

LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS Y SUS COSTOS AMBIENTALES: EL CASO DEL ESTADO DE MÉXICO

*José Luis Bernal López**

Las necesidades elementales de la especie humana no se reducen a la alimentación ... también implican el mantenimiento de determinadas condiciones ambientales.

Martínez y Roca (2001)

Resumen

El objetivo de este trabajo es determinar los montos de los costos ambientales derivados del funcionamiento del aparato productivo del Estado de México mediante el análisis insumo-producto. Esta técnica, cuando incluye al medioambiente permite identificar la generación de costos ambientales directos e indirectos. Así, mediante el cálculo de costos ambientales en dos ejercicios (contaminación al aire y uso del agua) se encuentra que representan el 2.55% del PIB estatal en el año 2008; mientras que el crecimiento del PIB fue del 2.4%, el crecimiento real, por tanto, fue de -0.15%. Se concluye que en la generación de costos ambientales participan todas las ramas de la economía estatal en forma directa (generadoras) o indirecta (adquiridos o inducidos).

Palabras clave: costos ambientales, insumo-producto, medioambiente, región.

Abstract

The aim of this study is to determine the amounts of environmental costs derived from operation of the productive apparatus of the State of Mexico through the input-output analysis. This technique, when including the environment identifies the generation of direct and indi-

* Doctor en Estudios Sociales (Economía Social), Universidad Mexiquense del Bicentenario Unidad de Estudios Superiores Chalco (UESCHA).

rect environmental costs. So by calculating environmental costs in two applications (air pollution and water use) is representing 2.55% of state GDP in 2008; while GDP growth was 2.4%, the real growth was thus -0.15%. We conclude that in the generation of environmental costs all branches of the state economy directly (generating) or indirect (acquired or induced) involved.

Keywords: environmental costs, input-output, environment, region.

Introducción

El objetivo de este trabajo es determinar los montos de los costos ambientales (directos e indirectos) derivados del funcionamiento del aparato productivo del Estado de México mediante el análisis insumo-producto. La entidad tiene un grado importante de desarrollo, es una de las regiones de industrialización temprana en el periodo de Sustitución de Importaciones, (Castaings 2000, Calderón 2008) derivado de su cercanía con el centro político y económico, y por estar en la región Centro del país que representa el mayor porcentaje del mercado interno. La región presenta altos niveles de contaminación y deterioro ambiental, por ser una zona de recepción de migración sin arraigo en la población que llega y por tanto sin incentivos para cuidar al medioambiente (Zapata-Lillo, 2008). Los flujos migratorios, más el hecho de ser una región donde se asentó la vieja industria, necesariamente influye sobre los niveles de contaminación ambiental y por tanto de costos ambientales.

Adicionalmente, el desarrollo económico en la actualidad no se puede entender sino en términos de sustentabilidad con el medio ambiente. Si se considera que, las sociedades humanas cualesquiera sean sus condiciones o niveles de complejidad, no existen en un vacío ecológico sino que afectan y son afectadas por las dinámicas, ciclos y pulsos de la naturaleza (Toledo, 2008). Por otra parte, la economía ambiental (neoclásica) no ha logrado tratar adecuadamente estos problemas; sin embargo, se han logrado progresos en la descripción de la relación entre actividad económica, instituciones sociales y aspectos ambientales, usando análisis insumo-producto. La extensión natural hacia las cuen-

tas ambientales es el soporte para el análisis de los recursos naturales/ ambientales (Gowdy y Erickson, 2005).

El trabajo tiene tres apartados: en el primero, se hace una revisión teórica de las diferentes visiones que existen actualmente sobre el medioambiente y el tratamiento de los costos ambientales así como de la relación medioambiente economía. En el segundo, se aborda el análisis insumo-producto y en particular su utilidad en el tratamiento de las relaciones entre la economía y el entorno natural, mostrando también la capacidad de esta técnica para el cálculo de los costos ambientales. Finalmente, en el apartado tres se muestran los cálculos de los costos ambientales para la región así como su interpretación. Mediante el cálculo de costos ambientales en dos ejercicios distintos (contaminación al aire y uso del agua) se encuentra que representaron el 2.55% del PIB estatal en el año 2008; mientras que el crecimiento del PIB fue del 2.4%, el crecimiento real, por tanto, fue de -0.15%, es decir, negativo. La relevancia de estos datos más que por su magnitud, se manifiesta en el hecho de que los cálculos aquí mostrados corresponden sólo a dos ejercicios: el primero para cinco contaminantes arrojados al aire y el segundo para el consumo de agua en la región. Si incluimos todo tipo de contaminación generada en la región los costos derivados alcanzarían magnitudes mucho más importantes.

1. Medioambiente y economía

Las actividades humanas han influido desde siempre en el entorno, creando severas modificaciones, la mayoría de las cuales han tenido efectos lesivos, que afectan negativamente a la misma sociedad. Estos factores afectan diversos aspectos del entorno natural, siguiendo a Sarukhán (2007) los más afectados son: primero, la pérdida de ecosistemas naturales (selvas, bosques, arrecifes, etc.). Segundo, la acumulación de gases de efecto invernadero en la estratósfera, ambos tienen alcance y consecuencias globales. Además, la pérdida de diversidad biológica incluye a los denominados servicios ambientales o ecológicos que provee la naturaleza, tales como: los alimentos, el agua, maderas, etc., (incluso los combustibles fósiles producto de ecosistemas anteriores).

1.1 La visión neoclásica

En la economía, las funciones elementales de producción, distribución y consumo ocurren dentro de un mundo natural circundante, uno de los de impactos que tiene el funcionamiento de la economía sobre la naturaleza consiste en explotarla para proveerse de materias primas y mantener el sistema en funcionamiento. Las actividades de producción y consumo también generan productos de desecho, llamados residuos, que en algún momento regresan al entorno natural. La forma cómo se manipulen estos residuos pueden conducir a la contaminación o a la degradación del ambiente natural (Field, 1995).

Los daños al medioambiente como externalidades

El desarrollo del análisis neoclásico se ha enfocado sobre las consecuencias que tiene la degradación del ambiente sobre la calidad de vida y cómo hacer compatible la producción económica con una tasa de deterioro aceptable del medio ambiente. Este enfoque se ha basado en las denominadas externalidades.

Las externalidades en forma amplia se consideran como fallas del mercado y dichas fallas en un equilibrio competitivo ocurren cuando las condiciones óptimas de asignación de recursos se violan. Lo anterior llevaría a intentar explicar cuándo es que las condiciones óptimas se violan en forma específica. Para evitar este problema de definición, las externalidades aparecen cuando se dan las siguientes dos condiciones:

Condición 1. Una externalidad se presenta cuando en las relaciones de producción o utilidad de algunos individuos (A), [variables reales, no monetarias] el valor de ésta se ve afectado por otros (personas, corporaciones, gobierno), sin atención particular en los efectos que estas acciones tengan sobre el bienestar de A. Condición 2. Que por la decisión de afectar los niveles de producción o utilidad de otros no se reciba pago (el agente causante de la externalidad) en compensación por su actividad en un monto equivalente al resultado (marginal) en beneficios o costos. (Baumol y Oates, 1975)

Las externalidades de los bienes públicos

En la teoría neoclásica en general, se reconoce que la inadecuada asignación de recursos atribuible a una externalidad ocurre sólo cuando no se carga el precio apropiado por parte del proveedor del bien o servicio (en este caso los servicios de la naturaleza). Éstas son particularmente relevantes en el caso de los bienes públicos, para Baumol y Oates (1975), es necesaria una nueva denominación con el fin de establecer un concepto más claro, ellos prefieren llamarlas “externalidades inagotables”, particularmente cuando se aplican a este tipo de bienes (o males).

Por otra parte, los bienes públicos deben cumplir con la característica de que un incremento en el consumo de un individuo no reduce la disponibilidad para otros. El medioambiente natural claramente cumple con esta característica. Asimismo, para Baumol y Oates (1975) existen otro tipo de externalidades que puede revertirse al cargar un precio aceptable que limite el uso de estos bienes, es decir, una “externalidad agotable”. Los ejemplos más claros de este tipo de externalidades, se presentan cuando por limitaciones institucionales no se pueden asignar derechos de propiedad sobre el uso de recursos de uso común. Sin embargo, es claro que para la mayoría de los bienes públicos (aire, agua, luz solar, etc.) no se puede limitar el acceso al público ni cobrar una tarifa por su uso, entonces la solución será –de acuerdo a la teoría neoclásica– establecer precios por el uso de estos bienes.

1.2 Visiones alternativas

La teoría neoclásica no ha caracterizado adecuadamente estos problemas, siguiendo a Gowdy y Erickson (2005), la teoría del consumidor ha sido dominada por la meta de la eficiencia en la maximización de la utilidad¹, basada en la noción del *homo economicus*, y bajo los axiomas de la elección del consumidor. En forma similar la teoría de

1 El análisis se basa en funciones de utilidad homogéneas de grado uno, así como preferencias completas, reflexivas, transitivas, y continuas, exhibición de la no-saciedad y la disminución marginal de las tasas de sustitución.

la producción ha sido dominada por la meta de eficiencia en la maximización de los beneficios, basada en la competencia perfecta y asociada con el supuesto del comportamiento maximizador de la empresa². Lo anterior, asociado a los dos pilares de la teoría neoclásica: el equilibrio general y la eficiencia de Pareto. Sin embargo, a la luz de nuevos problemas ambientales, como el cambio climático (pero no únicamente), las consecuencias de esta fijación sobre la eficiencia y la resultante desconexión con otras metas válidas han quedado de manifiesto. El modelo neoclásico se ha enfocado en lograr un producto eficiente en donde los costos marginales igualen a los beneficios marginales. Pero las consecuencias de la distribución, la distinción entre emisiones de lujo y de subsistencia, o el incremento en los riesgos sobre ciertos segmentos de la población, se han ignorado.

El Sistema de Cuentas Económicas y Ambientales (SCAE). Este, tiene su origen en la División de Estadísticas de las Naciones Unidas³ mediante la creación de la Contabilidad Integrada Económica y Ambiental (SCAE) que representó el primer manual internacional sobre contabilidad ambiental, (Smith, 2007).

El cálculo de los costos ambientales, implica que cuanto mayor sea la contaminación, mayores serán los daños que se produzcan. Para describir la relación entre la contaminación y los daños se utiliza la idea de una *función de daño*. Sin embargo, estas funciones presentan una característica que, de hecho, es bastante controvertida. Éstas presentan umbrales o límites permisibles, es decir, valores de emisiones o concentraciones del entorno por debajo de los cuales los daños marginales son cero, el contaminante se puede incrementar a estos umbrales sin ocasionar ningún aumento en los daños. Pero el nivel de emisiones eficiente anterior, no necesariamente corresponde al nivel eficiente de la

2 El análisis basado en funciones de producción homogéneas de grado uno, así como independencia en las acciones de las empresas, ningún poder sobre el mercado, rendimientos constantes de escala, información perfecta y no incertidumbre.

3 El manual apareció en 1993 bajo el título Manual de Contabilidad Nacional: Contabilidad Integrada Económica y Ambiental (SCAE).

actualidad, o posiblemente del futuro⁴. Por otra parte, las propuestas anteriores han tropezado con distintos problemas en el cálculo y evaluación de los mismos, lo que ha llevado a adoptar a los cálculos de costos ambientales como la forma más difundida en todo el mundo y, desde luego, en México.

