

# La emisión de contaminantes industriales en las entidades federativas de México

ALFONSO MERCADO  
GARCÍA

ÓSCAR A. FERNÁNDEZ  
CONSTANTINO\*

La contaminación que entraña la producción industrial (en forma de residuos sólidos peligrosos, derramas de desechos líquidos y emisiones a la atmósfera) difiere por regiones según el volumen y la estructura de la producción industrial y la tecnología. Es útil distinguir estos tres factores por separado.<sup>1</sup> Primero está el factor de volumen, que surge de la contaminación asociada a la escala de la producción industrial en una región determinada; si la composición del producto y la tecnología permanecen constantes, la contaminación industrial se relacionará de manera positiva con la escala de la producción industrial. El segundo factor, la estructura, refleja una varianza en las participaciones individuales de las ramas de la industria en la contaminación industrial total de la región; es decir, se generan diferentes magnitudes de contaminación de las ramas en la industria manufacturera en una región. El tercero, el cambio tecnológico, determina la generación de contaminantes por unidad del producto. Si la innovación tecnológica tiende a combinar la eficiencia productiva con la limpieza del proceso, el resultado será un coeficiente de menor intensidad de contaminación por unidad producida.

Este trabajo establece una comparación de corte transversal entre ramas de actividad y regiones y se concentra en dos facto-

res: el volumen de la producción y la estructura productiva. No se estudia el cambio en el tiempo, o sea, el factor de cambio tecnológico. En este sentido se considera que las diferencias tanto en el tamaño de la actividad industrial manufacturera como en la estructura productiva de las regiones de México<sup>2</sup> son tales que la problemática ambiental es significativamente distinta.

## EL CÁLCULO DE LA CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL

El volumen y la intensidad de la contaminación producida por la industria manufacturera en las 32 entidades federativas de México se calculan con los datos censales de 1993. La metodología se basa en el empleo de índices de la emisión anual de contaminantes por rama manufacturera aplicados a los valores de la producción de las ramas industriales en cada entidad.

Dichos índices registran la contaminación generada por unidad monetaria de valor de la producción en las diversas

1. G. Grossman y A. Krueger, *Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement*, National Bureau of Economic Research, Working Paper, núm. 3914, 1992.

\* Centro de Estudios Económicos de El Colegio de México <amercado@colmex.mx> y <ofernan@colmex.mx>.

2. La subdivisión de México en regiones, con base en una metodología formal, data de mediados del siglo pasado. Hay varios tipos de regionalización, de acuerdo con los diversos objetivos de estudio: planeación urbana, fijación de salarios mínimos, distribución de obras hidráulicas, etcétera. Hay desde la regionalización de Manuel Orozco y Berra, en 1865, y la de la Secretaría de Agricultura y Fomento, en 1936, hasta las de Ángel Bassols Batalla, en 1964, y de Luis Unikel, en 1976, así como otras más recientes. Si el interés de la regionalización es de tipo ambiental, particularmente en lo que concierne a la emisión de contaminantes industriales, el criterio puede variar desde microrregiones—que agrupan municipios— hasta entidades completas o partes de ellas. Las regiones consideradas en este estudio se circunscriben a las entidades federativas de México.

ramas de la industria manufacturera y presentan la ventaja de caracterizar con una sola cifra la contaminación de todo tipo producida por determinada rama industrial.<sup>3</sup>

Al no disponer de índices de este tipo con mediciones directas en México, las estimaciones del presente trabajo se basan en los índices de intensidad de la contaminación industrial manufacturera de Estados Unidos para 1987 elaborados por Wheeler y adaptados por Ten Kate para el Sistema de Cuentas Nacionales de México.<sup>4</sup>

Ten Kate da a conocer siete índices de intensidad de la contaminación proveniente de la industria manufacturera calculados con la metodología de Wheeler. Cada uno destaca algún efecto tóxico particular, pero como su comportamiento global varía de manera similar entre las ramas industriales, Ten Kate utiliza sólo el que considera representativo: el *índice lineal de ecotoxicidad aguda para la salud humana y el medio terrestre* (AVHUML). Este autor adapta la información por rama de Wheeler a la clasificación del Sistema de Cuentas Nacionales de México, desglosada a tres dígitos.<sup>5</sup> Con esta información se calculó el volumen de la contami-

nación producida por 49 ramas de la industria manufacturera en 1993 en cada una de las 32 entidades federativas del país.

