicación. Asimismo, persisten dudas sobre su regresividad y sobre sus impactos en el nivel de competencia internacional aunque con diferencias substanciales por país. En este sentido, es pertinente analizar sus impactos totales.

Las emisiones de GEI en México muestran un ritmo de crecimiento importante, en donde destacan aquellas referidas al transporte y la electricidad. En este sentido, los impuestos verdes sobre el consumo de gasolinas y electricidad pueden incidir en la trayectoria a largo plazo de estas variables y/o en sus razones de emisiones a consumo. Ello puede tener consecuencias potenciales relevantes sobre el proceso de mitigación en México y, simultáneamente, contribuir a consolidar las finanzas públicas, elevar la eficiencia económica y el bienestar social. Debe, sin embargo, reconocerse también que existe el riesgo de generar efectos distributi-

vos o pérdidas de eficiencia que deben atenderse.

El consumo de gasolinas y electricidad en México muestran un ritmo de crecimiento sostenido y donde para algunos años, como consecuencia del mecanismo de fijación de precios, se le acompaña con subsidios fiscales substanciales. Las estimaciones realizadas muestran que la demanda de gasolinas y electricidad es sensible al ingreso y menos sensible a los precios, asimismo, la demanda de gasolinas responde positivamente a la flota vehicular. Las simulaciones realizadas muestran que el consumo de combustibles, tanto gasolinas como diesel y electricidad, continuará aumentando en los próximos años de manera significativa y que los impuestos son insuficientes para controlar esta trayectoria. Sin embargo, el uso de impuestos resulta un mecanismo atractivo de recaudación y permite reducir los subsidios que se hacen fiscalmente difíciles de mantener a largo plazo. Deben considerarse, además, las diferencias en las respuestas a estos cambios, asociadas a las elasticidades precio de electricidad y gasolina por decil, en los diferentes estratos de la sociedad. Esto es, se observa que los deciles de ingresos más bajos son más sensibles a cambios en los precios y que por tanto reducen más su consumo ante un aumento del impuesto.

La evidencia disponible muestra que la evolución de las finanzas públicas está estrechamente asociada a la trayectoria del PIB y por esta vía es posible identificar los impactos *potenciales* del cambio climático en las finanzas públicas. Esto es, las pérdidas hipotéticas asociadas a la pérdida de producto que corresponde al cambio climático. En este sentido, las elasticidades ingreso de los impuestos estimadas muestran las pérdidas potenciales de ingresos como consecuencia de pérdidas en el ritmo de crecimiento del PIB, ISR, IVA, IEPS y de los ingresos tributarios. Destaca que estas elasticidades ingreso son mayores que uno por lo que la pérdida sería más que proporcional.

El conjunto de resultados sugieren la pertinencia de una reforma fiscal verde,

que incluya aspectos referidos al cambio climático, y que debe considerar:

1. La eliminación de subsidios perniciosos para el medio ambiente y re-estructurar o crear impuestos ambientales o impuestos verdes. Ello debe incluir explícitamente una parte referida al cambio climático.
2. Efectos positivos en el desarrollo sostenible tales como productividad, eficiencia energética y empleo.

Las finanzas públicas y, en particular, el déficit y la deuda pública son un tema

fundamental en el debate económico actual y condicionan desde luego las opciones para alcanzar un desarrollo sustentable en México; en este contexto, resulta además fundamental identificar las consecuencias y relaciones que se establecen potencialmente entre cambio climático y las condiciones de sostenibilidad de las finanzas públicas en México. La evidencia presentada en este estudio muestra que existen diversos impactos y canales de transmisión entre las finanzas públicas y el cambio climático que sugieren la necesidad de una reforma fiscal verde.

# Referencias bibliográficas

- Al-Faris, Abdul-Razak F. (2002), "The Demand for Electricity in the GCC Countries", *Energy Policy*, 30(2), pp. 117-124.
- Al-Ghandoor, A. y M. Samhuri (2009), "Electricity Consumption in the Industrial Sector of Jordan: Application of Multivariate Linear Regression and Adaptive Neuro-fuzzy Techniques", *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*, 3(1), pp. 69-76.
- Alison, F. R. (2008), "The growth and Volatility of State Tax Revenue Sources in Tenth District", *Economic Review*, 3, pp. 63-88
- Al-Qudsi, Sulayman S. (1989), "Electricity Demand in Kuwait's Residential Sector: Profile and Determinants", *OPEC Review*, 13(3), pp. 269-291.
- Amarawickrama, A. H. y L. C. Hunt (2008), "Electricity Demand for Sri Lanka: A Time Series Analysis", *Energy*, 33(5), pp. 724-739.
- Anderson, K. P. (1973), "Residential Demand for Electricity: Econometric Estimates for California and the United States", *Journal of Business*, 46(4), pp. 526-553.
- Ang, B. W. (1987), "Structural Changes and Energy Demand Forecasting in Industry with Applications to Two Newly Industrialised Countries", *Energy*, 12(2), pp. 101-111.
- Ang, B.W., T. N. Goh y X. Q. Liu (1992), "Residential Electricity Demand in Singapore", *Energy*, 17(1), pp. 37-46.
- Angrist, Joshua D. y Jorn-Steffen Pischke (2008), *Mostly Harmless Econometrics: An Empiricist's Companion*, Princeton University Press, diciembre.
- Archibald, R. B., D. H. Finifter y C. E. Moody Jr. (1982), "Seasonal Variation in Residential Electricity Demand: Evidence from Survey Data", *Applied Economics*, 14(1), pp. 167-181.
- Athukorola, W. y C. Wilson (2008), "Estimating Short and Long-term Residential Demand for Electricity: New Evidence for Sri Lanka", *Energy Economics*, 32(1), pp. 234-240.
- Avella, M. (2009), "El crecimiento del gasto público en Colombia, 1925-2003, ¿Una visión descriptiva à la Wagner o à la Peacock y Wiseman?", *Revista de Economía Institucional*, vol. 11, núm. 20, primer semestre/2009, pp. 83-137.
- Badri, Masood A. (1992), "Analysis of Demand for Electricity in the United States", *Energy*, 17(7), pp. 725-733.
- Balabanoff, S. (1994), "The Dynamics of Energy Demand in Latin America", *OPEC Review*, 18(4), pp. 467-488.
- Banco de México (2003), *Un comparativo*