Valoración de los Activos Ambientales

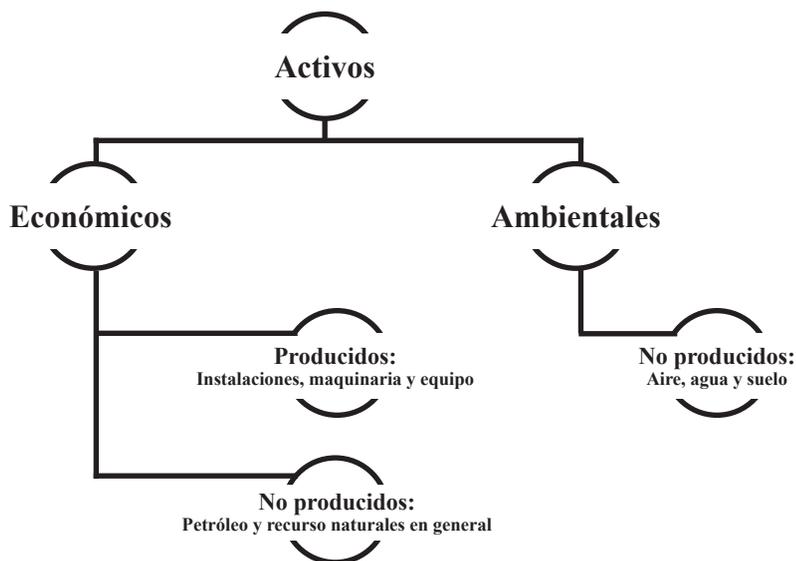
Asignar valor a los activos ambientales es un problema de difícil solución, ya que en general no existen mercados para éstos y por ende tampoco precios. Crearlos entonces, es la solución que propone la economía ambiental (visión neoclásica) esto ha llevado a que desde la economía ecológica (visión alternativa), se lance una aguda crítica a esta forma de valorar a estos activos y de asignación de precios, en otras palabras se dice que éstos tiene que “inventarse” (Martínez y Roca, 2001).

Existen tres tipos de cuentas de ajuste sobre el medioambiente: las relacionadas al agotamiento, las relacionadas con los llamados gastos defensivos, y las relacionadas a la degradación. Y para su aplicación se cuenta con tres posibles enfoques: Primero, valorar la pérdida de capital natural, como la pérdida de bienestar que implica convertir en un equivalente monetario el mal que se provoca a los ciudadanos. Segundo, valorarlo como “costo de reparación” es decir el costo monetario de reparar el impacto una vez producido. Tercero, como “costo de evitar” el daño ambiental.

Esta visión de asignar costos al medio ambiente y los daños causados a éste, es la más generalizada y la que se utiliza en los trabajos sobre economía del medio ambiente, así como en los sistemas de “cuentas satélite”, adicionales a las cuentas nacionales (Martínez y Roca, 2001).

4 De forma que la función de costos de daño marginal y la función de costos marginales de reducción, cambian cuando cambia cualquiera de los factores implícitos, así se desplazarán las funciones y por tanto el nivel eficiente de emisiones Gowdy y Erickson (2005).

Esquema 1. Clasificación de activos según INEGI (2005)



Fuente: Adaptado del Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México (SCEEM) 1999-2004, INEGI, (2005)

Para el caso de México, el INEGI (2005) ha incorporado esta innovación, al tratamiento de los recursos naturales y el ambiente, necesaria por la expansión de la frontera de los activos contemplados en el sistema contabilidad económica, como se muestra en el esquema 1.

1. Activos Económicos Producidos, son activos surgidos de procesos productivos que contempla el Sistema de Cuentas Nacionales (SCN). Estos activos son elaborados bajo el control y la responsabilidad de una unidad de producción, y son bienes de capital que sirven para obtener otros bienes y servicios.
2. Activos Económicos no Producidos, son utilizados en la producción, pero no provienen de proceso productivo alguno; quedan contemplados aquí los activos de origen natural como son el suelo, los bosques y los depósitos de minerales, entre otros.
3. Activos Ambientales no Producidos, son aquellos activos de origen natural que son afectados por la actividad económica y

poseen características tales que no es posible establecer alguna propiedad sobre ellos; por ejemplo el aire y los océanos. Bajo esta última denominación, se incluyen no sólo aquellos activos cuya existencia es desconocida (por ejemplo, yacimientos mineros que aún no son descubiertos), sino también los que, como sucede con los bosques no sujetos a la explotación, se sabe que existen pero que son tan remotos e inaccesibles (dada la tecnología existente) que en la práctica no se encuentran bajo el control efectivo de unidad institucional alguna.

Al asignarles la categoría de activos a los recursos naturales y al ambiente, su tratamiento en la contabilidad económico-ambiental es similar al de los activos económicos producidos. De esta forma, estos recursos dejan de ser considerados bienes libres y de oferta ilimitada, para adquirir la categoría de bienes escasos.

Otra alternativa al análisis marginal es el uso de modelos de insumo-producto ampliados, para examinar los efectos directos e indirectos de grandes cambios en la estructura económica. El marco del insumo-producto social y contable, permite una mayor flexibilidad en la definición de la actividad económica que los modelos comúnmente usados bajo el concepto de equilibrio general que se encuentran en la mayoría de los estudios de impacto. La contabilidad social, provee una forma sistemática de organización cuantitativa así como cualitativa que sea la base de análisis y evaluaciones no marginales de opciones de política y que considere los impactos sobre la ecología, en un contexto social y económico (Gowdy y Erickson 2005).

2. La matriz de insumo-producto y su aplicación al tratamiento del medio ambiente.

La Matriz Insumo-Producto es un útil instrumento de análisis empírico en economía. Su principal atributo es la capacidad para integrar en un esquema contable, relativamente simple, el conjunto de relaciones que definen la estructura productiva. En términos generales, siguiendo a Callico y Ten (2000) existen dos grupos de métodos para la construcción de Matrices Insumo-Producto Regionales: los que consisten en la

obtención de información directa a través de encuestas y los que evitan encuestas, generalmente actualizando alguna matriz anterior. Entre los dos grupos de métodos están aquellos que combinan de diversos modos ambos procedimientos.

Los modelos regionales de insumo-producto son una derivación de los modelos a nivel nacional, pues los primeros son el resultado de una subdivisión de un sistema económico en regiones, es decir, son un subsistema del país; y generalmente su estimación se realiza a través de métodos estadísticos, debido a la insuficiencia en la información estadística necesaria para la construcción de matrices con el carácter regional. La regionalización siguiendo a Fuentes (2003), llevada a cabo mediante técnicas estadísticas permite ajustar los coeficientes nacionales de manera tal que éstos representen de la forma más aproximada posible las características y estructura económica que presenta la región específica que se analiza y las relaciones entre sectores.

2.1 Metodologías de regionalización

Un primer problema práctico en el análisis de insumo-producto regional se refiere a la conversión de los coeficientes nacionales a regionales. Siguiendo a Fuentes (2003), la conformación de una matriz de insumo-producto regional puede realizarse mediante el enfoque indirecto⁵, cuya obtención es de bajo costo y rápida. Posteriormente, la información es transformada mediante procesos mecánico-estadísticos dando como resultado la estimación de una matriz de insumo-producto regional.

AJUSTE BI PROPORCIONAL (RAS). Para Fuentes (2003), este método utilizado para la actualización y regionalización de matrices de insumo-producto consiste en un procedimiento iterativo de multiplicación de las filas y columnas de la matriz base, a fin de lograr la consistencia con los totales referentes al año de actualización (o la re-

5 Este enfoque permite la construcción de una matriz de insumo-producto regional sin recurrir al levantamiento de encuestas directas, sino utilizando para su elaboración sólo información estadística secundaria que se encuentra disponible en censos económicos, anuarios estadísticos y otras fuentes de información tanto nacionales como regionales (nivel estatal), (Fuentes, 2003).

gión específica), los cuales previamente se obtuvieron de las cuentas nacionales. Los dos principales atributos del RAS descansan en la simplicidad relativa de su aplicación y sus modestos requerimientos.

En términos sintéticos, cuando el método se aplica a la actualización de matrices de insumo-producto, consiste en multiplicar una matriz diagonal denominada R, que recoge el efecto sustitución, por la matriz de coeficientes técnicos del año base A(t). El resultado se posmultiplica por una matriz S, que recoge el efecto fabricación. Al aplicarlo para regionalizar matrices de insumo-producto, la matriz R es un resumen de los cambios en la disponibilidad regional de insumos y la matriz S es un resumen de los cambios en la relación entre los insumos y el valor agregado, técnicamente, esto se escribe como:

$$A^r = RA^n S$$

Con este método se obtiene una matriz estimada A^r a partir de la matriz nacional A^n , sujeta a que las sumas de filas y columnas sean iguales a los totales conocidos en la región: la demanda intermedia en el caso de la suma de las filas y el consumo intermedio en el caso de las columnas, para cada sector. Si se combina el método RAS simple con conocimientos específicos de cada sector, entonces se puede contar con coeficientes que pueden ser más exactos.

2.2 La matriz regional para el Estado de México

Siguiendo a Miller y Blair (2009), se aplicó una variante del método RAS propuesto por estos autores como sigue:

Se asume que se conoce una matriz base de coeficientes técnicos $A(0)$ 76×76 , en este caso la matriz nacional: MATRIZ SIMÉTRICA TOTAL DE INSUMO-PRODUCTO por subsector de actividad a precios básicos del año 2003 INEGI (2008) y tres vectores de la matriz meta: Producto Interno Bruto de la Economía Total (INEGI, 2009a) $X(1)$ 76×1 ; Demanda Intermedia Estado de México 2008 (INEGI, 2009a) de Producto Bruto Sectorial

u (1) 76x1

donde:

$$u_i = \sum_{j=i}^{\pi} z_{ij}$$

y un vector v(1) 76x1, Consumo intermedio por subsector de actividad económica (INEGI, 2009)

donde:

$$v_j = \sum_{j=i}^n z_{ij}$$

Así, la obtención de la nueva matriz A(1) es como sigue:

$$A^1 = \begin{bmatrix} r_1^1 & 0 & 0 \\ 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & r_{76}^1 \end{bmatrix} A(0)$$

resultado que también puede expresarse como:

$$A^1 = r^1 A(0)$$

y a continuación

$$A^2 = A^1 \begin{bmatrix} s_1^1 & 0 & 0 \\ 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & s_{76}^1 \end{bmatrix}$$

que también puede escribirse como

$$A^2 = A^1 s^1$$

Para asegurar el ajuste el método supone que $u^1 = u^0$, si ocurriera que:

$$u_i^0 > u^i(1)$$

Entonces, la suma de los elementos del renglón i sería más grande que los de $X(1)$. En forma similar si:

$$u_k^0 > u^k(1)$$

Entonces la suma de los elementos del renglón k serían más pequeños que los correspondientes a $X(1)$. En cualquiera de los casos anteriores el ajuste correspondiente sería:

$$\frac{u_i^1}{u_i^0} = r_i^1$$

La multiplicación de $A(0)$ por r^1 asegura que el nuevo grupo de coeficientes obtenidos:

$$A^1 = r^1 A(0)$$

Sea exactamente el que se buscaba, es decir, la operación termina cuando

$$u^0 = u^1$$

El tratamiento para v es similar

$$\frac{v_j^1}{v_j^0} = s_j^1$$

y concluye cuando

$$v^0 = v^1$$

Si existieran datos de lo que la rama i vende a la rama j a nivel regional el ajuste anterior sería innecesario, pero frecuentemente en la realidad no es así, en este sentido, se aplicó el procedimiento antes descrito siguiendo a Miller y Blair (2009) e INEGI; utilizando datos

estadísticos determinados exógenamente obtenidos de las cuentas nacionales de INEGI (2008 y 2005). Estos pueden considerarse como celdas w_{ij} para la región analizada.

- a) Estas se escriben en forma matricial siguiendo el mismo formato de la matriz W solo que con información exógena llámese C a esta nueva matriz.
- b) Por suma se obtuvieron los totales C_i y C_j es decir la suma de los renglones y columnas estimados exógenamente.
- c) Se ajustan los bordes iniciales de la matriz W^n restando los correspondientes totales C_i y C_j ; es decir
$$V_i - C_i \text{ y } U_j - C_j$$
- d) Se modificó la matriz W^n base poniendo ceros en todas las celdas estimadas exógenamente
- e) Se aplicó el método RAS (ya explicado con anterioridad) a la matriz anterior y se obtuvo una matriz Z .
- f) Se suman la matriz C y Z para obtener la matriz W^r , es decir la matriz para la región Estado de México que se buscaba.

Esta matriz tiene la virtud de ser más precisa que la obtenida con el método RAS tradicional, dado que incorpora datos estadísticos para las ramas que está disponible dicha información censal y el resto han sido estimados por ajuste biproporcional.