Para calcular el volumen de contaminantes que se producen en una rama se multiplicaron los valores de la producción manufacturera de cada entidad por los índices AVHUML. La suma de estos volúmenes en todas las ramas industriales es entonces el volumen de la contaminación industrial de la entidad considerada. Los resultados de los volúmenes regionales de contaminación industrial obtenidos aparecen en el cuadro 1 y se ilustran en el mapa.

La intensidad promedio de la contaminación en cada entidad federativa se obtiene al dividir el volumen de la contaminación de la entidad entre el valor de la producción industrial manufacturera de ésta. Los resultados constituyen índices de la intensidad de la contaminación para cada entidad federativa y aparecen también en el cuadro 1.

#### INDICADORES DE LOS FACTORES DE VOLUMEN Y ESTRUCTURA

El factor volumen puede expresarse mediante el tamaño de la producción manufacturera en cada región. El factor estructura puede cuantificarse por medio de la intensidad de la contaminación, medida en términos de kilogramos de contaminantes por cada millón de dólares de producto manufacturado. Así, entre mayor sea la intensidad en una región, la estructura industrial estará altamente concentrada en ramas manufactureras muy contaminantes.

Si se considera en cada región  $R_5$  como el indicador de concentración de producción de las cinco ramas más grandes (por su volumen de producción);  $R_{5c}$  como el indicador de concentración de contaminación de las cinco ramas más contaminantes (con los mayores volúmenes de contaminación), y  $R_{c5}$  como el indicador de concentración de contaminación de las cinco ramas más grandes, entonces pueden postularse las siguientes igualdades:

$$EC_1 = R_{5c} / R_5 \quad [1]$$

$$EC_2 = R_{c5} / R_{5c} \quad [2]$$

La igualdad 1 establece un indicador  $EC_1$ , que es la relación entre dos índices de concentración: la participación relativa tanto de las cinco ramas más contaminantes en la contaminación industrial total de la región, como la de las cinco ramas más grandes en la producción total de la misma región.

3. Debe tenerse presente que el empleo de estos índices implica asimismo riesgos obvios si no se interpretan de manera apropiada, por ejemplo, incurrir en simplificaciones excesivas al analizar un fenómeno tan complejo como es el de la contaminación, o bien hacer generalizaciones apresuradas al no diferenciar entre los comportamientos contaminantes existentes en las empresas de un mismo sector industrial.
4. D. Wheeler, *Industry Pollution Projections*, Technical Paper, Banco Mundial, Washington, 1991, y Adriaan Ten Kate, *Industrial Development and the Environment in Mexico*, Working Paper, núm. 1125, anexo 3, Banco Mundial, Washington, 1993. Wheeler utiliza información del Toxic Chemical Release Inventory, elaborado por la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) de Estados Unidos, que contiene los informes detallados de las emisiones anuales de 328 sustancias químicas tóxicas producidas por alrededor de 20 000 plantas industriales de Estados Unidos durante 1987. Las cantidades anuales de sustancias contaminantes, agrupadas por ramas industriales de origen de acuerdo con la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (SIC, por sus siglas en inglés), son entonces agregadas por Wheeler en forma ponderada de acuerdo con su grado de toxicidad, con base en los índices de toxicidad y cancerígenos de la Human Health and Ecotoxicity Database, elaborada por la EPA. Los agregados así obtenidos en cada rama finalmente se dividen entre el valor de la producción de los establecimientos industriales considerados, dando lugar a los denominados *índices de intensidad de la contaminación*, que Wheeler expresa en kilogramos de contaminantes por millón de dólares de producto.
5. Véase la versión de los índices de contaminación que aquí se utilizan en Óscar Fernández, "Efectos de la aplicación de un impuesto ecológico neutral en México: análisis mediante un modelo de equilibrio general computable", en Alfonso Mercado (comp.), *Instrumentos económicos para un comportamiento empresarial favorable al ambiente en México*, El Colegio de México y Fondo de Cultura Económica, México, 1999, cap. III. Alfonso Mercado, Lilia Domínguez y Óscar Fernández, "Contaminación industrial en la zona metropolitana de la Ciudad de México", *Comercio Exterior*, vol. 45, núm. 10, México, octubre de 1995, pp. 774-776, y Alfonso Mercado y Óscar Fernández, "La contaminación y las pequeñas industrias en México", *Comercio Exterior*, vol. 48, núm. 12, México, diciembre de 1998. Estos estudios parten de los cálculos de Ten Kate (*op. cit.*) actualizados con la información de la producción industrial mexicana de 1993.