- internacional de la recaudación tributaria*, México.
- Barde, Jean-Phillippe y Nils Axel Braathen (2005), "Environmentally Related Levies", *Theory and Practice of Excise Taxation: Smoking, Drinking, Gambling, Polluting, and Driving*, ed. Sijbren Cnossen, Oxford University Press, USA.
- Barnes, R., R. Gillingham y R. Hagemann (1981) "The Short Run Residential Demand for Electricity", *Review of Economics and Statistics*, 63(4), pp. 541-552.
- Battalio, R. C., J. H. Kagel, R. C. Winkler y R. A. Winett (1979), "Residential Electricity Demand: An Experimental Study", *Review of Economics and Statistics*, 61(2), pp. 180-89.
- Baumol, William (1972), "On Taxation and the Control of Externalities," *American Economic Review*, vol. 62, núm. 3.
- Baumol, William y Wallace Oates (1988), *The Theory of Environmental Policy*, Cambridge University Press, febrero.
- Baxter, R. E. y R. Rees (1968), "Analysis of the Industrial Demand for Electricity", *The Economic Journal*, 78(310), pp. 277-298.
- Beenstock, Michael, Ephraim Goldin y Dan Nabot (1999), "The Demand for Electricity in Israel", *Energy Economics*, 21(2), pp. 168-183.
- Bernard, J. T., D. Bolduc y D. Belanger (1996), "Quebec Residential Electricity Demand: A Microeconomic Approach", *Canadian Journal of Economics*, 29(1), pp. 92-114.
- Bernard, J. T., M. Lemieux y S. Thivierge (1987), "Residential Energy Demand: An Integrated Two-level Approach", *Energy Economics*, 9(3), pp. 139-144.
- Berndt, R.E. y R. Samaniego (1984), "Residential Electricity Demand in Mexico: A Model Distinguishing Access from Consumption", *Land Economics*, 60(3), pp. 268-277.
- Bjorner, T. B., M. Togeby y H. Jensen (2001), "Industrial Companies' Demand for Electricity: Evidence from a Micropanel", *Energy Economics*, 23(5), pp. 595-617.
- Blanchard, O. (1997), "Is There a Core of Usable Macroeconomics?", *The American Economic Review*, 87 (2), pp. 244-246.
- Blanchard, Olivier Jean y Stanley Fischer (1989), *Lectures on Macroeconomics*, The MIT Press, marzo.
- Bohi, D. R. (1981), *Analyzing Demand Behavior: A Study of Energy Elasticities*, Johns Hopkins Press.
- Bohi, Douglas R. y Mary Zimmerman (1984), "An Update on Econometric Studies of Energy Demand", *Annual Review of Energy*, 9, pp. 105-154.
- Bose, Ranjan Kumar y Megha Shukla (1999), "Elasticities of Electricity Demand in India", *Energy Policy*, 27(3), pp. 137-146.
- Brodersohn, M. (1964), "Elasticidad-ingreso del impuesto a la renta en Argentina", *Desarrollo Económico*, vol. 3, núm. 4 pp. 573-583.
- Brodersohn, S. M. (1964), "Elasticidad-ingreso del impuesto a la renta en Argentina", *Desarrollo Económico*, 3(4), pp. 1-12.
- Capistrán, C. (2000), "Elasticidad ingreso del ISR: una aplicación de la metodología general a particular en econometría", *Gaceta de Economía*, 5(10), pp. 5-57.
- Cárdenas, O., D. Ventosa-Santaulària y M. Gómez (2008), "Elasticidad ingreso de los impuestos federales en México: efectos en la recaudación federal participable", *El Trimestre Económico*; Abr-Jun 2008, 75, 2, ABI/INFORM Global p. 519.
- Carreón, G. V. y E. Dardati (2010), "La tarifa de generación en México estimada con el mecanismo de orden mérito", documento de trabajo, núm. 447, Centro de Investigación y Docencia Económica (CIDE).
- Carreón, G. V. (2010), "La arquitectura de mercado del sector eléctrico mexicano", documento de trabajo, núm. 499, Centro de Investigación y Docencia Económica (CIDE).
- Cebula, R. J. y N. Herder (2010), "An Empirical Analysis of Determinants of Commercial and Industrial Electricity Consumption", *Business and Economics Journal*, vol. 2010, pp. 1-7.
- Chang, H. y Y. Hsing (1991), "The Demand for Residential Electricity: New Eviden-