Los cálculos anteriores dan una nueva matriz, denominada matriz de transacciones intersectoriales para el Estado de México (W). Además dado un vector de producción total (valor bruto de la producción) (X), es posible obtener a partir de estas dos matrices una tercera denominada matriz de coeficientes técnicos (A) de la siguiente forma:

$$a_{ij} = \frac{w_{ij}}{x_j}$$

a partir de esta última matriz se presenta la matriz de Leontief calculada como:

$$(I-A)$$

y a partir de esta la matriz inversa de Leontief calculada como:

$$(I-A)^{-1}$$

Esta matriz representa la estructura de la producción de la economía y en sus columnas muestra las necesidades totales de insumos tanto directas como indirectas de una unidad de producto para cada uno de los sectores, (Arango, 1995).

3. Aplicación para el Estado de México

La matriz nacional está compuesta de 79 subsectores, en la región solo existen 76 subsectores, los cuales para fines prácticos se agrupan en 14 agregados⁶ como se muestra en la tabla 3.1.

6 El número de agregados puede cambiar de acuerdo a las necesidades del trabajo y a la disponibilidad de información censal. Dado que los cálculos se hacen con la matriz regionalizada Matriz de transacciones intersectoriales Estado de México 2008 (en miles de pesos de 2003) de 76 x76, el número de agregados se puede modificar sin que esto afecte a los cálculos de costos ambientales.

Tabla 3.1. Subsectores productivos del Estado de México agrupados en 14 agregados para su análisis.

Agricultura	Agricultura
	Ganadería
	Aprovechamiento forestal
	Pesca, caza y captura
	Servicios relacionados con las actividades agropecuarias y forestales
Energía	Generación, transmisión y suministro de energía eléctrica
Minería, agua y construcción	Minería de minerales metálicos y no metálicos excepto petróleo y gas
	Servicios relacionados con la minería
	Agua y suministro de gas por ductos al consumidor final
	Edificación
	Construcción de obras de ingeniería civil u obra pesada
Industrias Tradicionales	Trabajos especializados para la construcción
	Industria alimentaria
	Industria de las bebidas y del tabaco
	Fabricación de insumos textiles
	Confección de productos textiles, excepto prendas de vestir
	Fabricación de prendas de vestir
	Fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos, excepto prendas de vestir
	Industria de la madera
	Industria del papel
	Impresión e industrias conexas
Fabricación de muebles y productos relacionados	
Química	Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón
	Industria química
	Industria del plástico y del hule
	Fabricación de productos a base de minerales no metálicos

Consumo Duradero	Industrias metálicas básicas
	Fabricación de productos metálicos
	Fabricación de maquinaria y equipo
	Fabricación de equipo de transporte
Alta tecnología	Otras industrias manufactureras
	Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos
Alta tecnología	Fabricación de equipo de generación eléctrica y aparatos y accesorios eléctricos
Comercio	Comercio
Transporte	Transporte aéreo
	Transporte por ferrocarril
	Transporte por agua
	Autotransporte de carga
	Transporte terrestre de pasajeros, excepto por ferrocarril
	Transporte por ductos
	Transporte turístico
	Servicios relacionados con el transporte
	Servicios postales
	Servicios de mensajería y paquetería
Servicios de almacenamiento	
Comunicaciones	Edición de publicaciones y de software, excepto a través de Internet
	Industria filmica y del video, e industria del sonido
	Radio y televisión, excepto a través de Internet
	Otras telecomunicaciones
	Proveedores de acceso a Internet, servicios de búsqueda en la red y servicios de procesamiento de información
Otros servicios de información	
Servicios Financieros e inmobiliarios	Instituciones de intermediación crediticia y financiera no bursátil
	Actividades bursátiles cambiarias y de inversión financiera
	Compañías de fianzas, seguros y pensiones
	Servicios inmobiliarios

Servicios Profesionales	Servicios profesionales, científicos y técnicos
	Dirección de corporativos y empresas
	Servicios de apoyo a los negocios
	Manejo de desechos y servicios de remediación
	Servicios educativos
Servicios de Salud	Servicios artísticos y deportivos y otros servicios relacionados
	Servicios médicos de consulta externa y servicios relacionados
	Hospitales
	Residencias de asistencia social y para el cuidado de la salud
Otros Servicios	Otros servicios de asistencia social
	Servicios de alquiler de bienes muebles
	Servicios de alquiler de marcas registradas, patentes y franquicias
	Museos, sitios históricos, jardines botánicos y similares
	Servicios de entretenimiento en instalaciones recreativas y otros servicios recreativos
	Servicios de alojamiento temporal
	Servicios de preparación de alimentos y bebidas
	Servicios de reparación y mantenimiento
	Servicios personales
	Asociaciones y organizaciones
	Hogares con empleados domésticos
Actividades del Gobierno	

Fuente: elaboración propia con base en INEGI (2008).

A continuación se presentan las matrices calculadas a catorce sectores agregados así como sus derivaciones.

Matriz de transacciones intersectoriales Estado de México 2008 (en miles de pesos de 2003)⁷

W	Agricultura	Energía	Minería, agua y construcción	Industrias tradicionales	Química	Consumo duradero	Alta tecnología	Comercio	Transporte	Comunicaciones	Financieros e inmobiliarios	Servicios profesionales	Servicios de Salud	Otros servicios
Agricultura	282	0	5	1,228,572	80,986	1,104	19	0	0	0	0	2	1	3
Energía	60	0	1,769,137	354,560	839,133	470,802	121,371	2,543,050	7,997	57,498	14,609	85,109	20,135	697,940
Minería, agua y construcción	104	964,708	23,698	351,754	397,066	343,251	45,379	85,180	33,683	14,928	13,539	76,404	27,461	114,136
Industrias tradicionales	251	0	1,179	6,472,507	1,645,224	1,935,934	591,426	8,866,44	87,923	106,468	127,416	360,918	44,108	391,041
Química	758	0	22,686	3,832,647	18,219,399	7,152,813	2,747,653	11,951,832	287,557	139,998	77,512	381,967	398,750	564,261
Consumo duradero	1,795,081	22,896,242	320,514	837,092	1,786,197	8,270,116	2,031,448	9,963,638	154,745	470,761	51,390	178,866	59,551	1,330,235
Alta tecnología	2,732	1,581,736	5,837	65,302	259,326	1,738,901	1,996,848	1,907,779	3,290	281,898	12,430	24,558	5,262	162,441
Comercio	259	0	8,000	1,638,278	1,772,084	2,337,579	260,819	4,545,051	137,297	177,445	26,473	90,164	55,587	151,815
Transporte	261	0	1,655	331,642	364,459	384,366	105,516	1,463,413	64,463	49,015	21,378	35,955	8,805	29,190
Comunicaciones	17	0	1,044	113,772	198,949	100,143	22,933	3,361,447	36,992	831,198	91,024	181,329	22,020	82,083
Financieros e inmobiliarios	222,618	321,353	141,186	129,179	253,135	252,905	68,864	2,852,244	88,289	36,801	42,104	87,723	90,304	447,875
Servicios profesionales	25,724	130,326	46,546	345,909	911,535	467,922	152,558	4,116,713	120,309	515,883	296,990	299,354	146,711	437,002
Servicios de salud	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Otros servicios	126	401,102	35,749	137,635	236,048	276,316	86,721	928,750	195,398	55,476	61,987	69,929	22,121	61,265

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI (2008)

7 Esta es la matriz regionalizada mediante ajuste bi-proporcional que sirve de base para el resto de los cálculos ambientales, la matriz original es de 76x76 subsectores, sin embargo para fines prácticos aquí se muestra agregada a 14 x 14.

Matriz de coeficientes técnicos Estado de México 2008 (en miles de pesos de 2003)

A	Agricultura	Energía	Minería, agua y construcción	Industrias tradicionales	Química	Consumo duradero	Alta tecnología	Comercio	Transporte	Comunicaciones	Financieros e inmobiliarios	Servicios profesionales	Servicios de Salud	Otros servicios
Agricultura	0.07297	0.00000	0.00000	0.04462	0.00147	0.00011	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00001	0.00001
Energía	0.00263	0.00000	0.30643	0.01878	0.02295	0.01729	0.00896	0.02212	0.00558	0.02769	0.00901	0.01350	0.01741	0.03313
Minería, agua y construcción	0.01448	0.02733	0.00780	0.00851	0.01394	0.01360	0.00438	0.00074	0.01112	0.02229	0.00557	0.01191	0.03750	0.02753
Industrias tradicionales	0.00839	0.00000	0.00090	0.30190	0.03888	0.05547	0.05750	0.07711	0.04219	0.09650	0.05936	0.05453	0.05014	0.07227
Química	0.03866	0.00000	0.01689	0.16200	0.42300	0.17812	0.25119	0.10394	0.09225	0.13712	0.02923	0.11101	0.23380	0.15966
Consumo duradero	0.38287	0.64874	0.05462	0.05148	0.06057	0.28534	0.15037	0.08665	0.09863	0.11534	0.03580	0.04315	0.05654	0.06659
Alta tecnología	0.00303	0.04482	0.00111	0.00700	0.00644	0.03645	0.16213	0.01659	0.00121	0.04183	0.00564	0.00259	0.00266	0.00679
Comercio	0.02676	0.00000	0.00615	0.05006	0.04512	0.05609	0.02128	0.03953	0.03596	0.04663	0.01264	0.01937	0.03830	0.03199
Transporte	0.01243	0.00000	0.00125	0.01161	0.00927	0.01006	0.00937	0.00739	0.02791	0.01448	0.01727	0.00840	0.00714	0.00901
Comunicaciones	0.00191	0.00000	0.00083	0.00383	0.00394	0.00300	0.00235	0.03457	0.01421	0.16797	0.05496	0.04580	0.01736	0.03742
Financieros e inmobiliarios	0.07847	0.00911	0.02255	0.00501	0.00673	0.00831	0.00439	0.02480	0.01757	0.01413	0.02122	0.01879	0.04499	0.02026
Servicios profesionales	0.02359	0.00369	0.01104	0.01628	0.03489	0.01591	0.01434	0.03580	0.03391	0.21489	0.18466	0.06128	0.08445	0.04859
Servicios de salud	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Otros servicios	0.00618	0.01136	0.00926	0.00560	0.00629	0.00781	0.00744	0.00808	0.05997	0.02520	0.04906	0.01485	0.01511	0.01424

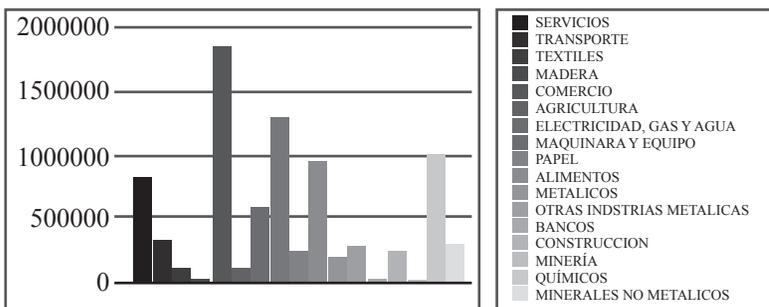
Fuente: elaboración propia con datos de INEGI (2008)

Por otra parte, siguiendo a Miller y Blair (2009) los modelos generalizados para incorporar costos ambientales consisten esencialmente en añadir a la matriz regional (Matriz de transacciones intersectoriales Estado de México, 2008), renglones que especifican los costos ambientales, así como columnas que especifican los gastos para mitigar la contaminación ambiental⁸.

3.2 Costos ambientales derivados de contaminantes arrojados al aire.

Para el primer ejercicio (matriz de insumo-producto expandida [véase Matriz de coeficientes técnicos (a 17 agregados) anexo 2 de matrices ambientales]) se usan los índices de contaminación para el Estado de Nuevo León estimados por Guajardo y Arrambide (2002) ajustados para el Estado de México⁹. Dados los supuestos del método insumo-producto en el que se considera que una región de un país es una proporción del mismo, entonces es posible considerar en forma similar que una región A es proporcional a la región B y que solo difiere en cuanto al tamaño de su economía.

3.2.1 Costos ambientales derivados de los contaminantes arrojados al aire (en miles de pesos de 2003).



Fuente: Elaboración propia con datos de Guajardo y Arrambide (2002) e INEGI (2008)

8 Véase apartado 1.1 Modelo insumo-producto expandido para contabilizar la contaminación en el anexo metodológico

9 Los datos se encuentran en la tabla 2.1 Toneladas de contaminantes por millón de pesos, arrojados al aire por tipo de industria para el Estado de México 2008 (en pesos de 2003) anexo de datos y matrices ambientales

Tipos de contaminantes al aire: 1. Partículas sólidas suspendidas totales (PST); 2. Dióxido de azufre (SO_2); 3. Monóxido de carbono (CO); 4. Óxidos de nitrógeno (NO_x); 5. Hidrocarburos (HC); y 6. Plomo (Pb).