## MÉXICO: DISTRIBUCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL POR ENTIDAD FEDERATIVA, 1993

Entidad federativa	Volumen de contaminantes <sup>1</sup>		Volumen de producto <sup>2</sup>		Intensidad de contaminación <sup>3</sup>	Concentración territorial de contaminantes <sup>4</sup>
	Cantidad	%	Cantidad	%		
<i>Entidades más contaminantes</i>						
Veracruz	279.0	20.2	32 586.5	6.8	27.01	3.832
Estado de México	190.5	13.8	84 913.1	17.6	7.08	8.877
Distrito Federal	163.1	11.8	76 803.1	15.9	6.70	108.806
Nuevo León	111.7	8.1	43 853.2	9.1	8.04	1.730
<i>Entidades con una contaminación mediana</i>						
Tabasco	69.5	5.0	5 214.1	1.1	42.07	2.818
Tamaulipas	68.8	5.0	14 438.6	3.0	15.02	0.862
Jalisco	66.6	4.8	36 279.1	7.5	5.79	0.831
Chiapas	55.2	4.0	4 719.6	1.0	36.92	0.747
Coahuila	53.1	3.8	23 221.6	4.8	7.21	0.350
Guanajuato	52.2	3.8	19 768.5	4.1	8.33	1.706
Michoacán	39.5	2.9	10 361.3	2.1	12.02	0.660
Puebla	36.8	2.7	21 188.5	4.4	5.47	1.085
Hidalgo	27.2	2.0	14 889.2	3.1	5.76	1.296
Querétaro	26.6	1.9	11 345.4	2.4	7.38	2.260
San Luis Potosí	24.3	1.8	12 093.7	2.5	6.34	0.387
<i>Las entidades menos contaminantes</i>						
Oaxaca	19.1	1.4	9 572.5	2.0	6.29	0.200
Morelos	16.4	1.2	8 462.2	1.8	6.13	3.319
Tlaxcala	16.0	1.2	3 911.9	0.8	12.88	4.088
Sonora	14.0	1.0	11 843.2	2.5	3.73	0.076
Chihuahua	13.7	1.0	6 331.1	1.3	6.85	0.055
Baja California	10.6	0.8	6 389.7	1.3	5.25	0.151
Durango	7.8	0.6	4 581.3	1.0	5.40	0.065
Aguascalientes	5.6	0.4	5 534.3	1.1	3.19	1.002
Yucatán	5.1	0.4	3 921.2	0.8	4.11	0.130
Sinaloa	5.0	0.4	4 288.8	0.9	3.66	0.086
Nayarit	1.1	0.1	1 290.6	0.3	2.65	0.040
Guerrero	1.1	0.1	1 224.0	0.3	2.82	0.017
Zacatecas	0.7	0.1	755.4	0.2	3.12	0.009
Quintana Roo	0.7	0.1	707.2	0.1	3.11	0.014
Colima	0.7	0.1	576.2	0.1	3.80	0.128
Baja California Sur	0.5	0.0	575.3	0.1	2.60	0.007
Campeche	0.4	0.0	514.4	0.1	2.42	0.008
<i>Nacional</i>	<i>1 382.6</i>	<i>100.0</i>	<i>482 154.7</i>	<i>100.0</i>	<i>9.05</i>	<i>0.703</i>

1. Toneladas anuales de contaminantes.

2. Millones de nuevos pesos de 1993.

3. Kilogramos anuales de contaminantes por millón de dólares de producto.

4. Kilogramos de contaminantes por kilómetro cuadrado de superficie.

La igualdad 2 postula el indicador  $EC_2$  que representa otra relación entre dos índices de concentración: la participación relativa de las cinco ramas más grandes en la contaminación industrial total de la región y la correspondiente a estas ramas en la producción total de la misma región. Es importante notar que los indicadores  $EC_1$  y  $EC_2$  tienen valores positivos y expresan la estructura industrial considerando de manera explícita los volúmenes de contaminación de varias formas:

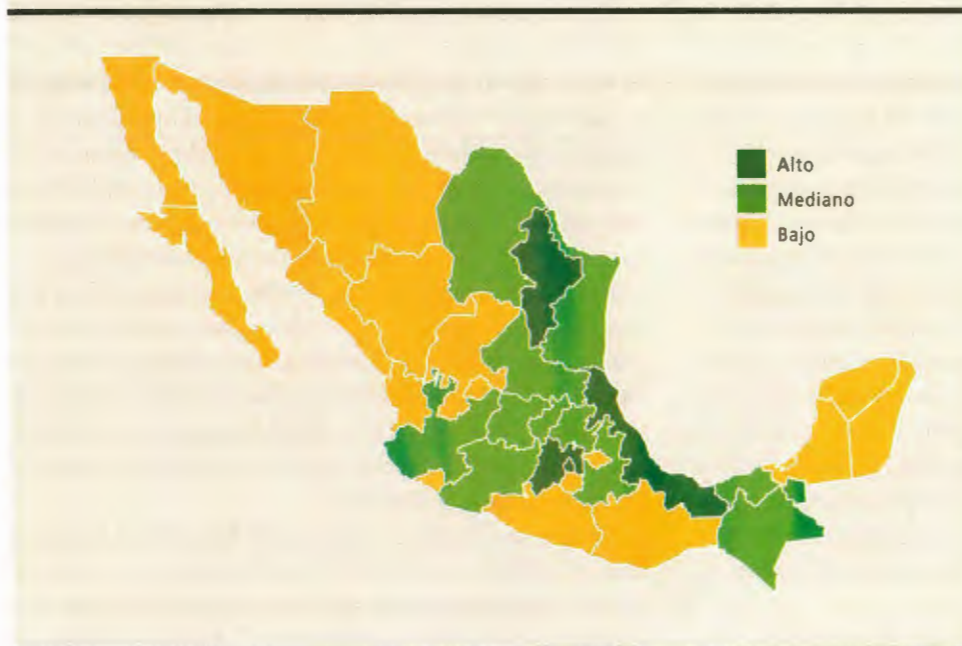
1) Si  $EC_1 > 1$ , implica que las cinco ramas más grandes tienen una participación en la producción menor que la de las cinco ramas más contaminantes en la contaminación total

de la región; es decir, corresponde a las regiones en las que la estructura industrial es, en términos comparativos, muy contaminante.

2) Por el contrario, si  $EC_1 < 1$ , implica que las cinco ramas más grandes tienen una mayor participación en la producción que la de las cinco ramas más contaminantes en la contaminación total de la región; es decir, corresponde a las regiones en las que la estructura industrial es, en términos comparativos, poco contaminante.

3) El indicador  $EC_2$  adopta valores entre 0 y 1; los valores cercanos a 1 indican que las cinco ramas más grandes son muy contaminantes, y viceversa en valores cercanos a 0.

## MÉXICO: VOLUMEN DE CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL POR ENTIDAD FEDERATIVA, 1993



### LA CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL Y SU DISTRIBUCIÓN REGIONAL

Los datos del cuadro 1 revelan la gran diversidad regional de la contaminación industrial. Por un lado, si el término de referencia es el volumen de contaminación, de un total nacional estimado en 1 383 toneladas de contaminantes generadas por la industria manufacturera en México en 1993, la emisión regional (por entidad) varió del mayor monto de 279 toneladas en Veracruz al mínimo de 0.4 toneladas en Campeche. Por otro lado, si se compara la intensidad de contaminación, las diferencias también son enormes. En el mismo año de 1993, la intensidad de contaminación promedio nacional era de 9.1 kg de contaminantes por millón de dólares de producto, con una intensidad estatal mínima de 2.6 en Baja California Sur y la máxima de 42.1 en Tabasco. Por último, la concentración territorial de la contaminación (promedio de kilogramos de contaminantes por kilómetro cuadrado de superficie territorial) también varía apreciablemente por entidad. La concentración territorial de la contaminación nacional en promedio fue de 0.7 kg por kilómetro cuadrado, con una máxima de 108.8 en el Distrito Federal y una mínima de 0.007 en Baja California Sur.