- ce on Time-varying Elasticities”, *Applied Economics*, 23(7), pp. 1251-1256.
- Chaudhary, M. A., E. Ahmad, A. Burki y M. Khan (1999), “Industrial Sector Input Demand Responsiveness and Policy Interventions”, *The Pakistan Development Review*, 38(4), pp. 1083-1100.
- Chaudhry, A. A. (2010), “A Panel Data Analysis of Electricity Demand in Pakistan”, *The Lahore Journal of Economics*, 15(SE), pp. 75-106.
- Chern, W. S. y H. E. Bouis (1988), “Structural Changes in Residential Electricity Demand”, *Energy Economics*, 4(4), pp. 232-239.
- Chumacero, R., R. Paredes y J. M. Sánchez (2000), “Regulación para crisis de abastecimiento: Lecciones del racionamiento eléctrico en Chile”, *Cuadernos de Economía*, 37(), pp. 323-338.
- Cnossen, Sijbren (2005), *Theory and Practice of Excise Taxation: Smoking, Drinking, Gambling, Polluting, and Driving*, Oxford University Press, EUA, abril.
- Cossio, F. (2001), “El sistema tributario y sus implicaciones en la reducción de la pobreza”, documento de trabajo, núm. 7/2001, Instituto Internacional de Economía y Empresa.
- Crôtte, Amado, Robert B. Noland y Daniel J. Graham (2010), “An Analysis of Gasoline Demand Elasticities at the National and Local Levels in Mexico”, *Energy Policy*, vol. 38, núm. 8, agosto.
- Dahl, C. A. (1993), “A Survey of Energy Demand Elasticities in Support of the Development of the NEMS”, MPRA Paper 13962, University Library of Munich, Alemania.
- Dahl, Carol A. (2011), “Measuring Global Gasoline and Diesel Price and Income Elasticities”, *Energy Policy*, vol. In Press, Corrected Proof.
- Data Approach. Unpublished Manuscript. Department of Economics, Rice University.
- De Vita, G., Endresen K. y Hunt L. C. (2006), “An Empirical Analysis of Energy Demand in Namibia”, *Energy Policy*, 34(18), pp. 3447-3463.
- Delfino, J. A. (1995), “La demanda industrial de energía en Argentina. Una estimación integral por etapas”, *Económica*, 41(2), pp. 125-149.
- Dergiades, T. y L. Tsoulfidis (2008), “Estimating Residential Demand for Electricity in the United States”, *Energy Economics*, 30(), pp. 2722-2730.
- Diamond, P. A y J. A. Mirrlees (1971), “Optimal Taxation and Public Production I: Production Efficiency”, *The American Economic Review*, vol. 61, núm. 1.
- Díaz, B. A. y A. Romero (2007), “Economías de escala en el sector eléctrico mexicano”, *Comercio Exterior*, 57(9), pp. 724-731.
- Dickey, D.A. y W.A. Fuller (1981), “Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root”, *Econometrica*, 49, pp. 1057-1072.
- Dilaver, Z. y L. C. Hunt (2010), “Industrial Electricity Demand for Turkey: A Structural Time Series Analysis”, *Surrey Energy Economics*, Discussion Paper Series, núm. 129.
- Diario Oficial de la Federación (2007), “DECRETO por el que se reforman, adicionan, derogan y abrogan diversas disposiciones de la Ley de Coordinación Fiscal, de la Ley del Impuesto sobre Tenencia o Uso de Vehículos y de la Ley del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios”.
- Donatos, G. S. y G. J. Mergos (1991), “Residential Demand for Electricity: The Case of Greece”, *Energy Economics*, 13(1) pp. 41-47.
- Dunstan, R. H. y R. H. Schmidt (1988), “Structural Changes in Residential Energy Demand”, *Energy Economics*, 10(3), pp. 206-212.
- Egorova, S. y N. Volchkova (2008), “Sectorial and Regional Analysis of Industrial Electricity Demand in Russia”, *Reporte Final*, World Bank.
- EIA, US Energy Information Administration (2011), *Annual Energy Outlook 2011 with Projections to 2035*, Government Printing Office, abril.
- Ekins, P. (1997), “The Kuznets Curve for the Environment and Economic Growth: Examining the Evidence”, *Environment and Planning A*, vol. 29.
- Elkhafif, M. A. (1992), “Estimating Disag-

- gregated Price Elasticities in Industrial Energy Demand”, *Energy Journal*, 13(4), pp. 209-217.
- Eltony, M. N. y A. Hoque (1997), “A Cointegrating Relationship in the Demand for Energy: The Case of Electricity in Kuwait”, *The Journal of Energy and Development*, 21(2), pp. 293-301.
- Eltony, M. Nagy (2006), “Industrial Energy Policy: A Case Study of Demand in Kuwait”, *OPEC Review*, 30(2), pp. 85-103.
- Eltony, M. Nagy y Mohammad H. (1993), “The Structure of Demand for Electricity in the Gulf Cooperation Council Countries”, *Journal of Energy and Development*, 18(2), pp. 213-21.
- Engle, R.F. y C.W.J. Granger (1987), “Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing”, *Econometrica*, 55, pp. 251-76.
- Eskeland, G. S. y T. K. Mideksa (2010), “Electricity Demand in a Changing Climate”, *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 15(8), pp. 877-897.
- Espey, J. A. y M. Espey (2004), “Turning on the Lights: A Meta-Analysis of Residential Electricity Demand Elasticities”, *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 36(1), pp. 65-81.
- Fatai, K., L. Oxley y F.G. Scrimgeour (2003), “Modeling and Forecasting the Demand for Electricity in New Zealand: A Comparison of Alternative Approaches”, *Energy Journal*, 24(1), pp. 75-103.
- Filippini, M. (1999), “Swiss Residential Demand for Electricity”, *Applied Economics Letters*, 6(), pp. 533-538.
- Fisher, F. y C. Kaysen (1962), “A Study in Econometrics: The Demand for Electricity in the United States”, Amsterdam: North Holland.
- Fuentes, Hugo Javier, Andrés Zamudio y Sara Barajas (2010), “Evasión global de impuestos: Impuesto Sobre la Renta, Impuesto al Valor Agregado e Impuesto Especial sobre Producción y Servicio no Petrolero”, Ciudad de México, Centro de Estudios Estratégicos. Tecnológico de Monterrey, de enero de.
- Fuentes, J. y M. Tobar (2004), “La política fiscal como herramienta de ajuste cíclico en El Salvador”, Departamento de Investigación Económica y Financiera, Banco Central de la Reserva de El Salvador.
- Galindo, Luis Miguel (2009), *La economía del cambio climático en México: síntesis*, México, Secretaría de Hacienda y Crédito Público/Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- García, C. L. M. (2000) “Estimating Elasticities of Residential. Energy Demand from Panel County Data Using Dynamic Random Variables Models with Heteroskedastic and Correlated Error Terms”, *Resource and Energy Economics*, 22(4), pp. 355-366.
- Giorno C., P. Richardson, P. Roseveare y P. van Der Nord (1995), “Potential Output, Output Gaps, and Structural Budget Balances”, *OECD Economic Studies*, 24, pp. 167-209.
- Gruber, Jonathan (2009), *Public Finance and Public Policy*, Worth Publishers, diciembre.
- Halicioglu, F. (2007), “Residential Electricity Demand Dynamics in Turkey”, *Energy Economics*, 29(2), pp. 199-210.
- Halvorsen R. (1975), “Residential Demand for Electricity”, *Review of Economics and Statistics*, 57, pp. 12-18.
- Halvorsen, B. y B. M. Larsen (1999), “Factors Determining the Growth in Residential Electricity Consumption”, *Economic Survey*, 3, pp. 35-42.
- Hansen, B. (1969), *Fiscal Policy in Seven Countries 1955-65*, París, OECD.
- Helm, Dieter y Cameron Hepburn (eds.) (2010), *The Economics and Politics of Climate Change*, Oxford University Press, EUA, febrero.
- Hernández, F. y A. Zamudio (2004), “Evasión fiscal en México: el caso del IVA”, Centro de Investigación y Docencia Económica (CIDE), enero de 2004.
- Hodrick, R. J. y E. C. Prescott (1997), “Postwar U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation”, *Journal of Money, Credit and Banking*, 29 (1), pp. 1-16.
- Holtedahl, P. y F. L. Joutz (2004), “Residential Electricity Demand in Taiwan”, *Energy Economics*, 26(2), pp. 201-224.