Como puede verse en la gráfica 3.2.1 los grupos de actividad económica mayormente generadores de costos ambientales por contaminación arrojada al aire son: el Comercio, Maquinaria y Equipo, Química, Alimentos, Servicios, Electricidad Agua y Gas, etc. Para este primer ejercicio sólo se presentan los costos totales¹⁰.

Una ventaja del análisis insumo-producto radica en que es capaz de captar las interrelaciones entre los diferentes sectores de una economía, en forma similar para el cálculo de costos ambientales puede captar los costos derivados de la propia actividad (directos), así como aquellos derivados de las interrelaciones con el resto de los sectores (indirectos). Por esta razón sectores que no producen costos ambientales en forma directa como el Comercio o los Servicios aparecen como importantes generadores de los mismos no *per se*, sino a partir de las interrelaciones con el resto de la economía. De esta forma contribuyen en la generación de costos ambientales cuando actúan como vendedores de insumos (hacia adelante) o compradores (hacia atrás) de materias primas induciendo o adquiriendo los costos generados por el resto de los sectores económicos. En este sentido, el Comercio es el caso más evidente de un sector intermediario en el que ambos tipos de costos están presentes, a modo de ejemplo, cuando adquiere un servicio de transporte para trasladar insumos comprados (o vendidos) al sector agrícola está contribuyendo en forma indirecta en la generación de costos ambientales aun cuando estos no se produjeron en la propia actividad comercial sino que son resultado de sus nexos con sectores altamente generadores de costos ambientales como el transporte o la agricultura. Lo anterior es

10 Una limitante que presentan los datos de Guajardo y Arrambide (2002) al aparecer en forma agregada no es posible desagregarlos para incorporarlos a la matriz de 76×76 y aplicar las operaciones matriciales que permitan distinguir entre generación de costos en forma directa e indirecta (apartado 1.3 anexo metodológico), por lo anterior no es posible determinar cuáles son atribuibles directamente a la actividad económica del sector j y cuáles a sus interrelaciones con los demás sectores de la economía, esto aplica únicamente para el caso de este primer ejercicio de cálculo de costos ambientales.

válido para los Servicios o cualquier otro sector que tenga importancia como proveedor de materias primas (hacia adelante) o como comprador de insumos (hacia atrás) es decir genera los costos ambientales en forma indirecta aun cuando sea otro sector el que los produzca directamente. Por esta razón en general los costos directos son de menor magnitud que los indirectos ya que estos últimos son los costos derivados del efecto multiplicador de las interacciones entre los sectores, a mayor relevancia¹¹ del sector en la economía, mayor será el efecto multiplicador del mismo. Este es justamente uno de los aportes relevantes de este trabajo capturar la generación de costos ambientales totales y que lo diferencia de los cálculos de costos ambientales tradicionales en los que solo se captura la generación de costos ambientales directos.

11 Industrias motrices o industrias impulsoras con importantes interrelaciones en la economía regional versus industrias relativamente desconectadas con interrelaciones poco relevantes en el Estado.

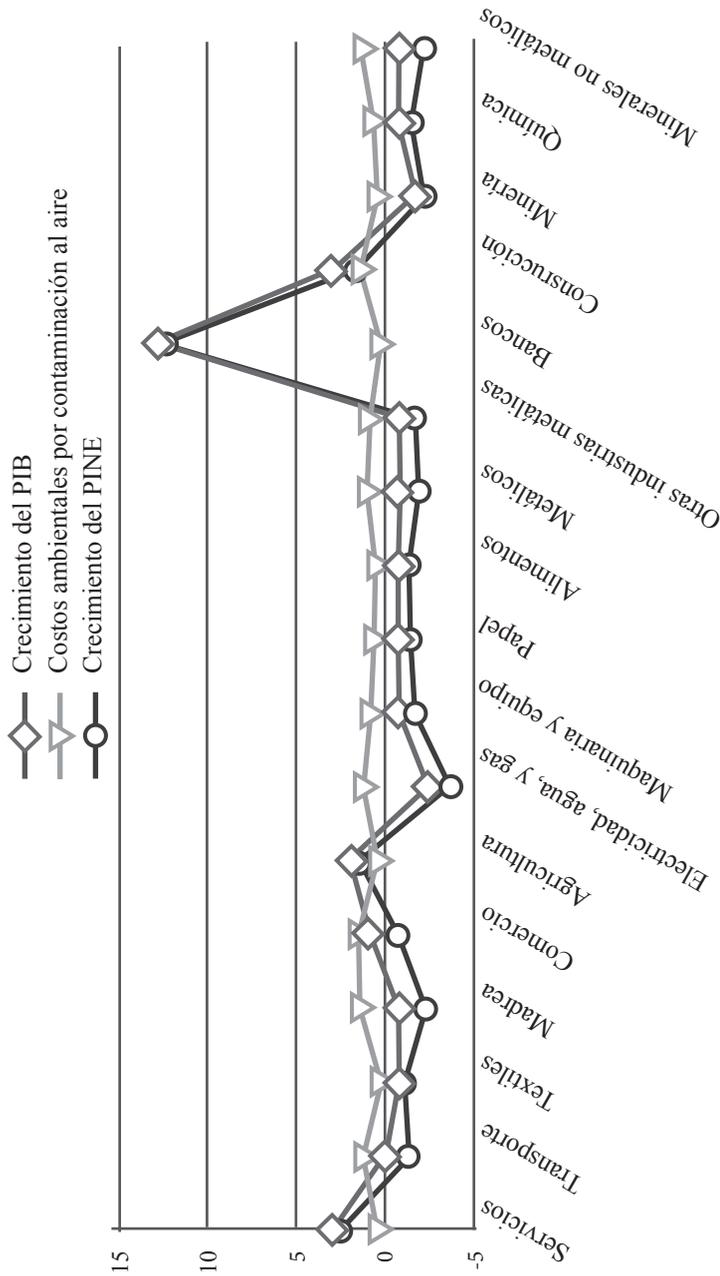
*. El PINE se obtiene restando al PIB los costos ambientales considerando a estos como la depreciación del medioambiente.

Tabla 3.2.2 Comparativo entre porcentajes de crecimiento del PIB, generación de costos ambientales y crecimiento del PINE, Estado de México 2008, por agregado de actividad económica

	Crecimiento del PIB	Costos ambientales por contaminación al aire	Crecimiento del PINE*
Servicios	3.01	0.5	2.51
Transporte	0.02	1.3	-1.28
Textiles	-0.73	0.3	-1.03
Madera	-0.73	1.5	-2.23
Comercio	0.94	1.6	-0.66
Agricultura	1.98	0.5	1.48
Electricidad, agua y gas	-2.33	1.3	-3.63
Maquinaria y equipo	-0.73	0.9	-1.63
Papel	-0.73	0.7	-1.43
Alimentos	-0.73	0.6	-1.33
Metálicos	-0.73	1.1	-1.83
Otras industrias metálicas	-0.73	0.9	-1.63
Bancos	12.76	0.3	12.46
Construcción	3.07	1.4	1.67
Minería	-1.65	0.5	-2.15
Química	-0.73	0.7	-1.43
Minerales no metálicos	-0.73	1.4	-2.13

Fuente: elaboración propia con datos de Guajardo y Arrambide (2002) e INEGI (2008)

Gráfica 3.2.3. Comparativo entre porcentajes de crecimiento del PIB, generación de costos ambientales y crecimiento del PINE, Estado de México 2008, por agregado de actividad económica.



Fuente: elaboración propia con datos de Guajardo y Arrambide (2002) e INEGI (2008)

Así el PIB del Estado de México en 2008, alcanzo \$ 978,140 si a esta cifra se restan los gastos generados por arrojar los contaminantes al aire el PINE o PIB ecológico sería de \$ 969,835, los costos ambientales suman \$ 8,306 que representa el 0.911 % del PIB de la región Estado de México.

3.3 Costos ambientales derivados del consumo de agua por agregado de económica.

El segundo modelo que se presenta corresponde a los denominados Modelos económico-ecológicos, estos modelos resultan de extender el marco de actividades inter-industriales para incluir sectores adicionales “los ecosistemas”¹². Para el caso del Estado de México el sector adicional incluido es el agua, medido en términos de consumo por sector de actividad en miles de pesos, INEGI (2009b)

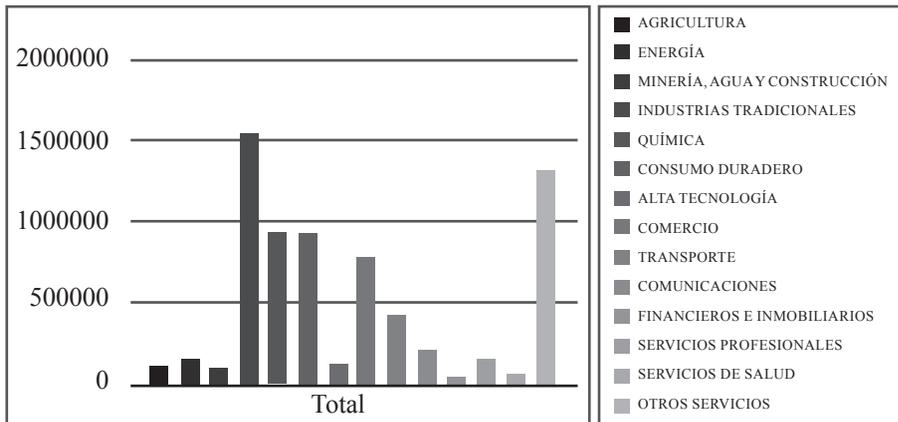
3.3.1 Generación de costos ambientales por consumo de agua y sus efectos “hacia adelante” sobre el resto de los sectores de la economía.

En este segundo modelo es posible distinguir entre costos directos e indirectos¹³. Los costos totales por consumo de agua cuando el sector *j* actúa como vendedor (hacia adelante) alcanzan un monto de \$ 6, 846,013, que representa el 0.7 % del PIB, del cual \$137,758 equivalentes al 0.014 % son costos directos y \$ 6, 708,256 que representa el 0.686 % son costos indirectos, es decir, lo que se está midiendo son los efectos multiplicadores del sector sobre el resto de la economía.

12 Véase apartado 1.2 Modelos económico-ecológicos del anexo metodológico

13 Véase apartado 1.3 Calculo de costos indirectos anexo metodológico

Grafica 3.3.1. Generación de costos ambientales totales por consumo de agua y sus efectos “hacia adelante” sobre el resto de los sectores de la economía, Estado de México 2008 (en pesos de 2003).

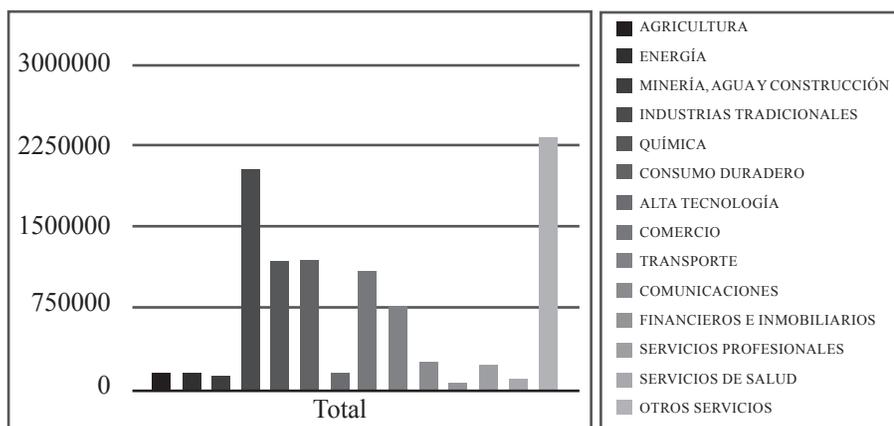


Fuente: elaboración propia con datos de INEGI (2008)

Generación de costos ambientales por consumo de agua y sus efectos “hacia atrás” sobre el resto de los sectores de la economía.