El cuadro 1 indica que las entidades con mayor contaminación industrial son Veracruz (por su gran volumen de con-

taminantes), Tabasco (por su alta intensidad de contaminación) y el Distrito Federal (por su elevada concentración territorial de contaminantes). Sólo una de ellas se ubica entre los estados de mayor producto industrial de México.

Otras entidades presentan una situación cercana a la de las tres mencionadas; por ejemplo, en lo que respecta al volumen de contaminación, el Estado de México, el Distrito Federal y Nuevo León conforman, junto con Veracruz, un grupo de entidades muy contaminantes. En cuanto a la intensidad de la contaminación, Tabasco, Chiapas y Veracruz producen bienes industriales altamente intensivos en contaminación, muy por encima del promedio nacional. Por último,

en lo que se refiere a la concentración territorial de la contaminación industrial, la brecha que separa al Distrito Federal del resto de las entidades es demasiado grande como para hablar de un grupo.

### FACTORES DETERMINANTES DE LA DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE LA CONTAMINACIÓN

Del cuadro 1 se pueden derivar tres clases de entidades: las de volumen alto de contaminación, aquellas en que ésta es comparativamente mediana y las de bajo volumen. En cada clase de entidad se distinguen las que generan contaminantes debido principalmente al factor volumen, al factor estructura o a ambos.

#### Las entidades más contaminantes

Veracruz, el Estado de México, el Distrito Federal y Nuevo León conforman el grupo de entidades con los mayores volúmenes de contaminación industrial (véase el cuadro 1) y generan en conjunto 53.8% de la nacional. Como no corresponden a una región (ni siquiera a dos regiones) del territorio del país, no se puede aseverar que “el sur o el centro, o el norte sea la región más contaminante”. Estas entidades con-

tribuyen con 49.4% de la producción industrial nacional, por lo que su aporte al volumen de contaminación es ligeramente mayor que el de producción. No obstante, tres de ellas son las más grandes en términos del volumen de la producción industrial, lo que indica la importancia de ese factor. Esto es así en una primera consideración de los datos de manera conjunta; sin embargo, si se revisa el caso de Veracruz, la entidad más contaminante, los datos conducen a otra conclusión.

Veracruz es la entidad con el menor volumen de producción, equivalente a menos de la mitad del de otras dos entidades del mismo grupo; al mismo tiempo tiene la mayor intensidad de contaminación, tres veces superior a la de otras entidades del grupo. Así, la estructura parece incidir de manera más determinante que el volumen en el monto de contaminación. En el cuadro 2 se aprecia claramente la alta concentración de la producción industrial en la petroquímica básica, una de las ramas más contaminantes. Por el contrario, los casos de las otras tres entidades más contaminantes se explican más en términos del volumen que de la estructura, ya que presentan menores índices de concentración, pero mayores volúmenes de producción (véase el cuadro 3).

Veracruz tiene una elevada intensidad de contaminación, con el tercer valor más alto de las 32 entidades del país, y al

mismo tiempo un volumen de producto industrial medio (el menor de este grupo de cuatro entidades). Además, de acuerdo con el cuadro 3, sus indicadores de concentración indican una estructura con una elevada participación de ramas altamente intensivas en contaminación. El indicador  $EC_1$  es mayor que 1, de tal forma que Veracruz se ubica en la posición 10 de los valores más altos de  $EC_1$ . El indicador  $EC_2$  es cercano a la unidad (0.954). En otras palabras, tener un  $EC_1$  alto indica que, como se planteó líneas atrás, las cinco ramas más grandes tienen una participación menor en la producción que la de las cinco ramas más contaminantes en la contaminación total de Veracruz; es decir, corresponde a una entidad en la que la estructura industrial es, en términos comparativos, muy contaminante. En cuanto al indicador  $EC_2$  con valores cercanos a 1, se observa que las cinco ramas más grandes son muy contaminantes, de tal manera que en Veracruz el factor estructura parece dominante e incide en una alta generación de contaminantes.