- Hondroyannis, G., (2004), "Estimating Residential Demand for Electricity in Greece", *Energy Economics*, 26(3), pp. 319-334.
- Houthakker, H., P. Verleger y D. Sheehan (1973), "Dynamic Demand Analysis for Gasoline and Residential Electricity", *American Journal of Agricultural Economics*, 56(2), pp. 412-418.
- Hunt, L. C., C. Salgado y A. Thrope (1999), "The Policy of Power and Power of Policy in Honduras", *Journal of Energy and Development*, 25(1), pp. 1-36.
- INE (Instituto Nacional de Ecología) (2009), *México. Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*, Instituto Nacional de Ecología.
- Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (2004), *Panorama de la Gestión Pública, Primera parte: El estado de las finanzas públicas en América Latina y el Caribe*, coords. Martín, Juan y Ricardo Martner, LC/IP/L.243, mayo de 2004.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Fourth Assessment Report of the IPCC*, Cambridge University Press, septiembre.
- ITESM (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey) (2009), *Evasión Global de Impuestos: Impuesto Sobre la Renta, Impuesto al Valor Agregado e Impuesto Especial sobre Producción y Servicio no Petrolero*, Centro de Estudios Estratégicos, Ciudad de México, 2009.
- Johansen, S. (1988), "Statistical Analysis of Cointegration Vectors", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12, pp. 231-254.
- Kamerschen, D. y D. Porter (2004), "The Demand for Residential, Industrial and Total Electricity 1973-1998", *Energy Economics*, 26(1), pp. 87-100.
- Kustepeli, Y. y O. Sapci (2006), "Personal Income Tax Elasticity in Turkey: 1975-2005", Discussion Paper Series núm. 06/01, Department of Economics, Dokuz Eylül University.
- Kwiatkowski, Denis *et al.* (1992), "Testing the Null Hypothesis of Stationarity Against the Alternative of a Unit Root: How Sure Are We That Economic Time Series Have A Unit Root?", *Journal of Econometrics*, vol. 54, núm. 1-3, octubre.
- Kwiatkowsky, D., Phillips, P. Schmidt y Y. Shin (1992), "Testing the Null Hypothesis of Stationary Against the Alternative of a Unit Root", *Journal of Econometrics*, 54, pp. 159-178.
- Lee, C. C y J. D. Lee (2010), "A Panel Data Analysis of the Demand for Total Energy and Electricity in OECD Countries", *The Energy Journal*, 31(1), pp. 1-24.
- Li, H. y G. S. Maddala (1999), "Bootstrap Variance Estimation of Nonlinear Functions of Parameters: An Application to Long-run Elasticities of Energy Demand", *The Review of Economics and Statistics*, 81(4), pp. 728-733.
- Lima, A. I., M. Granger y L. Lave (2011), "Residential and Regional Electricity Consumption in the U.S. and EU: How Much Will Higher Prices Reduce CO2 Emissions", *The Electricity Journal*, 24(1), pp. 21-29.
- Llamas, A., A. Morones, L. Sánchez y F. Viramontes (2004), "Situación del Sector Eléctrico en México", *Memoria Técnica*, Centro de Estudios de Energía. México.
- Lütkepohl, Helmut (2005), *New Introduction to Multiple Time Series Analysis*, Springer, agosto.
- Lütkepohl, Helmut y Markus Kräzig (2004), *Applied Time Series Econometrics*, Cambridge University Press, agosto.
- Maddala, G. S. y In-Moo Kim (1998), *Unit Roots, Cointegration, and Structural Change*, Cambridge University Press.
- Maddala, G. S., R. P. Trost, H. Li y F. Joutz (1997), "Estimation of Short Run and Long Run Elasticities of Energy Demand from Panel Data Using Shrinkage Estimators", *Journal of Business and Economic Statistics*, 15(1), pp. 90-100.
- Martín del Campo, E. (1998), "Estimación de la base y la evasión fiscal del IVA en México", *Gaceta de Economía*, ITAM.
- Martín, F. (s.f.), "La elasticidad de la recau-