Los costos totales generados por el consumo de agua cuando el sector j actúa como comprador (hacia atrás) ascienden a \$ 9, 746,915 que representan el 0.99% del PIB estatal, de los cuales \$3, 038,660 son costos directos equivalentes al 0.31% y \$6, 708,256 que son costos indirectos “adquiridos” que representan el 0.68%, lo que representa los efectos multiplicadores de los demás sectores sobre este sector.

3.3.2 Costos ambientales totales por consumo de agua y sus efectos “hacia atrás” sobre el resto de los sectores de la economía, Estado de México 2008



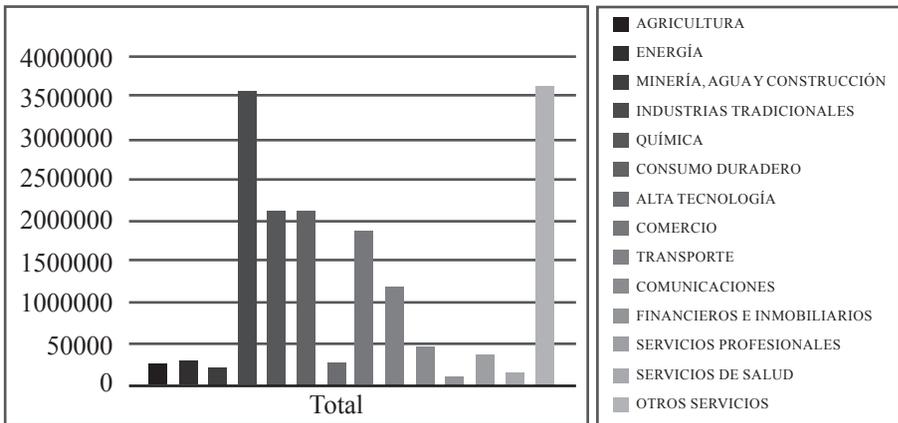
Fuente: elaboración propia con datos de INEGI (2008)

Los efectos totales cuando se suman los efectos del consumo de agua hacia atrás y hacia adelante son del orden de \$ 16, 592,929 y representan el 1.7 % del PIB de la región Estado de México, de los cuales \$ 3, 176,418 son costos directos y \$ 13, 416, 511 son costos indirectos es decir derivados de las interacciones entre los diversos sectores de la economía, estos representan el 0.32% y 1.37 % del PIB del Estado respectivamente. Como puede apreciarse en la gráfica 3.3.2 el orden de las actividades económicas que generan los mayores costos ambientales son Otros servicios¹⁴, Industrias tradicionales, Química, Consumo duradero, Comercio, y Transporte.

14 Incluye balnearios, parques acuáticos y similares.

La tabla 3.3.1 y grafica 3.3.3 presentan un comparativo entre el crecimiento porcentual del PIB estatal por agregado de actividad económica, los costos ambientales derivados del consumo de agua y el PINE derivado del mismo consumo de agua en relación al año anterior.

Gráfica 3.3.2 Costos ambientales totales derivados del consumo de agua por actividad económica para el Estado de México (pesos de 2003).



Fuente: elaboración propia

Tabla 3.3.1. Comparativo entre porcentajes de crecimiento del PIB, costos consumo de agua y crecimiento del PINE, Estado de México 2008, por agregado de actividad económica.

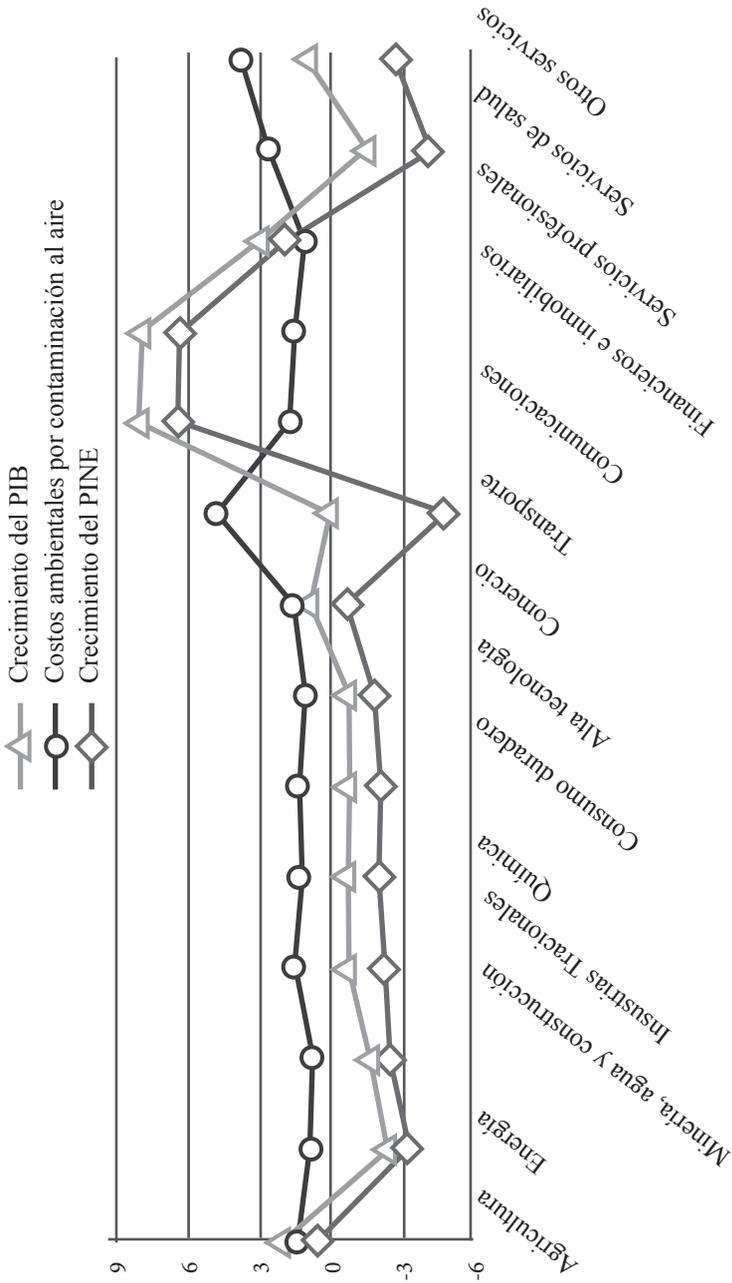
Variación porcentual por agregado de actividad económica Estado de México 2008			
	Crecimiento PIB	Costos ambientales por consumo de agua	Crecimiento PINE
Agricultura	1.98	1.45	0.53
Energía	-2.33	0.85	-3.18
Minería, agua y construcción	-1.65	0.76	-2.41
Industrias Tradicionales	-0.73	1.49	-2.22
Química	-0.73	1.29	-2.02
Consumo Duradero	-0.73	1.32	-2.05
Alta tecnología	-0.73	1.09	-1.82
Comercio	0.94	1.62	-0.68
Transporte	0.02	4.77	-4.75
Comunicaciones	8.02	1.61	6.41
Financieros e inmobiliarios	7.87	1.50	6.37
Servicios Profesionales	3.02	1.11	1.91
Servicios de Salud	-1.54	2.61	-4.15
Otros Servicios	1.05	3.78	-2.73

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI (2008)

Los costos ambientales totales se obtienen de la suma de los costos obtenidos en los dos modelos anteriores. Los costos totales se calcularon en \$ 22, 537,326 que representan el 2.3% del PIB del estado, de los cuales \$18, 110,980 son costos indirectos, que equivalen al 1.85% del PIB estatal y \$ 4, 426,346 son costos directos que representan el 0.45% del PIB estatal.

Con datos del Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México IGCEM, (2009), la economía de la región Estado de México creció en 2008, 2.4% si se obtiene el PINE restando al crecimiento del PIB estatal los costos ambientales que sumaron 2.55% del mismo PIB entonces el crecimiento de la economía en 2008 fue del orden de -0.15%, un crecimiento negativo diferente al oficialmente registrado.

Gráfica 3.3.3 Comparativo entre porcentajes de crecimiento del PIB, consumo de agua y crecimiento del PINE, Estado de México 2008, por agregado de actividad económica.



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI (2008)

Conclusiones

1. El uso de matrices insumo-producto permite obtener resultados satisfactorios en el tratamiento del medioambiente y en el cálculo de costos ambientales, mediante la ampliación de los sectores económicos para incluir la generación y/o abatimiento de la contaminación, esta técnica hace posible observar las interrelaciones del aparato productivo con el medioambiente y capturar los efectos negativos multiplicados (costos totales). En otras palabras, en forma similar a los multiplicadores del ingreso o del producto, los montos de los costos ambientales calculados con esta técnica incorporan además de los costos generados en forma directa por la actividad productiva en cada sector, también los costos derivados de las interrelaciones con el resto del aparato productivo. Así cuando el sector j genera un monto (c) de costos ambientales derivados de su propia actividad productiva, requirió insumos de los otros sectores que a su vez están generando costos ambientales en su propio proceso productivo.

Por tanto el sector j también está generando costos ambientales en forma indirecta cuando para satisfacer su demanda de insumos requiere adquirir del resto de los sectores estos insumos que a su vez produjeron costos ambientales, este tipo de costos indirectos o efecto hacia atrás (adquiridos) son los que pueden ser calculados con las técnicas insumo-producto, lo cual se logra al incorporar los costos ambientales como renglones adicionales y calcular la matriz inversa de Leontief en la cual estos efectos quedan especificados. En forma similar se calculan los costos indirectos del sector j cuando este es proveedor (hacia adelante)¹⁵ de insumos para el resto de los sectores de la economía.

Se concluye también, que al contabilizar los costos directos e indirectos es posible obtener los costos totales. El total de costos es distinto de los costos directos dado que incorpora a los costos indirectos los cuales son un reflejo de la importancia (grado de interrelaciones) que determinado sector tiene con el resto de la economía. Así un sector altamente generador de costos ambientales en forma directa como la Agricultura

15 Véase apartado 1.3 Cálculo de costos indirectos del anexo metodológico

(uso del agua) o los Transportes (contaminación al aire) puede no aparecer reflejados en los costos totales si sus interrelaciones son débiles¹⁶ con el resto del aparato productivo.

Por otro lado, un sector que genera montos poco relevantes de costos ambientales en forma directa como el Comercio o los Servicios podría aparecer como un gran generador de costos ambientales totales siempre que presente fuertes¹⁷ interrelaciones con el resto de los sectores económicos, en particular el Comercio y los Servicios son casos emblemáticos de sectores muy importantes por su papel de intermediarios (Comercio) entre los sectores productivos y los consumidores de estos productos o de sectores proveedores de insumos (Servicios, financieros, comunicaciones, etc.) para el resto de la economía estatal.

Tabla 3.3.2 Crecimiento del PIB sectorial, los costos ambientales por sector y el PINE ajustado por sector.