En las tres entidades restantes de este primer grupo, el Estado de México, el Distrito Federal y Nuevo León, las condiciones difieren de modo apreciable de las de Veracruz. Los volúmenes del producto son mayores, al mismo tiempo que la intensidad promedio de contaminación y los valores de  $EC_1$

C U A D R O 2					
MÉXICO: PRINCIPALES SECTORES CONTAMINANTES EN LAS ENTIDADES FEDERATIVAS MÁS CONTAMINANTES, 1993					
Entidades más contaminantes según el volumen de contaminación	Sectores	Participación en el volumen de contaminantes total de la entidad	Entidades más contaminantes según la intensidad de contaminación	Sectores	Participación en el volumen de contaminantes total de la entidad
Veracruz	Petroquímica básica	71.8	Tabasco	Petroquímica básica	97.6
	Química básica	9.1		Química básica	0.5
	Abonos y fertilizantes	4.4		Imprentas y editoriales	0.4
	Otras industrias	14.7		Otras industrias	1.5
Estado de México	Química básica	15.9	Chiapas	Petroquímica básica	97.4
	Artículos de plástico	9.9		Papel y cartón	0.5
	Papel y cartón	9.2		Imprentas y editoriales	0.4
	Otras industrias	65.0		Otras industrias	1.7
Distrito Federal	Imprentas y editoriales	18.3	Veracruz	Petroquímica básica	71.8
	Otros productos químicos	13.2		Química básica	9.1
	Productos farmacéuticos	10.0		Abonos y fertilizantes	4.4
	Otras industrias	58.5		Otras industrias	14.7
Nuevo León	Industrias básicas de hierro y acero	14.0	Tamaulipas	Química básica	32.3
	Otros productos metálicos, excepto maquinaria	9.9		Abonos y fertilizantes	15.8
	Resinas sintéticas y fibras artificiales	9.8		Petróleo y derivados	12.7
	Otras industrias	66.3		Otras industrias	39.2
Tabasco	Petroquímica básica	97.6	Tlaxcala	Química básica	97.6
	Química básica	0.5		Abonos y fertilizantes	0.5
	Imprentas y editoriales	0.4		Resinas sintéticas y fibras artificiales	0.4
	Otras industrias	1.5		Otras industrias	1.5

## INDICADORES DE ESTRUCTURA INDUSTRIAL POR ENTIDAD FEDERATIVA, 1993

	$R_s$	$R_{s,c}$	$RC_s$	$EC_1$	$EC_2$
Aguascalientes	61.7	51.3	41.1	0.83	0.80
Baja California	32.3	51.9	15.4	1.61	0.30
Baja California Sur	69.8	71.2	42.0	1.02	0.59
Campeche	55.8	58.9	26.8	1.06	0.46
Coahuila	69.5	74.2	66.8	1.07	0.90
Colima	47.9	69.3	45.3	1.45	0.65
Chiapas	82.7	98.7	98.0	1.19	0.99
Chihuahua	47.9	55.4	49.6	1.16	0.90
Distrito Federal	36.5	54.5	34.3	1.49	0.63
Durango	48.8	61.8	54.5	1.27	0.88
Estado de México	35.1	50.7	23.7	1.44	0.47
Guanajuato	60.3	74.2	46.1	1.23	0.62
Guerrero	57.3	69.5	27.5	1.21	0.40
Hidalgo	72.1	77.5	65.6	1.07	0.85
Jalisco	30.7	43.3	10.2	1.41	0.24
Michoacán	64.4	84.3	76.5	1.31	0.91
Morelos	63.3	66.8	29.4	1.06	0.44
Nayarit	71.6	62.0	23.5	0.87	0.38
Nuevo León	35.4	52.1	35.1	1.47	0.67
Oaxaca	85.3	94.1	85.6	1.10	0.91
Puebla	58.2	52.2	34.4	0.90	0.66
Querétaro	39.6	64.2	34.7	1.62	0.54
Quintana Roo	55.6	73.4	50.1	1.32	0.68
San Luis Potosí	46.8	63.4	54.4	1.35	0.86
Sinaloa	52.8	50.9	21.2	0.96	0.42
Sonora	61.4	63.3	54.6	1.03	0.86
Tabasco	87.9	99.1	98.3	1.13	0.99
Tamaulipas	49.3	82.1	56.4	1.67	0.69
Tlaxcala	38.6	72.8	55.5	1.89	0.76
Veracruz	68.0	92.0	87.8	1.35	0.95
Yucatán	45.8	59.8	25.0	1.31	0.42
Zacatecas	54.6	66.7	37.3	1.22	0.56
Total	48.5	70.4	14.6	1.45	0.21

$R_s$  = Indicador de concentración de producción de las cinco ramas más grandes.