- dación tributaria. Un estudio para la Argentina. 1999-2007", extraído el 10 de junio de 2010 del sitio: <<http://www.estimacionestributarias.com/archivos/08.pdf>>.
- Martner, R. (2002), "Los efectos de la globalización económica y financiera sobre los presupuestos públicos en América Latina", *Revista Internacional de Presupuesto Público-ASIP*, núm. 49, año XXX, Julio-Agosto, 2002.
- Matsukawa, I., S. Madono y T. Nakashima (1993), "An Empirical Analysis of Ramsey Pricing in Japanese Electric Utilities", *Journal of the Japanese and Industrial Economies*, 7(3), pp. 256-276.
- McKay, Steve, Mark Pearson y Stephen Smith (1990), "Fiscal Instruments in Environmental Policy," *Fiscal Studies*, vol. 11, núm. 4, 1 de noviembre.
- Miller, J. (2001), Modelling Residential Demand for Electricity in the US: A Semi-parametric Panel.
- Musgrave, R. A. y P. B. Musgrave (1968), "Fiscal Policy", en R. E. Caves (ed.), *Britain's Economic Prospects*. Washington D.C., The Brookings Institution.
- Narayan, K. P. y R. Smyth (2005), "The Residential Demand for Electricity in Australia: An Application of the Bounds Testing Approach to Cointegration", *Energy Policy*, 33(4), pp. 467-474.
- Newbery, David Michael (2005), "Road User and Congestion Charges", *Theory and Practice of Excise Taxation: Smoking, Drinking, Gambling, Polluting, and Driving*, ed. Sijbren Cnossen, Oxford University Press, EUA.
- Ng, S. y P. Perron (1995), "Unit Root Tests in ARMA Models with Data Depend Methods for the Selection of the Truncation Lag", *Journal of the American Statistical Association*, 90, pp. 268-281.
- O'Ryan, R. (2008), *Diseño de un Modelo de Proyección de Demanda Energética Global Nacional de Largo Plazo*, Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería Industrial.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2010), *Taxation, Innovation and the Environment*, OECD Publishing.
- Olund, K. (2010), "The Industrial Electricity Use in the OECD Countries: An Econometric Analysis", documento de trabajo, Department of Business Administration and Social Sciences.
- Parry, Ian y Kenneth Small (2005), "Does Britain or the United States Have the Right Gasoline Tax?", *The American Economic Review*, vol. 95, septiembre.
- Pearson, Mark (1995), "The Political Economy of Implementing Environmental Taxes", *International Tax and Public Finance*, International Tax and Public Finance, vol. 2, núm. 2.
- Pechman, J. A. (1956), "Yield of the Individual Income Tax During a Recession", en Universities-National Bureau (ed.), *Policies to Combat Depression*, National Bureau of Economic Research.
- Perman, Roger et al. (2003), *Natural Resource and Environmental Economics*, Addison Wesley, agosto.
- Perron, P. (1997), "Further Evidence on Breaking Trend Functions in Macroeconomic Variables", *Journal of Econometrics*, 80, 355-385.
- Perron, P. (1989), "The Great Crash, the Oil Price Shock, and the Unit Root Hypothesis", *Econometrica: Journal of the Econometric Society*.
- Phillips, P.C.B. y P. Perron (1988), "Testing for Unit Roots in Time Series Regression", *Biometrika*, 75, pp. 335-346.
- Polemis, M. L. (2007), "Modeling Industrial Energy Demand in Greece using cointegration techniques", *Energy Policy*, 35(8), pp. 4039-4050.
- Prest, A. R. (1962), "The Sensitivity of the Yield of Personal Income Tax in the United Kingdom", *The Economic Journal*, 72(287), pp. 576-596.
- Ramsey, F. P. (1927), "A Contribution to the Theory of Taxation", *The Economic Journal*, vol. 37, núm. 145.
- Rehman, K. N., M. Tariq y J. Khan (2010), "Determinants of Household's Demand for Electricity in District Peshawar", *European Journal of Social Sciences*, 14(1), pp. 7-16.
- Rodriguez, A. (2009), "Pruebas de raíz unitaria con cambio estructural de Lee y Strazicich", Banco Central de Costa Rica,