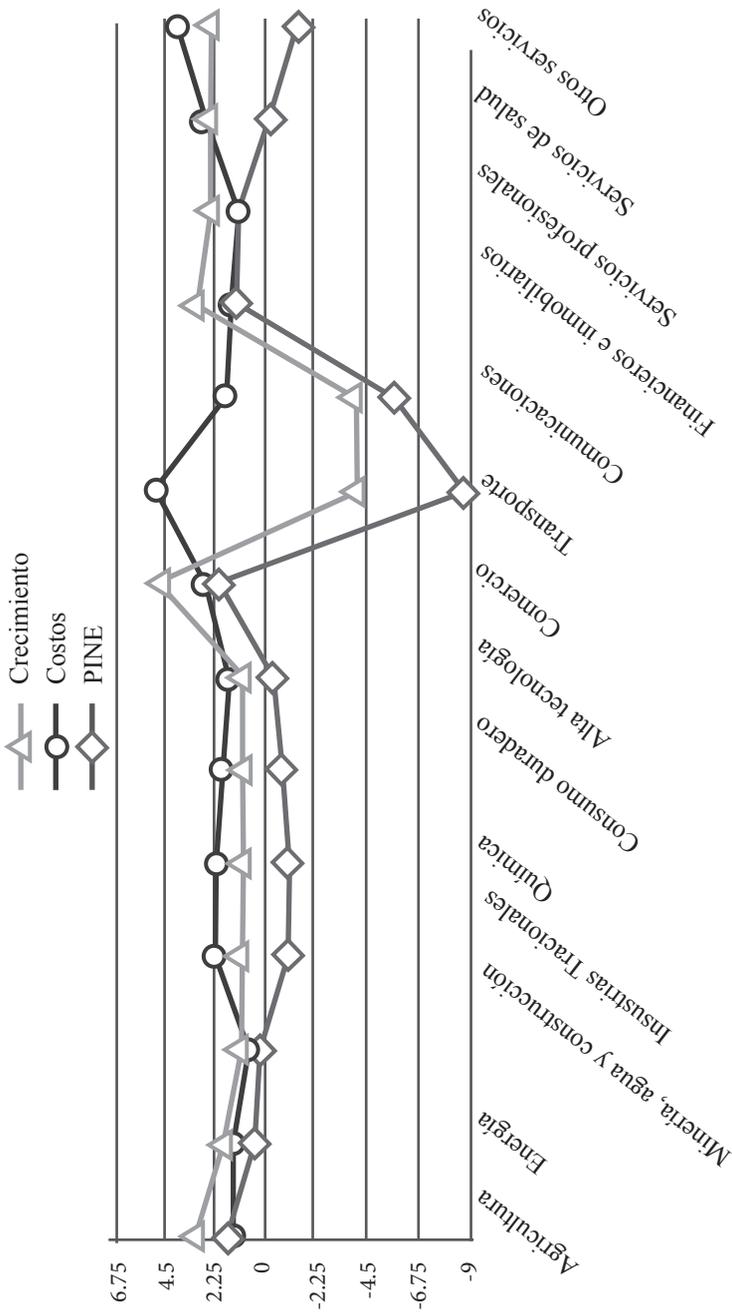
	Variación Porcentual (2008)		
	Crecimiento PIB	Costos ambientales	PINE
Agricultura	3.2	1.5	1.7
Energía	2	1.5	0.5
Minería, agua y construcción	1.15	0.8	0.3
Industrias Tradicionales	1.2	2.2	-1.0
Química	1.2	2.2	-1.0
Consumo Duradero	1.2	1.9	-0.7
Alta tecnología	1.2	1.5	-0.3
Comercio	4.8	2.7	2.1
Transporte	-3.9	4.9	-8.8
Comunicaciones	-3.9	1.8	-5.7
Financieros e inmobiliarios	3	1.6	1.4
Servicios Profesionales	2.5	1.2	1.3
Servicios de Salud	2.5	2.7	-0.2
Otros Servicios	2.5	3.9	-1.4

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI (2008)

16 Se trata de sectores que compran insumos, o venden su producción fuera del Estado de México, es decir industrias relativamente desconectadas.

17 Es el caso de sectores con fuertes nexos con el resto de la economía estatal ya sea en su papel de industrias motrices o industrias impulsoras.

Grafica 3.3.4 PIB sectorial, costos ambientales por sector y PINE ajustado por sector



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI (2008)

2. En el primer ejercicio de cálculo de costos ambientales por contaminación arrojada al aire, no se puede distinguir entre generación de costos directos (aquellos derivados del funcionamiento del propio sector) e indirectos (los derivados de las interrelaciones con el resto de la economía). Sin embargo, los costos totales incluidos ambos (efecto multiplicador) pueden subdividirse como sigue:

- a) Costos ambientales por partículas sólidas suspendidas totales (PST), los sectores que generan los mayores costos son el Comercio, la industria de la Construcción, la industria de la Madera, Minerales no metálicos, Electricidad, agua y gas; y Agricultura.
- b) Costos ambientales por monóxido de carbono (CO), los sectores más relevantes en generación de costos relacionados con este gas son: los Transportes, el Comercio, la industria de la Madera, los Minerales no metálicos y la industria de la Construcción.
- c) Costos ambientales por dióxido de azufre (SO₂), los sectores más relevantes en cuanto a este contaminante son, Electricidad, agua y gas, industria de la Madera, Química, Comercio y los transportes.
- d) Generación de costos ambientales por óxido de nitrógeno (NO_x) los sectores que mayormente generan costos relacionados con este gas son: Minerales no metálicos, el Comercio, la industria de la Madera, Electricidad, agua y gas y la industria de la Construcción.
- e) Generación de costos ambientales por hidrocarburos (HC). Los principales sectores generadores son Transportes, Comercio, la industria de la Madera y la Minería.
- f) Generación de costos ambientales por plomo (Pb). Los sectores de mayor generación de este tipo de contaminante son: el Transporte, el Comercio, la industria de la Madera, los Minerales no metálicos y la industria de la Construcción.
- g) En forma agregada los sectores que generan los mayores costos ambientales (en relación al su PIB sectorial) por contaminación al aire son: el Comercio 1.6%, la industria de la Madera 1.4%, la

industria de la Construcción 0.0014%, los Minerales no metálicos 1.4%, Electricidad, agua y gas 1.3% y los Transportes 1.3%. Así los costos ambientales por contaminación al aire alcanzaron \$8,305, 554 que representa el 0.85 % del PIB de la región Estado de México.

3. Los costos ambientales por consumo de agua

- a) Costos ambientales hacia adelante, es decir cuando el sector *j* induce estos costos (vendedor) los sectores mayormente generadores son: Industrias tradicionales, Otros servicios, industria Química, Consumo duradero, Comercio y Transporte. Los costos totales alcanzan \$6, 846, 013 del cual 2% son costos directos y 98% costos indirectos.
- b) Costos ambientales hacia atrás, es decir cuando el sector *j* adquiere estos costos (comprador), los sectores de mayor generación son. Otros servicios, Industrias tradicionales, Química, Consumo duradero, Comercio y Transporte. Los costos totales ascienden a \$9, 746,915 de los cuales 31% son costos directos y 69% son costos indirectos.
- c) Los costos totales derivados del consumo de agua (sumados los dos costos anteriores) son del orden de 0.0017% del PIB estatal, de los cuales el 20% son costos directos y el 80% son costos indirectos. Los sectores de mayor responsabilidad en la generación de estos costos son: Otros servicios, Industrias tradicionales, Química, Consumo duradero y Transporte.

Finalmente, la relevancia de estos datos más que por su magnitud, se manifiesta en el hecho de que los cálculos aquí mostrados corresponden solo a dos ejercicios el primero para cinco contaminantes arrojados al aire y el segundo para el consumo de agua en la región. Si se incluyeran todo tipo de contaminación generada en la región los costos derivados alcanzarían magnitudes muy importantes.

Bibliografía

- Arango, D. A. *Insumo-Producto Matinpro 1.0, Un sistema para realizar análisis estructural de la economía mexicana*, México: Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, 1995.
- Baumol, W., y Oates W. *The Theory of Environmental Policy: externalities, public outlays and the quality of life*, Nueva Jersey: Prentice Hall, 1975.
- Calderón V.C. “Crecimiento y rendimientos crecientes a escala en la industria manufacturera regional mexicana”, en *Desarrollo Regional en México*, Martínez T.T. coordinadora. México: UAM-A, 2008.
- Callico, J., y Ten K. *La matriz insumo-producto para la Región Occidente de México 1999*, Centro de Estudios Estratégicos de la Universidad de Guadalajara, Guadalajara: UAG., 2000.
- Castaingts, J. *Los Sistemas Monetarios y Financieros en la Triada Excluyente un punto de vista latinoamericano*. México Plaza y Valdés, UAM-I, 2000.
- Duran, D. “El medio ambiente como factor de desarrollo”, en *Memorias de las VII Jornadas de Economía Crítica*, Albacete, febrero de 2000, artículo en línea disponible en: <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/ec/jec7/index.htm>, febrero de 2010.
- Fuentes, F. N. *Matrices de Insumo-producto de los estados fronterizos del norte de México*. México: Plaza y Valdez, 2003.
- Gowdy, J., y Erickson J.D. “The Approach of Ecological Economics”, en *Cambridge Journal of Economics*, vol. 29, No.2, Cambridge, 2005.
- Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGCEM). *Agenda Estadística Básica del Estado de México, Edición 2009*. Gobierno del Estado de México, 2009.
- INEGI. Censos Económicos 2009, Consumo de agua por las unidades económicas del sector privado y paraestatal, que realizaron activida-

- des en 2008, según entidad federativa y clase de actividad económica (datos de 2008), 2009b, en línea: www.inegi.com.mx
- INEGI. Censos Económicos 2009, Características principales de las unidades económicas del sector privado y paraestatal que realizaron actividades en 2008, según entidad federativa, sector, subsector, rama y subrama de actividad económica, 2009a, en línea: www.inegi.com.mx
- INEGI. *MATRIZ SIMÉTRICA TOTAL DE INSUMO-PRODUCTO POR SUBSECTOR DE ACTIVIDAD. EN MILES DE PESOS, A PRECIOS BÁSICOS DEL AÑO 2003*, 2008, en línea: www.inegi.com.mx
- INEGI. *Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México (SCEEM) 1999-2004*, 2005.
- Martínez, A. J. y Roca J. J. *Economía Ecológica y Política Ambiental*, 2ª. Edición, México: Fondo de Cultura Económica, 2001.
- Miller, R. E. y Blair P.D. *Input–Output Analysis: Foundations and Extensions*, Second Edition. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.
- Sarukhán, J. “Una visión Ecológica sobre la Ética Ambiental”, en *Diálogos de Bioética, trabajo presentado en la reunión, La bioética pregunta a las biociencias*, Instituto de Ecología UNAM, 2007, artículo en línea disponible en: www.dialogos.unam.mx. Mayo de 2011.
- Smith, R. “Development of SEEA 2003 and its implementation”, en *Ecological Economics* no. 61, pp. 592-599, 2007, artículo en línea disponible en: www.sciencedirect.com
- Toledo, V. M. “Metabolismos rurales: hacia una teoría económico-ecológica de la apropiación de la naturaleza” en *Revista Iberoamericana de Economía ecológica*. Vol. 7. 2008, artículo en línea disponible en: <http://www.redibec.org/revibec.html>. Febrero de 2011.
- Zapata-Lillo, P. (2008), “How does environment awareness arise? An evolutionary approach”, en Dinar A., Albiac J., Sanchez-Soriano J., (Editores), *Game Theory and Policymaking in Natural Resources and the Environment*, Nueva York: Taylor and Francis Group.

Anexo metodológico

Desde su creación por Leontief, el marco insumo-producto ha sido extendido para contabilizar la generación y abatimiento de la contaminación, empleo, uso de la energía entre otros, asociados con la actividad interindustrial. Para el caso particular de modelos insumo-producto que incorporan al medio ambiente el tratamiento es como sigue:

Siguiendo a Miller y Blair (2009), existen tres modelos ambientales de insumo-producto (aquí solo se presentan los dos utilizados).

- a). Modelos generalizados de insumo producto: estos se construyen, aumentando a la matriz de coeficientes técnicos columnas y/o renglones que incluyan las actividades de generación o abatimiento de la contaminación. Se pueden encontrar dos alternativas, aquellos que se enfocan en el análisis de los impactos y aquellos que se enfocan a las actividades planeación.
- b). Modelos económico-ecológicos: estos modelos resultan de extender el marco de actividades interindustriales para incluir sectores adicionales “los ecosistemas” donde los flujos quedaran registrados entre el sector económico y el ecosistema en las líneas de un modelo insumo-producto interregional.

1.1 Modelo insumo-producto expandido para contabilizar la contaminación

Para contabilizar la generación o el abatimiento de la contaminación, con el modelo tradicional de Leontief, se añade a la matriz de coeficientes técnicos, los coeficientes de generación o abatimiento de la contaminación. En el caso de la generación de contaminación, los coeficientes reflejan el monto de un contaminante general particular por peso (unidad monetaria) de producto generado en la industria. En forma similar el abatimiento de la contaminación refleja los insumos de las actividades de eliminación de la contaminación.

Así los contaminantes pueden definirse en las columnas de la matriz de insumo-producto (Miller y Blair 2009) como aparece en el esquema 1.