$R_{s,c}$  = Indicador de concentración de contaminación de las cinco ramas de contaminantes

$RC_s$  = Indicador de concentración de contaminación de las cinco ramas más grandes.

$EC_1 = R_{s,c}/R_s$

$EC_2 = RC_s / R_{s,c}$

Fuente: estimaciones propias, con el uso de estadísticas del INEGI y la aplicación de índices de ecotoxicidad del Banco Mundial (A. Ten Kate, *Industrial Development and the Environment in Mexico*, Working Paper, núm. 1125, Banco Mundial, 1993, anexo 1, y D. Wheeler, *Industry Pollution Projections*, Technical Paper, Banco Mundial, Washington, 1991).

y  $EC_2$  son significativamente menores, por lo cual se concluye que en estas tres entidades de grandes volúmenes de contaminación el factor volumen es el dominante (véanse los cuadros 1 y 3).

### Entidades con una contaminación comparativamente mediana

En el grupo de entidades que producen volúmenes de contaminación industrial comparativamente medianos se encuentran Tabasco, Tamaulipas, Jalisco, Chiapas, Coahuila, Guanajuato, Michoacán, Puebla, Hidalgo, Querétaro y San

Luis Potosí, en orden de importancia. En este grupo de 11 entidades predominan los casos en que se combinan volúmenes relativamente medianos y pequeños de producción con índices de intensidad de contaminación y de concentración también intermedios, de tal forma que no hay un factor dominante. En esta situación se encuentran seis entidades: Tamaulipas, Guanajuato, Puebla, Hidalgo, Querétaro y San Luis Potosí.

En un extremo se puede identificar la situación de alta intensidad de contaminación y elevados indicadores de concentración, pero con volúmenes de producción muy pequeños, como los casos de Tabasco y Chiapas, que tienen las intensidades de contaminación más altas y los mayores valores de  $EC_2$  de las 32 entidades de México, al mismo tiempo que tienen volúmenes de producción pequeños. Así, el factor dominante de la contaminación es la estructura, con la cual la contaminación generada no es pequeña sino mediana, a pesar de producir reducidos volúmenes de manufacturas. El caso de Michoacán se asemeja a éstos.

En otro extremo están las entidades con grandes volúmenes de producción manufacturera pero con una estructura de industrias relativamente "limpia", como Jalisco y Coahuila. En esta situación la contaminación generada no es pequeña, pese a contar con una baja intensidad de contaminación e indicadores de concentración que revelan una estructura poco contaminante.

### Entidades con poca contaminación

En este grupo se incluyen 17 entidades según su volumen de contaminación industrial: Oaxaca, Morelos, Tlaxcala, Sonora, Chihuahua, Baja California, Durango, Aguascalientes, Yucatán, Sinaloa, Nayarit, Guerrero, Zacatecas, Quintana Roo, Colima, Baja California Sur y Campeche (véase el cuadro 1). Predominan las entidades con volúmenes de producción pequeños y estructura industrial poco contaminante, de manera que no hay un claro factor dominante. Sin embargo, se encuentran algunos casos excepcionales que ameritan un comentario, como los de Tlaxcala y Sonora. Por un lado, Tlaxcala tiene los mayores valores de  $EC_1$ , así como una de las mayores intensidades de contaminación (la quinta en orden de importancia en las 32 entidades del país), pero su volumen de producción es muy pequeño. Es decir, el factor dominante de la contaminación es el volumen, el cual condiciona una cantidad limitada de contaminantes. Por otro lado, Sonora tiene un volumen de producción intermedio, el más grande de este grupo de entidades, y es comparable con los del grupo de contaminación relativamente mediana; pero también tiene una estructura industrial poco contaminante, con una baja intensidad de contaminación

y valores pequeños de  $EC_1$ . En este caso, el factor dominante es la estructura, que determina un volumen de contaminación comparativamente pequeño.