- División Económica, Departamento de Investigación Económica, Nota Técnica DEC-DIE-011-2009-IT, Marzo, 2009.
- Rosen, Harvey y Ted Gayer (2009), *Public Finance*, McGraw-Hill/Irwin, septiembre.
- Rushdi, A. A. (1984), "Industrial Demand for Electricity in South Australia", *Australian Economic Papers*, 23(2), pp. 259-280.
- Sa'ad, S. (2009), "Electricity Demand for South Korean Residential Sector", *Energy Policy*, 37(12), pp. 5469-5474.
- Salanie, Bernard (2003), *The Economics of Taxation*, MIT Press, junio.
- Salazar D. y N. Prada (2003), "Balance estructural del gobierno central en Colombia", Archivos de Economía, documento 226, Departamento Nacional de Planeación, República de Colombia.
- Schenone, O. H. y C. de la Torre (2003), "Guatemala: fortalecimiento de la estructura tributaria", Serie de Estudios Económicos y Sectoriales de la Región, Banco Interamericano de Desarrollo.
- SENER (Secretaría de Energía) (2010), "Perspectivas del sector eléctrico: 2010-2025", Dirección General de Planeación Energética de la SENER, México.
- SENER (Secretaría de Energía) (2010), *Prospección de los petrolíferos 2010-2025*, México, SENER.
- Shome, P. (1988), "On the Elasticity of Developing Country Tax Systems", *Economic and Political Weekly*, 23(34), pp. 1750-1754.
- Silk, J. I. y F. L. Joutz (1997), "Short and Long-run Elasticities in US Residential Electricity Demand: A Co-integration Approach", *Energy Economics*, 19(4), pp. 493-513.
- Smith, Stephen (1992), "Taxation and the Environment: A Survey", *Fiscal Studies*, vol. 13, núm. 4, 1 de noviembre.
- Sobel, R. S. y R. G. Holcombe (1996), "Measuring the Growth and Variability of Tax Bases Over the Business Cycle", *National Tax Journal*, 49(4), pp. 535-52.
- Stern, Nicholas (2008), "The Economics of Climate Change", *American Economic Review*, vol. 98, núm. 2, mayo.
- Sterner, Thomas (2007), "Fuel Taxes: An important Instrument for Climate Policy", *Energy Policy*, vol. 35, núm. 6, junio.
- Tapia, H. (2003), *Balance estructural del Gobierno Central de Chile: ANÁLISIS y propuestas*, Serie Macroeconomía del Desarrollo, División de Desarrollo Económico, CEPAL-ECLAC.
- Taylor, L. (1975), "The Demand for Electricity: A Survey", *The Bell Journal of Economics*, 6(1), pp. 74-110.
- Uri, N. D. (1983), "The Demand for Electrical Energy in Korean Industry", *Applied Energy*, 14(4), pp. 295-316.
- Wagner, A. (1883), "Three Extracts on Public Finance", R. Musgrave y A. Peacock, eds., *Classics in the Theory of Public Finance*, London, MacMillan, 1994.
- Waheed, M., A. Tasneem y G. Saghir (2006), "Structural Breaks and Unit Root: Evidence from Pakistani Macroeconomic Time Series", State Bank of Pakistan, Munich Personal RePEc Archive.
- Walls, Margaret y Jean Hanson (1999), "Distributional Impacts of an Environmental Tax Shift: The Case of Motor Vehicle Emissions Taxes", *National Tax Journal*, vol. 52.
- Wasantha, A. P. y C. Wilson (2010), "Estimating Short and Long-term Residential Demand for Electricity: New Evidence from Sri Lanka", *Energy Economics*, 32(1), pp. 34-40.
- Westley, G. (1984), "Electricity Demand in a Developing Country", *The Review of Economics and Statistics*, 66(3), pp. 459-67.
- Westley, G. (1989), "Nontraditional Partial Adjustment Models and their Use in Estimating the Residential Demand for Electricity in Costa Rica", *Land Economics*, 65(), pp. 254-71.
- Winston, C. y C. Shirley (1998), *Alternate Route: Toward Efficient Urban Transportation*, Brookings Inst Pr.
- Wohlgemuth, Norbert (1997), "World Transport Energy Demand Modelling": Methodology and Elasticities", *Energy Policy*, vol. 25, núm. 14-15, diciembre.
- Woodland, A. D. (1993), "A Micro-economic Analysis of the Industrial Demand for Energy in NSW", *The Energy Journal*, 14(2), pp. 57-90.
- Ziramba, E. (2008), "The demand for resi-

- dential electricity in South Africa”, *Energy Policy*, 36, pp. 3460-3466.
- Zivot, E. y D. Andrews (1992), “Further Evidence on the Great Crash, the Oil-price Shock and the Unit-Root Hypothesis”, *Journal of Business and Economic Statistics*, 10, pp. 251-270.
- REFERENCIAS UTILIZADAS PARA LA ELABORACIÓN DEL META-ANÁLISIS DE LAS ELASTICIDADES INGRESO-PRECIO DEL CONSUMO DE ENERGÍA
- Abdel-Khalek, G. (1988), “Income and Price Elasticities of Energy Consumption in Egypt”, *Energy Economics*, 10(1), pp. 47-58.
- Abounde, M., F. Wirland y F. Koesil (1985), “Energy Demand Elasticities: A Reassessment”, *OPEC Review*, 9(2), pp. 163-185.
- Adeyemi, I. O. y L. C. Hunt (2007), “Modelling OECD Industrial Energy Demand: Asymmetric Price Responses and Energy-saving Technical Change”, *Energy Economics*, 29(4), pp. 693-709.
- Agnolucci, P. (2009), “The Energy Demand in the British and German Industrial Sectors: Heterogeneity and Common Factors”, *Energy Economics*, 31(1) pp. 175-187.
- Al-Azzam, A. y D. Hawdon (1997), “Estimating the Demand for Energy in Jordan: A Stock-Watson Dynamic OLS (DOLS) Approach”, Working Paper No. 97, Surrey Energy Economics Centre (SEEC).
- Al-Faris, A. R. F. (1997), “Demand for Oil Products in the GCC Countries”, *Energy Policy*, 25(1), pp. 55-61.
- Al-Rabbaie, A. y L. C. Hunt (2006), “OECD Energy Demand: Modelling Underlying Energy Demand Trends Using the Structural Time Series Model”, Surrey Energy Economics Discussion paper series, Surrey Energy Economics Centre, núm. 114, pp. 1-35.
- Al-Sahlawi, A. M. (1997), “The Demand for Oil Products in Saudi Arabia”, *OPEC Review*, 21(1), pp. 33-38.
- Arshad, K. M. y U. Ahmad (2008), “Energy Demand in Pakistan: A Disaggregate Analysis”, *The Pakistan Development Review*, 47(4-II), pp. 437-455.
- Balabanoff, S. (1994), “The Dynamics of Energy Demand in Latin America”, *OPEC Review*, 18(4), pp. 467-488.
- Beenstock, M. y P. Willocks (1981), “Energy Consumption and Economic Activity in Industrialized Countries”, *Energy Economics*, 3(4), pp. 225-232.
- Bentzen, J. y T. Engsted (1993), “Short- and Long-run Elasticities in Energy Demand: A Cointegration Approach”, *Energy Economics*, 15(1), pp. 9-16.
- Bentzen, J. y T. Engsted (1996), “On the Estimation of Short- and Long-run Elasticities in U. S. Petroleum Consumption: Comment”, *Southern Economic Journal*, 62(3), pp. 783-787.
- Bentzen, J. y T. Engsted (2001), “A Revival of the Autoregressive Distributed Lag Model in Estimating Energy Demand Relationships”, *Energy*, 26(1), pp. 45-55.
- Bhattacharyya, C. S. y A. Blake (2009), “Domestic Demand for Petroleum Products in MENA Countries”, *Energy Policy*, 37(4), pp. 1552-1560.
- Bohi, D. R., M.B. Zimmerman (1984), “An Update on Econometric Studies of Energy Demand Behavior”, *Annual Review of Energy*, 9(1), pp. 105-154.
- Brenton, P. (1997), “Estimates of the Demand for Energy Using Cross-country Consumption Data”, *Applied Economics*, 29(7), pp. 851-859.
- Chakravorty, U., F. Fesharaki y S. Zhou (2000), “Domestic Demand for Petroleum in OPEC Countries”, *OPEC Review*, 24(1), pp. 23-52.
- Cooper, C. B. (2003), “Price Elasticity of Demand for Crude Oil: Estimates for 23 Countries”, *OPEC Review*, 27(1), pp. 1-8.
- De Vita, G., K. Endresen y L. C. Hunt (2006), “An Empirical Analysis of Energy Demand in Namibia”, *Energy Policy*, 34(18), pp. 3447-3463.
- Dimitropoulos, J., L. C. Hunt y G. Judge (2005), “Estimating Underlying Energy Demand Trends Using UK Annual Data”, *Applied Economics Letters*, 12(4), pp. 239-244.
- Engsted, T. y J. Bentzen (1997), “Dynamic Modelling of Energy Demand: A Guided Tour Through the Jungle of Unit