Esquema 1.1 Matriz insumo producto intersectorial: modelo expandido para contabilizar la contaminación

	Manufacturas	Servicios	Abatimiento de la contaminación	Demanda intermedia	Demanda final	Producto total
Manufacturas	15	25	0.6	40.6	59.4	100
Servicios	20	5	1.2	26.2	73.8	100
Generación de contaminación	5	4	0	9	-3	6

Fuente: adaptado de Miller y Blair (2009)

Por ejemplo si el sector 1 genera 5 toneladas de contaminantes, entonces $z_{p1}=5$ y el sector 2 genera 4 toneladas de contaminantes, entonces $z_{p2}=4$. Así los coeficientes de generación de contaminación serán $z_{p1}/x_1 = a_{p1} = 5/100 = 0.05$, y $z_{p2}/x_2 = a_{p2} = 4/100 = 0.04$. Así en este ejemplo:

$$A_p = \begin{bmatrix} 15 & 25 & 0.6 \\ 25 & 5 & 1.2 \\ 5 & 4 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1/100 & & \\ & 1/100 & \\ & & 1/6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.15 & 0.25 & 0.10 \\ 0.25 & 0.05 & 0.12 \\ 0.05 & 0.04 & 0 \end{bmatrix}$$

el ultimo renglón indica que los sectores manufacturas y servicios generan 0.05 y 0.04 unidades de contaminación respectivamente por dólar (peso) de producto. Así

$$(I - A_p) = \begin{bmatrix} 0.05 & -0.25 & -0.10 \\ -0.2 & 0.95 & -0.02 \\ -0.05 & -0.04 & 1 \end{bmatrix}$$

y donde

$$X_p = (I - A_p)^{-1} f_p = \begin{bmatrix} 1.63 & 1.806 & 0.195 \\ 0.203 & 1.138 & 0.256 \\ 0.075 & 0.063 & 1.02 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 59.4 \\ 73.8 \\ -3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 100 \\ 100 \\ 6 \end{bmatrix}$$

1.2 Modelos económico-ecológicos

Para el caso de los modelos económico-ecológicos todos estos factores pueden verse como flujos hacia adentro y hacia fuera de un ecosistema al interior del cual existe un sistema económico interindustrial, sus productos generados pueden ser vistos como insumos ecológicos y/o como generación de productos contaminantes como aparece en el esquema 2.

En la evaluación de muchos aspectos ecológicos, se pueden distinguir entre los factores vistos como insumos para el proceso de producción de una industria, como la energía y el trabajo, y otros factores vistos como productos generados por el mismo proceso de producción como la contaminación.

Esquema 1.2 Flujos de commodities económico-ecológicos

	Transacciones interindustriales			Demanda final	Producto total	Productos ecológicos	
	Sectores consumidores					SO ₂	Hidrocarburos
	Agricultura	Minería	Manufacturas				
Sectores productivos							
Agricultura	1	3	5	3	12	0	1
Minería	0	2	10	0	12	0	2
Manufacturas	0	2	6	16	24	4	3
Insumos ecológicos							
Agua	5	4	8				
Tierra	10	10	1				

Fuente: Miller y Blair (2009)

Ambos factores se pueden ver como flujos hacia adentro y hacia fuera de un ecosistema, sus productos generados pueden ser vistos como insumos ecológicos y/o como generación de productos contaminantes.

Así se puede definir un conjunto de commodities ecológicos, por ejemplo agua, tierra o aire, las magnitudes pueden ser capturadas en

una matriz $M=[m_{kj}]$, un elemento que refleja los montos del insumo ecológico tipo k usado en la producción del producto total del sector económico j .

En forma similar se puede definir un conjunto de productos realizados, por ejemplo toneladas de dióxido de sulfuro, arrojados al aire. La correspondiente matriz de flujos de productos es $N=[n_{kj}]$, como un elemento que especifica los montos de los productos ecológicos generados k asociados con la producción del sector j .

Por ejemplo se define una matriz de insumos ecológicos $R=[r_{kj}]$, que especifica los montos del insumo k requeridos por unidad monetaria (pesos, dólares, etc.) de producto generado en la industria j .

Por otra parte también se puede definir $Q=N'x^{(-1)}$ como los coeficientes de productos ecológicos generados, donde $Q=[q_{kj}]$ especifica el monto de producto k generado por dólar (o peso) de producto creado en la industria j . N' es la traspuesta de la matriz de flujos de productos ecológicos.

De esta forma los elementos en $Q^*=[q^*_{ij}]$, refleja los montos de productos ecológicos i asociados con la producción de un dólar (peso) del producto de la industria j derivado de la demanda final en forma directa e indirecta (Miller y Blair 2009).

1.3 Calculo de costos indirectos

Dentro del sistema insumo-producto como apunta Arango (1995) la producción de un sector en particular tiene dos tipos de efectos sobre los otros sectores. Si el sector j incrementa su producto esto implica que hay una mayor demanda del sector j como comprador sobre aquellos sectores cuyos productos son usados como insumos en la producción de j .

Lo anterior puede medirse al construir índices hacia atrás de la siguiente forma:

Índice de encadenamiento directo hacia atrás. Mide la cantidad por medio de la cual la producción del sector j depende de los insumos. El índice de encadenamiento total hacia atrás se calcula como:

$$\sum_i a_{ij}$$

Índice de encadenamiento total hacia atrás. Es una medida más útil del encadenamiento de cada sector con el resto de los sectores hacia atrás, se calcula como:

$$\sum_i z_{ij}$$

En forma similar se pueden calcular índices hacia adelante, es decir cuando el sector J actúa como proveedor (vendedor) de insumos hacia el resto de los sectores para lo cual es necesario calcular una matriz A^* definida como:

$$x_{ij} = w_{ij}/x_i$$

y a partir de esta matriz calcular una segunda denominada Z^* como sigue:

$$Z = (I - A^L)^{-1}$$

Los índices se calculan en forma similar a los correspondientes índices hacia atrás. Aplicando la técnica anterior además del tratamiento tradicional insumo-producto para el cálculo de los costos ambientales es posible calcular y diferenciar entre costos ambientales totales, directos e indirectos. En los costos indirectos incluso cuando estos están derivados de la actividad del sector j actuando como comprador (hacia atrás) o cuando actúa como vendedor (hacia adelante).

Anexo2. Matrices y datos ambientales

Matriz de coeficientes técnicos (a 17 agregados) que incluye costos ambientales (para seis tipos de contaminantes arrojados al aire) Estado de México 2008 (en pesos de 2003)

	AGRICULTURA	MINERÍA	ELECTRICIDAD	CONSTRUCCION	ALIMENTOS	TEXTILES	MADERA	PAPEL	AGENTES QUÍMICOS	MINERALES N	METÁLICOS	OTRAS INDUSTRIAS	MAQUINARIA	COMERCIO	TRANSPORTE	BANCOS	SERVICIOS	c1	c2	c3	c4	c5	c6	
AGRICULTURA	0.0000049	0.0000020	0.0000000	0.0000007	0.0258090	0.0010560	0.1662193	0.0000592	0.0015074	0.0021027	0.0000063	0.0001227	0.0000470	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0	0	0	0	0	0	
MINERÍA	0.0000012	0.00114350	0.0000000	0.0000023	0.00018002	0.0002099	0.0003189	0.0003197	0.00081190	0.02335884	0.03720188	0.00041539	0.00003145	0.0000000	0.0000005	0.0000000	0.0000000	0	0	0	0	0	0	0
ELECTRICIDAD	0.0000032	0.0045866	0.00941771	0.0276795	0.00878798	0.00735768	0.00491129	0.0914496	0.0163796	0.05310502	0.03762842	0.09204956	0.00145725	0.00038563	0.000059624	0.00015019	0	0	0	0	0	0	0	0
CONSTRUCCION	0.0000006	0.00020763	0.0179039	0.00029181	0.00051704	0.00007340	0.00005006	0.00006382	0.00005948	0.00070578	0.00025109	0.00136164	0.00024583	0.00001072	0.000023196	0.00002214	0	0	0	0	0	0	0	0
ALIMENTOS	0.00000350	0.00009950	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.05281981	0.00142669	0.0002620	0.00159782	0.00084715	0.00043542	0.00280142	0.00002580	0.00079382	0.00004685	0.00006886	0	0	0	0	0	0	0	0
TEXTILES	0.00000153	0.0001316	0.0000000	0.0000005	0.00147144	0.0379748	0.00189835	0.08176699	0.00731802	0.00479303	0.00742911	0.03255610	0.00545729	0.01405053	0.00192223	0.00005221	0.00001367	0	0	0	0	0	0	0
MADERA	0.0000000	0.0006622	0.0000000	0.0000013	0.0002855	0.00005330	0.02272866	0.00078901	0.00011946	0.00035979	0.00019264	0.00035979	0.00029856	0.00412816	0.00000073	0.0000000	0	0	0	0	0	0	0	0
PAPEL	0.0000003	0.00008784	0.0000000	0.0000018	0.01533631	0.00581324	0.00530629	0.89740298	0.01972920	0.05076187	0.00820348	0.07017295	0.00231051	0.01687093	0.00050536	0.00768804	0.00005719	0	0	0	0	0	0	0
AGENTES QUÍMICOS	0.00001321	0.00479860	0.0000000	0.00000638	0.04982973	0.03020612	0.02741265	0.26156086	0.35252505	0.11722785	0.06258917	0.30497945	0.02613193	0.04466811	0.00025497	0.00009440	0.00014802	0	0	0	0	0	0	0
MINERALES N	0.0000009	0.00048022	0.0000000	0.0001397	0.00985943	0.00072386	0.00342752	0.01047088	0.00365694	0.20187315	0.00950509	0.07025684	0.00269865	0.00792265	0.00019088	0.00000457	0.00001357	0	0	0	0	0	0	0
METÁLICOS	0.0000003	0.00018643	0.0000000	0.00000355	0.00006516	0.00046126	0.00064056	0.000298278	0.00383822	0.00831555	0.56447991	0.64464407	0.00617653	0.00102702	0.00000607	0.0000000	0.00000597	0	0	0	0	0	0	0
OTRAS INDUSTRIAS	0.0000029	0.00049107	0.0000000	0.00000575	0.00466698	0.00287455	0.01028054	0.00897702	0.01333683	0.01070282	0.01994052	0.66193426	0.01068454	0.02488500	0.00039077	0.00035775	0.00044079	0	0	0	0	0	0	0
MAQUINARIA	0.03628069	0.00490478	0.33312613	0.00095228	0.00477855	0.00960578	0.00287461	0.06173642	0.02046395	0.03838972	0.42036887	0.21143377	0.0213774	0.02754382	0.00119721	0.00138733	0.00027911	0	0	0	0	0	0	0
COMERCIO	0.0000025	0.00192591	0.0000000	0.00000260	0.02917066	0.00799489	0.03281052	0.07862438	0.03334570	0.04235447	0.08494537	0.14595937	0.00725673	0.0199925	0.00130579	0.0119027	0.00005119	0	0	0	0	0	0	0
TRANSPORTE	0.00000527	0.00003971	0.0000000	0.00000049	0.00554042	0.00201631	0.00786875	0.02095944	0.0067805	0.00933206	0.00722584	0.02096297	0.00132181	0.00645935	0.00061309	0.00191137	0.00007269	0	0	0	0	0	0	0
BANCOS	0.00448867	0.0013427	0.00309778	0.00029118	0.00058510	0.00078753	0.00164974	0.00538306	0.00216892	0.00218699	0.00175576	0.00827172	0.00019971	0.00628990	0.00047297	0.00189189	0.00007083	0	0	0	0	0	0	0
SERVICIOS	0.00052590	0.00424306	0.01986810	0.00055294	0.00968087	0.00784168	0.00070664	0.06049399	0.02684165	0.04537492	0.03371448	0.1000588	0.00033093	0.04325593	0.00372112	0.04221518	0.00035564	0	0	0	0	0	0	0
PST	0.00060772	0.00383580	0.00003222	0.00003172	0.0006741	0.0009745	0.00024975	0.00046112	0.00002241	0.00001275	0.00033495	0.00012472	0.00001562	0.00000624	0.00004538	0.00000012	0	0	0	0	0	0	0	0
SO2	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.00000144	0.0000000	0.00003589	0.00000015	0.00000002	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0	0	0	0	0	0	0
CO	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.00000002	0.0000000	0.00000079	0.00000024	0.00000008	0.00000024	0.00000007	0.00000000	0.00000038	0.00000000	0.00000000	0.00001876	0.00000000	0	0	0	0	0	0	0
NOX	0.00000001	0.00000034	0.00000208	0.00000000	0.00000000	0.00000001	0.00000975	0.00003429	0.00000035	0.00000010	0.00000031	0.00000002	0.00000731	0.00000000	0.00000711	0.00000000	0.00000000	0	0	0	0	0	0	0
HC	0.00000269	0.00010119	0.00000208	0.00000106	0.00000226	0.00000325	0.00004493	0.00000385	0.00000108	0.00000071	0.00000261	0.00000528	0.00000055	0.00000049	0.00000187	0.00000146	0.00000005	0	0	0	0	0	0	0
PM10	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia con datos de Guajardo y Arrambide (2002) e INEGI (2008).