## CONCLUSIONES

**E**n el estudio destacan cuatro resultados acerca de las diferencias regionales de la contaminación industrial en México. En primer lugar, hay una alta diferenciación entre las entidades federativas en materia de volúmenes e intensidades de contaminación industrial, desde un monto grande de 279 toneladas generadas en Veracruz hasta el mínimo de 0.4 toneladas en Campeche. La intensidad de contaminación presenta valores extremos de 42.1 kg de contaminantes por millón de dólares de producto en Tabasco, hasta de 2.6 en Baja California Sur. Por último, la concentración territorial de los contaminantes también difiere mucho por entidad: entre un valor máximo de 108.8 kg de contaminantes por kilómetro cuadrado en el Distrito Federal y el mínimo de 0.007 en Baja California Sur.

En segundo lugar, se encontró que la relación entre el volumen de contaminación y los factores volumen y estructura es positiva; es decir, a medida que aumenta la escala productiva o la intensidad de la contaminación aumentará el volumen de contaminación.

En tercer lugar, se comprobó estadísticamente que los factores de volumen y estructura se asocian de manera conjunta a los diferentes volúmenes de contaminación industrial, más que uno solo de dichos factores. O sea, las diferencias regionales no dependen únicamente del volumen del producto, ni sólo de la estructura industrial, sino de ambos factores.

Por último, en cuarto lugar, queda claro que también hay diferencias regionales en el grado de importancia de los factores determinantes, de manera que pueden agruparse entidades según su volumen de contaminación y la injerencia de cada factor. Se detectaron entidades en las que el factor volumen es el más determinante de la contaminación; otras en las que lo es el factor estructura, y otras en las que ambos participan más o menos en la misma medida.

En resumen, lo anterior significa que la estrategia del crecimiento industrial regional en México, que comprende la selección de las ramas industriales que se busca desarrollar, ha tenido una gran influencia en la problemática ambiental del país. En este marco, la asignación geográfica de las industrias tiene, como se ha explorado, un efecto directo en la contaminación generada en cada entidad. La diversidad de las problemáticas ambientales regionales exige, por lo mismo, la aplicación de distintas políticas ambientales apropiadas a cada entidad del país. 

La revista que publica  
el mayor número de artículos  
sobre la economía mexicana\*

# comercio *e*xterior

BANCO NACIONAL DE COMERCIO EXTERIOR, S.N.C.

En sus más de 50 años de vida, **Comercio Exterior** ha ganado prestigio mundial por sus artículos de fondo, obra de reconocidos especialistas.

Numerosos directores, consultores empresariales, ejecutivos financieros y funcionarios gubernamentales se apoyan en la revista para sus recomendaciones y decisiones en materia de estrategia corporativa, mercadotecnia, finanzas y gestión de tecnología.



## Suscríbase y asegúrese de estar bien informado

Comuníquese a los siguientes números telefónicos:

**5449 9008** desde la Ciudad de México  
y área metropolitana

**01 800 397 6782** del interior de la república

**1 800 835 7480** desde Estados Unidos

mediante la página electrónica del Bancomext:  
[www.bancomext.com](http://www.bancomext.com)

o al correo electrónico: <[bancomext@bancomext.gob.mx](mailto:bancomext@bancomext.gob.mx)>



**BANCOMEXT**

Banco Nacional de Comercio Exterior, S.N.C.

**Dirección de la Revista Comercio Exterior**

Camino a Santa Teresa 1679, piso 8 sur, Jardines del Pedregal, 01900,  
México, D.F. <[revcomer@bancomext.gob.mx](mailto:revcomer@bancomext.gob.mx)>

tel. (55) 481 6220 fax. (55) 481 6214

\* Datos de 1992 a 1997. Martín Fúcher, "Presencia en revistas académicas de los artículos sobre economía mexicana y productividad de los economistas académicos de México", *Economía Mexicana*, vol. X, núm. 1, primer semestre de 2001.