- Roots and Cointegration", *OPEC Review*, 21(4), pp. 261-293.
- Fiebig, D. G., J. Seale y H. Theil (1987), "The Demand for Energy: Evidence from a Cross-country Demand System", *Energy Economics*, 9(3), pp. 149-153.
- Galindo, L. M. (2005), "Short- and Long-run Demand for Energy in Mexico: A Cointegration Approach", *Energy Policy*, 33(9), pp. 1179-1185.
- Ghosh, S. (2005), "Future Demand of Petroleum Products in India", *Energy Policy*, 34(15), pp. 2032-2037.
- Haas, R. y L. Shipper (1998), "Residential Energy Demand in OECD-countries and the Role of Irreversible Efficiency Improvements", *Energy Economics*, 20(4), pp. 421-442.
- Hunt, L. C. y Y. Ninomiya (2003), "Unravelling Trends and Seasonality: A Structural Time Series Analysis of Transport oil Demand in the UK and Japan", *The Energy Journal*, 24(3), pp. 63-96.
- Hunt, L. C. y Y. Ninomiya (2005), "Primary Energy Demand in Japan: An Empirical Analysis of Long-term Trends and Future CO<sub>2</sub> emissions", *Energy Policy*, 33(11), pp. 1409-1424.
- Hunt, L. C. y N. Manning (1989), "Energy Price- and Income-elasticities of Demand: Some Estimates for the UK Using the Cointegration Procedure", *Scottish Journal of Political Economy*, 36(2), pp. 183-193.
- Hunt, L. C. y R. Witt (1995), "An Analysis of UK Energy Demand Using Multivariate Cointegration", Surrey Energy Economics Discussion paper series, Surrey Energy Economics Centre, núm. 86, pp. 1-20.
- Hunt, L. C., G. Judge y T. Ninomiya (2000), "Modelling Technical Progress: An Application of the Stochastic Trend Model to UK Energy Demand", Surrey Energy Economics Discussion paper series, Surrey Energy Economics Centre, núm. 99, pp. 1-30.
- Hunt, L. C., G. Judge y Y. Ninomiya (2003), "Underlying Trends and Seasonality in UK Energy Demand: A Sectoral Analysis", *Energy Economics*, 25(1), pp. 93-118.
- Hunt, L. C., G. Judge y Y. Ninomiya (2003a), "Modelling Underlying Energy Demand Trends", Surrey Energy Economics Discussion paper series, Surrey Energy Economics Centre, núm. 105, pp. 1-40.
- Huntington, G. H. (2010), "Short- and Long-run Adjustments in U.S. Petroleum Consumption", *Energy Economics*, 32(1), pp. 63-72.
- Ibrahim, I. B. y C. Hurst (1990), "Estimating Energy and Oil Demand Functions: A Study of Thirteen Developing Countries", *Energy Economics*, 12(2), pp. 93-102.
- Iwayemi, A., A. Adenikinju y A. Babatunde (2010), "Estimating Petroleum Products Demand Elasticities in Nigeria: A Multivariate Cointegration Approach", *Energy Economics*, 32(1), pp. 73-85.
- Jabbar, S. A. A. (2004), "Estimation of Total Energy Consumption in Jordan 1980-1999: Evidence from Cointegration and Stock", *Journal of Economic and Administrative Sciences*, 20(1), pp. 71-82.
- Jones, C. T. (1993), "A Single-equation Study of U.S. Petroleum Consumption: The Role of Model Specification", *Southern Economic Journal*, 59(4), pp. 687-700.
- Kouris, G. (1983), "Energy Consumption and Economic Activity in Industrialized Countries - a Note", *Energy Economics*, 5(23), pp. 207-212.
- Kulshreshtha, M. y J. K. Parikh (2000), "Modeling Demand for Coal in India: Vector Autoregressive Models With Cointegrated Variables", *Energy*, 25(2), pp. 149-168.
- Kumar, S. (2008), "Cointegration and the Demand for Energy in Fiji", MPRA Paper núm. 18704, pp. 1-17.
- Kumar, N. P. y R. Smyth (2007), "A Panel Cointegration Analysis of the Demand for Oil in the Middle East", *Energy Policy*, 35(12), pp. 6258-6265.
- Lee, C. C. y J. D. Lee (2010), "A Panel Data Analysis of the Demand for Total Energy and Electricity in OECD Countries", *The Energy Journal*, 31(1), pp. 1-24.
- Leesombatpiboona, P. y F. L. Joutzb (2010), "Sectoral Demand for Petroleum in Thailand", *Energy Economics*, 32(1), pp. 15-25.