Para construir la matriz anterior se utilizaron los índices de contaminación al aire tomados de Guajardo y Arrambide (2002) y ajustados para el Estado de México, para los siguientes Tipos de contaminantes al aire: 1. Partículas sólidas suspendidas totales (PST); 2. Dióxido de azufre (SO₂); 3. Monóxido de carbono (CO); 4. Óxidos de nitrógeno (NO_x); 5. Hidrocarburos (HC); y 6. Plomo (Pb).

Tabla 2.1 Toneladas de contaminantes por millón de pesos, arrojados al aire por tipo de industria para el Estado de México 2008 (en pesos de 2003).

	PST	SO ₂	CO	NO _x	HC	Pb2	total contaminantes
AGRICULTURA	30.4	4.2E-03	3.2E-03	2.1E-02	1.4E-01	3.13E-08	30.6
MINERÍA	47.0	2.8E-04	1.9E-03	8.0E-03	1.2E+00	2.38E-08	48.3
ELECTRICIDAD, GAS Y AGUA	3.3	3.4E-02	2.7E-02	1.6E-01	1.3E-01	2.03E-07	3.6
CONSTRUCCIÓN	4.1	3.1E-03	2.6E-03	1.5E-02	1.4E-01	2.04E-08	4.3
ALIMENTOS	68.8	4.0E-01	7.0E-01	2.4E+00	1.5E+00	8.57E-06	73.9
TEXTILES	7.0	4.0E-03	4.4E-02	1.4E-01	1.9E-01	5.34E-07	7.3
MADERA	2.1	1.5E-01	1.5E-02	6.5E-02	2.1E-01	1.50E-07	2.5
PAPEL	57.2	5.0E-02	5.3E-01	3.4E+00	9.7E-01	6.36E-06	62.1
AGENTES QUÍMICOS	29.7	3.0E-02	3.5E-01	1.1E+00	6.5E-01	4.21E-06	31.8
MINERALES NO METÁLICOS	17.6	1.7E-02	1.9E-01	7.2E-01	3.7E-01	2.20E-06	18.9
METÁLICOS	23.0	1.2E-02	1.4E-01	3.0E-01	1.0E+00	1.72E-06	24.5
OTRAS INDUSTRIAS METÁLICAS	77.3	4.8E-02	4.9E-01	1.4E+00	1.6E+00	5.97E-06	80.8
MAQUINARIA Y EQUIPO	33.8	5.2E-01	3.6E-01	2.4E+00	7.9E-01	3.42E-06	37.9
COMERCIO	87.4	1.1E-01	9.5E-01	3.0E+00	1.9E+00	1.17E-05	93.3
TRANSPORTE	1.6	5.5E-02	2.0E+01	7.9E-01	2.0E+00	2.53E-04	24.2
BANCOS	1.6	8.7E-04	1.3E-02	4.7E-02	3.7E-02	1.59E-07	1.7
SERVICIOS	2.6	3.8E-03	2.6E-02	9.6E-02	1.6E-01	3.10E-07	2.9

Fuente: elaboración propia con datos de Guajardo y Arrambide (2002)

Los datos de la tabla 2.1 se presentan en toneladas por millón de pesos, sin embargo en el tratamiento de la contaminación como costo para la economía estatal, los datos se trataron en toneladas de contaminantes por miles de pesos, con el fin de hacerlos compatibles con el resto de los datos contenidos en las matrices de insumo-producto que se presentan medidos en estas unidades.

Para mantener la consistencia de las tablas insumo-producto es necesario agregar el mismo número de renglones que de columnas. Sin embargo dada la falta de datos sobre los gastos de inversión para mitigar la contaminación, que deberían incorporarse como columnas, se adicionan las columnas necesarias, pero aparecen en cero. En este sentido cabe aclarar que el dato que aparecería como la demanda intermedia, es decir la suma de los coeficientes de transacciones intersectoriales para los renglones adicionales de contaminantes, deben interpretarse no como la demanda intermedia requerida por la economía (lo cual sería absurdo), sino únicamente como la cantidad de contaminantes “tolerada” por la economía (Miller y Blair, 2009).

Matriz de coeficientes técnicos (A) que incluye el consumo de agua por sector de actividad económica (a 14 agregados), Estado de México 2008 (en miles de pesos de 2003).

	Agricultura	Energía	Minería, agua y construcción	Industrias tradicionales	Química	Consumo duradero	Alta tecnología	Comercio	Transporte	Comunicaciones	Financiero e inmobiliario	Servicios profesionales	Servicios de Salud	Otros servicios	C.O
Agricultura	0.0729749	0.0000000	0.0000012	0.0446246	0.0014747	0.0001087	0.0000024	0.0000000	0.0000000	0.0000017	0.0000000	0.0000002	0.0000066	0.0000074	0.0000000
Energía	0.0026264	0.0000000	0.3064344	0.0187843	0.0229490	0.0172915	0.0089629	0.0221159	0.0055822	0.0276869	0.0090071	0.0134988	0.0174093	0.0331313	0.0000000
Minería, agua y construcción	0.0144773	0.0273337	0.0078007	0.0085128	0.0139387	0.0136017	0.0043834	0.0007408	0.0112115	0.0222885	0.0055706	0.0119087	0.0375042	0.0275267	0.0000000
Industrias tradicionales	0.008355	0.0000000	0.0009019	0.3019050	0.0388765	0.0554672	0.0574997	0.0771080	0.0421944	0.095030	0.0593633	0.0545339	0.0501392	0.0722720	0.0000000
Química	0.0386556	0.0000000	0.0168942	0.1619958	0.4230043	0.1781181	0.2511912	0.1039404	0.0922513	0.1371218	0.0292336	0.1110116	0.2338026	0.1596602	0.0000000
Consumo duradero	0.3828665	0.6487332	0.0546160	0.0514757	0.0605684	0.2853373	0.1503678	0.0866498	0.0986288	0.1153389	0.0358003	0.0431538	0.0565440	0.0665886	0.0000000
Alta tecnología	0.0030318	0.0448163	0.0011118	0.0070021	0.0064341	0.0364525	0.1621322	0.0165912	0.0012110	0.0418285	0.0056392	0.0025949	0.0026573	0.0067905	0.0000000
Comercio	0.0267603	0.0000000	0.0061525	0.0500640	0.0451248	0.0560867	0.0212808	0.395265	0.0359620	0.0466321	0.0126397	0.0193727	0.0383012	0.0319896	0.0000000
Transporte	0.0125646	0.0000000	0.0012742	0.0116188	0.0092698	0.0100819	0.0093716	0.0127267	0.0283846	0.0145104	0.0172747	0.0084175	0.0072284	0.0091052	0.0000000
Comunicaciones	0.0017786	0.0000000	0.0008057	0.0038210	0.0039362	0.0029766	0.0023428	0.0292332	0.0127295	0.1679447	0.0549468	0.0457814	0.0172736	0.0373226	0.0000000
Financiero e inmobiliario	0.0784675	0.0091051	0.0225455	0.0050117	0.0067306	0.0083132	0.0043926	0.0248048	0.0175663	0.0141297	0.0212209	0.0187944	0.0449919	0.0202589	0.0000000
Servicios profesionales	0.0235913	0.0036926	0.0110441	0.0162769	0.0348922	0.0159059	0.0143391	0.0358014	0.0339125	0.2148922	0.1846573	0.0612782	0.0844533	0.0485908	0.0000000
Servicios de salud	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
Otros servicios	0.0061843	0.0113647	0.0092636	0.0056026	0.0062901	0.0078896	0.0074410	0.0080770	0.0599731	0.0252048	0.0490607	0.0148540	0.0151115	0.0142355	0.0000000
Agua	0.0021294	0.0000000	0.0011272	0.0021067	0.0016818	0.0016841	0.0009803	0.0033005	0.0137128	0.0016549	0.0028303	0.0020317	0.0063513	0.0104947	0.0000000

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI (2008)

Matriz de coeficientes técnicos (A*) que incluye el consumo de agua por sector de actividad económica, Estado de México 2008 (en miles de pesos).

	Agricultura	Energía	Minería, agua y construcción	Industrias tradicionales	Química	Consumo duradero	Alta tecnología	Comercio	Transporte	Comunicaciones	Financiero e inmobiliarios	Servicios profesionales	Servicios de Salud	Otros servicios	C_O
Agricultura	0.00002167	0.00000000	0.00000036	0.32083862	0.05367787	0.00077858	0.00000648	0.00000000	0.00000000	0.00000006	0.00000000	0.00000027	0.00000006	0.00001296	0.00000000
Energía	0.00000169	0.00000000	0.05012605	0.01004595	0.02377566	0.01333952	0.00343886	0.07205379	0.00022658	0.00162912	0.00041393	0.00288834	0.00057050	0.01812947	0.00000000
Minería, agua y construcción	0.00001692	0.60103120	0.00670485	0.05849621	0.16649082	0.14682293	0.01136638	0.03968385	0.00425223	0.00192713	0.00704377	0.01764610	0.00397421	0.01398499	0.00000000
Industrias tradicionales	0.00001742	0.00000000	0.00024128	0.29610139	0.10628332	0.21597646	0.05088168	1.32748691	0.00961951	0.01176246	0.01236180	0.04439471	0.00289875	0.01631674	0.00000000
Química	0.00003267	0.00000000	0.00092137	0.09370753	0.29577577	0.17709623	0.06599161	0.28284380	0.02611487	0.01356390	0.00165468	0.00909177	0.00512305	0.01327001	0.00000000
Consumo duradero	0.02061404	1.04793888	0.02286547	0.05573030	0.12308150	0.43061081	0.09916941	0.56539898	0.01379658	0.04353845	0.00190615	0.00951182	0.00582094	0.02938940	0.00000000
Alta tecnología	0.00047372	0.27549582	0.00095544	0.00514592	0.02286474	0.09586611	0.10792284	1.5829701	0.00031177	0.01717789	0.00157754	0.00440123	0.00045334	0.02472475	0.00000000
Comercio	0.00000226	0.00000000	0.00006957	0.01424746	0.01541112	0.02032901	0.00226824	0.03952652	0.00119402	0.00154317	0.00023022	0.00093780	0.00048342	0.00121156	0.00000000
Transporte	0.00005937	0.00000000	0.00062746	0.10661636	0.11782775	0.12180200	0.03172957	1.48413782	0.02970664	0.01572392	0.10481021	0.05634427	0.01097162	0.01379447	0.00000000
Comunicaciones	0.00000068	0.00000000	0.00065100	0.02349618	0.07104848	0.02161322	0.00219026	1.99169497	0.00344192	0.06761642	0.03423011	0.04401458	0.00216186	0.01428943	0.00000000
Financiero e inmobiliarios	0.10671834	0.13562112	0.05730045	0.05684783	0.11270897	0.10148326	0.02890074	1.63579973	0.03840922	0.04371275	0.020447988	0.04760324	0.03738644	0.15599755	0.00000000
Servicios profesionales	0.00422083	0.02138460	0.00721851	0.03542384	0.14674647	0.04861577	0.01787730	0.54128017	0.01399353	0.14491078	0.02601550	0.04607926	0.06718582	0.05530747	0.00000000
Servicios de salud	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
Otros servicios	0.00002673	0.06862173	0.00892507	0.05013319	0.09895458	0.08566810	0.02297821	4.41916424	0.03653349	0.05021911	0.00988753	0.02512283	0.00403348	0.03387803	0.00000000
Agua	0.00000008	0.00000000	0.00000574	0.00010725	0.00013693	0.00006619	0.00001832	0.0062826	0.00000368	0.000000306	0.00000854	0.000003135	0.00001122	0.00005169	0.00000000

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI (2008)