- Lui, G. (2004), "Estimating Energy Demand Elasticities for OECD Countries. A Dynamic Panel Data Approach", *Discussion Papers*, núm. 373, pp. 3-27.
- Maddala, G. S., R. P. Trost, H. Li y F. Joutz (1997), "Estimation of Short-run and Long-run Elasticities of Energy Demand from Panel Data Using Shrinkage Estimators", *Journal of Business & Economic Statistics*, 15(1), pp. 90-100.
- Masih, R. y A. M. M. Masih (1998), "Stock-Watson Dynamic OLS (DOLS) and Error-correction Modelling Approaches to Estimating Long- and Short-run Elasticities in a Demand Function: New Evidence and Methodological Implications from an Application to the Demand for Coal in Mainland China", *Energy Economics*, 18(4), pp. 315-334.
- Medlock III, K. B. y R. Soligo (2001), "Economic Development and End-use Energy Demand", *Energy Journal*, 22(2), pp. 77-105.
- Mitchell, T. (2006), "A Co-integration Analysis of the Price and Income Elasticity of Energy Demand", Working Paper, Research Department, Central Bank of Barbados.
- Paga, E. y F. Birol (1994), "An Empirical Analysis of Oil Demand in Developing Countries", *OPEC Review*, 18(1), pp. 25-46.
- Pedregal, D. J., O. Dejuán, N. Gómez y M. A. Tobarra (2009), "Modelling Demand for Crude Oil Products in Spain", *Energy Policy*, 37(11), pp. 4417-4427.
- Pesaran, M. H. y R. P. Smith (1995), "Alternative Approaches to Estimating Long-run Energy Demand Elasticities: An Application to Asian Developing Countries", en T. Barker, P. Ekins y N. Johnstone (eds.), *Global Warming and Energy Demand*. Routledge, London, pp. 47-105.
- Prosser, R. D. (1985), "Demand Elasticities in OECD: Dynamic Aspects", *Energy Economics*, 9(1), pp. 9-12.
- Rapanos, V. y M. L. Polemis (2006), "The Structure of Residential Energy Demand in Greece", *Energy Policy*, 34(), pp. 3137-3143.
- Sa'ad, S. (2009a), "An Empirical Analysis of Petroleum Demand for Indonesia: An Application of the Cointegration Approach", *Energy Policy*, 37(11), pp. 4391-4396.
- Sa'ad, S. (2009b), "Transportation Demand for Petroleum Products in Indonesia: A Time Series Analysis", *OPEC Energy Review*, 33(2), pp. 140-154.
- Sa'ad, S. (2011), "Underlying Energy Demand Trends in South Korean and Indonesian Aggregate Whole Economy and Residential Sectors", *Energy Policy*, 39(1), pp. 40-46.
- Sadorsky, P. (2011), "Trade and Energy Consumption in the Middle East", *Energy Economics*, doi:10.1016/j.eneco.2010.12.012.
- Saif, S. G. (2001), "Oil Demand in North America: 1980-2020", *OPEC Review*, 25(4), pp. 339-355.
- Samimi, R. (1995), "Road Transport Energy Demand in Australia", *Energy Economics*, 17(4), pp. 329-339.

**ANEXO 1****Cuadro A.1****Carga fiscal total en países de América Latina, 1990 y 2009***(en porcentaje del PIB)*

	1990	2009
Argentina	5.3	12.4
Bolivia	8.1	19.8
Brasil	11.4	15.4
Chile	13.1	14.6
Colombia	7.0	12.9
Costa Rica	10.7	13.5
República Dominicana	7.1	13.1
Ecuador	7.8	13.9
El Salvador	9.1	12.4
Guatemala	7.6	10.4
Haití	7.3	11.7
Honduras	12.3	14.5
México	9.8	9.6
Nicaragua	8.1	17.7
Panamá	10.3	11.3
Paraguay	9.4	13.0
Perú	10.8	13.4
Uruguay	14.0	18.0
Venezuela	17.7	13.5

**ANEXO 2****Variables utilizadas para la construcción de los modelos**

Consumo de gasolina en litros. Primer trimestre de 1995 a último trimestre de 2010. Sistema de Información Energética (SIE). Secretaría de Energía <<http://sie.energia.gob.mx/>>.

Consumo de diesel en litros. Primer trimestre de 1995 a último trimestre de 2010. Sistema de Información Energética (SIE). Secretaría de Energía <<http://sie.energia.gob.mx/>>.

Precio de la gasolina en pesos por litro. Primer trimestre de 1995 a último trimestre de 2010. Sistema de Información Energética (SIE). Secretaría de Energía <<http://sie.energia.gob.mx/>>.

Precio del diesel en pesos por litro. Primer trimestre de 1995 a último trimestre de 2010. Sistema de Información Energética (SIE). Secretaría de Energía <<http://sie.energia.gob.mx/>>.

Índice Nacional de Precios al Consumidor base 2003. Primer trimestre de 1995 a último trimestre de 2010. Banco de México <<http://www.banxico.org.mx/estadisticas/index.html>>.

Parque vehicular de autos a gasolina en unidades. Se compone de las series de automóviles registrados en circulación. Base de información económica (BIE). INEGI <<http://dgcnesyp.inegi.org.mx/cgi-win/bdieintsi.exe/NIVR50#ARBOL>>.

Parque vehicular de autos a diesel en unidades. Se compone de las series de camiones para pasajeros y de carga registrados en circulación. Base de información económica (BIE). INEGI <<http://dgcnesyp.inegi.org.mx/cgi-win/bdieintsi.exe/NIVR50#ARBOL>>.

Producto interno bruto en miles de pesos a precios de 2003. Base de información económica (BIE). INEGI <<http://dgcnesyp.inegi.org.mx/cgi-win/bdieintsi.exe/NIVR50#ARBOL>>.

Las estadísticas de finanzas públicas provienen de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y fueron deflactadas utilizando el Deflactor Implícito del PIB base 2003.

*Finanzas públicas y cambio climático en México*  
se terminó de imprimir en el mes de mayo de 2012  
en los talleres de SM Servicios Gráficos.  
El tiro fue de 300 ejemplares.



*Al servicio  
de las personas  
y las naciones*